



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

VYHODNOCENÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PROSTŘEDNICTVÍM FUZZY LOGIKY

EVALUATION OF INFORMATION SYSTEMS VIA FUZZY LOGIC

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Antonín Hubík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Zuzana Janková,
Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Bc. Antonín Hubík
Vedoucí práce:	Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.
Akademický rok:	2023/24
Studijní program:	Informační management

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Vyhodnocení informačních systémů prostřednictvím fuzzy logiky

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Diplomová práce se zabývá využitím fuzzy logiky k vyhodnocení informačních systémů pro podporu výběru vhodného docházkového/HR systému pro středně velkou společnost. Výstupem práce bude softwarová implementace rozhodovacího fuzzy modelu a doporučení konkrétního řešení. Implementace bude realizována s využitím programových prostředí MS Excel a Matlab.

Základní literární prameny:

DOSTÁL, Petr, 2011. Advanced decision making in business and public services. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-747-5.

BASL, Josef a BLAŽÍČEK, Roman, 2012. Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Management v informační společnosti. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4307-3.

MOLNÁR, Zdeněk, 2001. Efektivnost informačních systémů. 2. rozš. vyd. Management v informační společnosti. Praha: Grada. ISBN 80-247-0087-5.

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 2023/24

V Brně dne 4.2.2024

L. S.

doc. Ing. Miloš Koch, CSc.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá aplikací principů fuzzy logiky ke zhodnocení vlastností informačního systému. Praktickým řešeným problémem je usnadnění výběru nového personálně-docházkového systému podle potřeb konkrétního středně velkého podniku s využitím na míru navrženého fuzzy modelu k porovnání dostupných možností. Návrh modelu vychází z požadavků na systém určených na základě analýzy podniku a opírá se o klíčovou teorii z oblasti fuzzy logiky a modelování. Navržený model je implementován v prostředích MS Excel a MATLAB. Implementace jsou demonstrovány vyhodnocením pěti možných systémů. Na základě výsledků je jeden z nich doporučen k dalšímu zvážení.

Klíčová slova

Fuzzy logika, fuzzy model, rozhodování, informační systém, personální systém, VBA, MS Excel, MATLAB

Abstract

This master's thesis deals with the application of fuzzy logic principles to evaluate properties of an information system. The practical problem being addressed is a facilitation of selection of a new HR/attendance system according to the needs of a specific medium-sized enterprise, using a custom-fitted fuzzy model design to compare available options. The design of the model is based on system requirements determined from a business analysis and is supported by key theory from the field of fuzzy logic and modelling. The proposed model is implemented in MS Excel and MATLAB environments. The implementations are demonstrated by evaluating five system options. Based on the results, one of the options is recommended for further consideration.

Keywords

Fuzzy logic, fuzzy model, decision-making, information system, HR system, VBA, MS Excel, MATLAB

Bibliografická citace

HUBÍK, Antonín. *Vyhodnocení informačních systémů prostřednictvím fuzzy logiky* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/159655>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 11. 5. 2024

Bc. Antonín Hubík

autor

Poděkování

Chtěl bych poděkovat paní doktorce Jankové za přínosnou zpětnou vazbu, konkrétní konstruktivní připomínky, rychlou odezvu na dotazy a celkové vedení této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval rodině, přítelkyni a všem ve svém okolí, kteří mi poskytli potřebný prostor, zázemí a podporu, abych mohl práci v klidu dokončit.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
1.1 Fuzzy logika	13
1.1.1 Pojem fuzzy množina	14
1.1.2 Vlastnosti fuzzy množin	16
1.1.3 Operace s fuzzy množinami	18
1.1.4 Běžné funkce příslušnosti	20
1.1.5 Fuzzy expertní systémy	22
1.1.6 Praktická uplatnění fuzzy logiky	24
1.1.7 Rozhodovací modelování v MS Excel	25
1.1.8 Fuzzy modelování v MATLAB	28
1.2 Informační systémy v podniku.....	33
1.2.1 Dělení podnikových IS	34
1.2.2 Personální systémy	35
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	38
2.1 Představení společnosti	38
2.2 PESTLE analýza obecného okolí.....	40
2.2.1 Politické faktory	40
2.2.2 Ekonomické faktory	41
2.2.3 Sociální faktory	41
2.2.4 Technologické faktory	42
2.2.5 Legislativní faktory	43
2.2.6 Environmentální faktory.....	44
2.3 Porterova analýza pěti sil	45
2.3.1 Vyjednávací síla dodavatelů	46
2.3.2 Vyjednávací síla odběratelů	46
2.3.3 Stávající konkurence a rivalita	47
2.3.4 Hrozba vstupu nové konkurence	48
2.3.5 Hrozba substitutů.....	49
2.3.6 Výsledky analýzy pěti sil.....	49
2.4 McKinseyho model 7S.....	50

2.4.1 Strategie	50
2.4.2 Struktura	51
2.4.3 Systémy	52
2.4.4 Styl řízení.....	53
2.4.5 Spolupracovníci.....	54
2.4.6 Schopnosti	55
2.4.7 Sdílené hodnoty	56
2.4.8 Výsledky analýzy 7S	56
2.5 SWOT analýza	56
2.5.1 Silné stránky	57
2.5.2 Slabé stránky	57
2.5.3 Příležitosti.....	58
2.5.4 Hrozby	58
2.5.5 Kvantifikace SWOT matice.....	59
2.6 Zhodnocení výsledků analýzy.....	61
2.7 Neformální specifikace systému	61
2.7.1 Klíčové funkcionality	62
2.7.2 Doplnkové funkcionality	63
2.7.3 Technické vlastnosti	63
2.7.4 Obecné požadavky.....	64
3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	65
3.1 Vstupy a výstupy modelu.....	65
3.1.1 Funkcionality	65
3.1.2 Technické vlastnosti	65
3.1.3 Obecné vlastnosti.....	66
3.1.4 Výstupy modelu.....	66
3.2 Softwarové řešení v MS Excel.....	67
3.2.1 Přehled implementace	67
3.2.2 Transformační matice vstupů	68
3.2.3 Retransformační matice výstupů	70
3.2.4 Uživatelská aplikace	72
3.3 Softwarové řešení v MATLAB	74
3.3.1 Obsah implementace	75
3.3.2 Bloková struktura modelu	75

3.3.3 Tvorba FIS – technické vlastnosti	78
3.3.4 Uživatelský skript	83
3.3.5 GUI aplikace.....	85
3.4 Aplikace na vybraných případech	86
3.4.1 ABRA Gen.....	86
3.4.2 Toggl Track.....	89
3.4.3 Alveno.....	91
3.4.4 Sloneek	93
3.4.5 Vema	95
3.5 Zhodnocení výsledků	97
3.6 Finanční náklady modelů	98
3.7 Očekávaný přínos řešení	99
ZÁVĚR	100
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	102
SEZNAM OBRÁZKŮ	109
SEZNAM TABULEK	110
SEZNAM PŘÍLOH.....	111

ÚVOD

Neodmyslitelnými prvky každého moderního podniku bez ohledu na jeho velikost jsou informační systémy, jejichž účelem je usnadnit či vylepšit různé oblasti jeho rutinního provozu, usnadňování manažerského rozhodování či naplňování dlouhodobějších cílů. Jestliže tento účel plní úspěšně, významně přispívají k udržení nebo dokonce zvýšení konkurenceschopnosti. Vzhledem k všeobecnému rozšíření informačních systémů platí i to, že chybějící, funkčně nevhodný, příliš drahý či jinak neadekvátní systém může konkurenceschopnost podniku naopak poškodit. Klíčovým zdrojem podniku jsou však jeho zaměstnanci, které je nutno evidovat a sledovat jejich kompetence, produktivitu, docházku či spokojenost. Nároky kladené na vedení i personalisty přitom rostou společně s firmou, a proto jsou i zde zpravidla využívány informační systémy. Protože se jedná o již dobře zmapovanou oblast řízení, je na trhu dostupná celá řada hotových řešení.

V případě nákupu částečně či úplně předpřipraveného softwaru začíná zajištění adekvátní vhodnosti systému už jeho pečlivým a metodickým výběrem. Výběr musí vycházet z potřeb konkrétní společnosti, které se odvíjejí od její velikosti, oblasti podnikání, personálního složení, procesů a zvyklostí, legislativního prostředí a mnoha dalších faktorů. Jedná se o komplexní technicko-manažerskou úlohu, při jejímž řešení je nutné brát v úvahu velké množství vágních, nejasných či protichůdných požadavků, pracovat s nedokonalými informacemi a využívat vlastní znalosti a zkušenosti. Zpracování tohoto typu úlohy lze usnadnit a systematizovat pomocí modelů založených na fuzzy logice.

Fuzzy logika je pojmem, který za několik desetiletí od svého vzniku dosud nevstoupil do širšího povědomí veřejnosti. S obecnými principy spojenými s tímto méně tradičním druhem logiky se však setkáváme v každodenním životě a organicky jej využíváme k rozhodování. Zvažujeme-li například změnu bydliště nebo nákup auta, vychází naše rozhodování z řady explicitních a implicitních kritérií, která si stanovujeme na základě vlastních potřeb, preferencí a pocitů, jimiž vyhodnocujeme často nedokonalé informace. Fuzzy logika jakožto oblast matematiky a analytická metoda tento přístup formalizuje.

V rámci této diplomové práce bude navržen fuzzy model určený k vyhodnocení dostupných personálně-docházkových informačních systémů na základě potřeb konkrétní středně velké firmy. Model bude implementován v prostředích MS Excel a MATLAB a využit k porovnání užšího výběru několika systémů a závěrečné formulaci doporučení.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem této diplomové práce je praktické využití fuzzy logiky v procesu výběru vhodného HR/docházkového informačního systému pro středně velkou českou firmu. Praktickým výstupem práce budou softwarové nástroje pro podporu manažerského rozhodování, které budou implementovat fuzzy model navržený s ohledem na specifické potřeby a požadavky této společnosti. Nástroje by měly být přiměřeně uživatelsky přívětivé a poskytovat jasně interpretovatelné výstupy s přidanou výpovědní hodnotou.

Na cestě k dosažení hlavního cíle byly vytyčeny následující cíle dílčí:

- Zpracování teoretických východisek zvoleného přístupu
- Provedení analýzy vnějších a vnitřních faktorů společnosti
- Určení potřeb a požadavků společnosti a návrh fuzzy modelu
- Implementace rozhodovacího modelu v prostředích MS Excel a MATLAB
- Sestavení užšího výběru dostupných systémů s HR/docházkovými funkcemi
- Aplikace obou implementací na vybrané systémy a porovnání výsledků
- Formulace nezávazného doporučení a celkové zhodnocení přínosů

První kapitola se bude zabývat výkladem teorie základních principů fuzzy logiky, příkladů praktického využití fuzzy modelování, popisem postupu tvorby fuzzy modelů v prostředí MS Excel a MATLAB a vybranou teorií podnikových informačních systémů.

Ve druhé kapitole bude provedena analýza současného stavu s důrazem na přiblížení řešeného případu. Po bližším seznámení se zkoumanou společností budou provedeny analýzy jejich vnějších a vnitřních faktorů. Na základě výstupů z těchto analýz bude vytvořena neformální specifikace požadavků, která bude vstupem pro následný návrh.

Třetí kapitola bude obsahovat podrobnosti návrhu modelu a jeho verzí pro Excel a MATLAB, popis implementace nástrojů pro podporu rozhodování, přehled vybraných existujících personálních a docházkových systémů, následné praktické aplikace nástrojů na těchto systémech a vzájemné porovnání výsledků. Takto provedená případová studie poslouží ke zhodnocení celkové využitelnosti modelů a k nezávaznému doporučení výběru jednoho z porovnávaných personálních/docházkových systémů.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato kapitola představuje základní myšlenku a funkční principy fuzzy logiky od vymezení pojmu a vysvětlení fuzzy množin a fuzzy operací k charakteristice jednotlivých kroků vyhodnocení fuzzy modelu a příkladů oblastí, kde jsou fuzzy přístupy využívány v praxi. V návaznosti na tyto principy jsou popsány obecné postupy tvorby fuzzy modelů v prostředí softwarových nástrojů MS Excel a MATLAB. Kapitola je ukončena stručným shrnutím relevantních poznatků o podnikových informačních systémech se zaměřením na personální a docházkové systémy.

1.1 Fuzzy logika

Fuzzy logika je typem vícehodnotové logiky, jejíž pojmenování a principy definoval mezi lety 1965 a 1973 americký matematik íránského původu Lotfi A. Zadeh. Rozšiřuje tradiční logiku založenou na klasických množinách, způsobem, který umožňuje se vypořádat s nepřesností a nejistotou pramenící z lidského uvažování a chování ve skutečném světě [1][2]. Od této charakteristiky fuzzy logiky je odvozen samotný název „fuzzy“, který se někdy překládá do češtiny jako „mlhavý“, ale původní význam se dobře odráží v překladech „rozostřený“, „nejasný“ či „neurčitý“ [3].

Jedná se o teorii nejistoty, která byly formulována ve snaze hledat řešení pro špatně strukturované problémy, kde je nutné pracovat s neúplnými či vágními informacemi. Z tohoto hlediska představuje alternativu k déle zavedeným teoriím pravděpodobnosti a statistiky, které se zabývají problémem neznámosti budoucího stavu systému, tedy určitým typem nejistoty, ale předpokladem pro jejich použití jsou přesné údaje [4].

Sám Zadeh ke konci své kariéry shrnul myšlenku fuzzy logiky následovně [5, s. 2752]:
„Fuzzy logiku lze považovat za pokus o formalizaci/mechanizaci dvou pozoruhodných lidských schopností. Zaprvé schopnost konverzovat, uvažovat a racionálně se rozhodovat v prostředí nepřesnosti, nejistoty, neúplnosti informací, protichůdných informací, částečnosti pravdy a částečnosti možností – zkrátka v prostředí nedokonalých informací. A za druhé, schopnost vykonávat nejrůznější fyzické a mentální úkoly bez jakýchkoliv měření a jakýchkoliv výpočtů.“

Tato snaha o zohlednění nepřesnosti v přesných matematických postupech byla v raných letech své existence mnoha matematiky brána spíše jako pokus o vytvoření líbivého,

avšak přehnaně zjednodušeného rámce na úkor kvalitního výzkumu a přísné logické argumentace. Tento pohled se začal měnit koncem 70. a začátkem 80. let, kdy se objevily první průmyslové aplikace v podobě fuzzy řízení cementové pece a produkce oceli, a nedlouho potom si fuzzy logika našla cestu do spotřebitelské elektroniky [5][6].

Určujícím rozdílem mezi klasickou a fuzzy logikou je pojetí členství (příslušnosti) prvku v množině. V klasické logice může prvek množině buď pouze náležet nebo pouze nenáležet a tento výsledek lze reprezentovat právě jednou ze dvou možných hodnot Boolovy algebry – 0 a 1 (ve výrokové logice jsou tyto hodnoty interpretovány jako pravda a nepravda) [4].

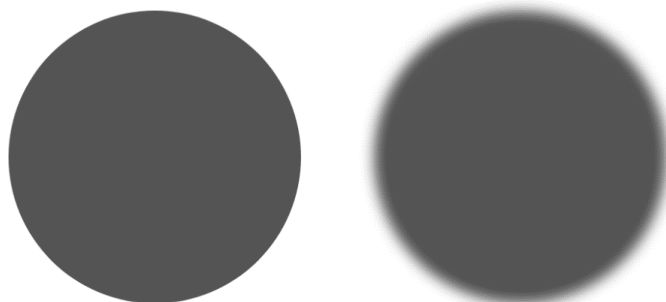
Fuzzy logika na druhou stranu popisuje členství prvku v množině mírou, kterou lze popsat, „jak moc“ daný prvek do množiny spadá a tato míra je bodem na spojitě *škále*, která obvykle bývá reprezentovaná intervalem od 0 (plné nečlenství) do 1 (plné členství). Takovou hodnotu lze dále interpretovat např. jako míru pravdivosti či nepravdivosti nějakého tvrzení. Jak moc prvek spadá do libovolné množiny, je dáno funkcí příslušnosti [2][4].

Druhou zásadní charakteristikou fuzzy logiky je přítomnost jazykové proměnné, tedy taková proměnné, které je přiřazena kvalitativní hodnota v podobě jednoho či více slov v přirozeném jazyce a funkce členství, která ji kvantitativně vymezuje. Vlastní slovní popis hodnoty je otevřený určité interpretaci, tudíž je nositelem fuzzy „neostrosti“. V praktických aplikacích má tento element přirozeného jazyka zásadní význam, protože umožňuje intuitivní tvorbu modelů vycházející z lidských zkušeností a snazší interpretaci výsledků fuzzy vyhodnocení. [4][5].

Pro tento přístup založený na využívání lingvistické proměnné se vžil název „počítání se slovy“ (*computing with words*) a je vhodné jej použít právě v případech, kdy dostupné informace nejsou natolik přesné, aby ospravedlnily použití čísel, či v případech, kdy lze tolerovat určitou nepřesnost, a naopak ji s výhodou využít k dosažení přesvědčivých a robustních výsledků lépe korespondujících s realitou, a to za nižší cenu oproti řešením, jejichž funkčnost je podmíněna zcela přesnými informacemi [7].

1.1.1 Pojem fuzzy množina

Jak již bylo zmíněno výše, koncept fuzzy množiny je základním principem, na němž jsou vystavěny všechny další mechanismy fuzzy logiky.



Obrázek 1: ostře vymezená množina (vlevo) a fuzzy množina

(Zdroj: vlastní zpracování)

V klasickém pojetí je rozlišováno pouze to, zda nějaký prvek patří či nepatří do dané množiny, a tyto dvě možnosti jednoznačně rozlišujeme jako členství a nečlenství. Takové ostře vymezené množiny (anglicky *crisp set*) lze zapsat výčtem prvků, např. $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, nebo podmínkou členství, např. $A = \{a \mid 0 < a \leq 5; a \in \mathbb{N}\}$. Pro pochopení souvislosti s fuzzy množinami je však názornější definice s využitím charakteristické funkce [4].

Mějme univerzum (univerzální množinu všech relevantních prvků) U a množinu A , která je na něm definována s pomocí charakteristické funkce $\mu_A(x)$ následujícím způsobem:

$$\mu_A(x) = 1: x \in A \quad (1)$$

$$\mu_A(x) = 0: x \notin A \quad (2)$$

Charakteristická funkce tedy slouží k mapování mezi prvky množiny A a dvouprvkové množiny $0,1$. Tato množina reprezentuje jediné možné stavy členství [4].

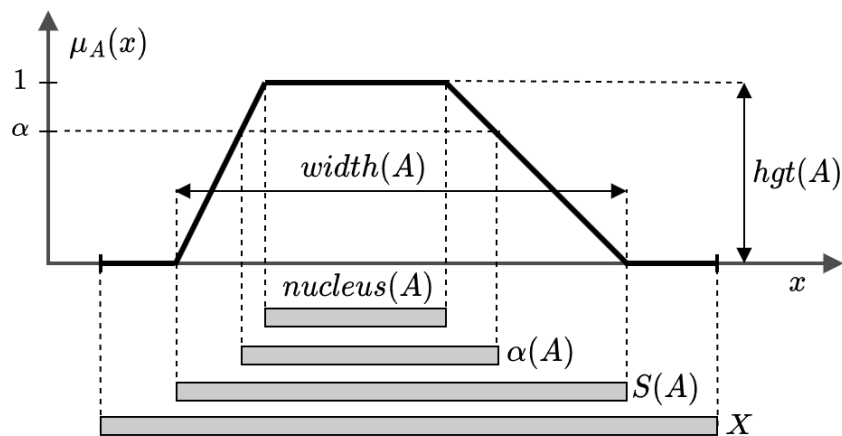
S využitím fuzzy přístupu lze popsat, **s jakou jistotou či nejistotou** daný prvek spadá do každé z množin. K popisu této vlastnosti je nezbytné rozšířit tradiční množiny o popis funkcemi členství [4] [8].

Jestliže X je množina, jejíž libovolný prvek je značen jako x , potom můžeme definovat fuzzy množinu A následovně:

$$\tilde{A} = \{x; \mu_A(x) \mid x \in X\} \quad (1)$$

Fuzzy množina A je tedy množinou uspořádaných dvojic, kde první prvek je tvořen prvkem z množiny X a druhý prvek je tvořen **funkcí členství** prvku z množiny X v A . Pro účely fuzzy logiky je funkční obor této funkce představován intervalem $< 0; 1 >$ [4][8].

1.1.2 Vlastnosti fuzzy množin



Obrázek 2: Základní vlastnosti fuzzy množin

(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 11])

Vlastnosti fuzzy množin jsou vesměs určovány na základě hodnot funkce členství. Funkce členství s vyznačenými vlastnostmi je znázorněna v obrázku 2. Podobně jako u klasických množin lze u fuzzy množiny určit **kardinalitu**, kde celková kardinalita je dána jako součet míry členství všech prvků základové množiny X . Fuzzy množinu lze navíc popsat **výškou a šířkou**. Výška je dána nejvyšší hodnotou maxima její funkce členství. Na základě výšky lze fuzzy množiny rozdělit na normální, jejichž výška dosahuje 1, a subnormální, jejichž výška je nižší. Šířka představuje rozdíl mezi supremem (horní závora) a infimem (dolní závora) fuzzy množiny: $\sup(S(A)) - \inf(S(A))$ [4][9].

Další důležitým pojmem je **nosič** (angl. *support*), který je dán množinou prvků z fuzzy množiny, pro něž platí, že jejich hodnota funkce členství je kladná. Jestliže je nosič fuzzy množiny ostře ohraničený, lze pro výpočet dříve zmíněné šířky využít místo infima a suprema maximum a minimum [9].

Fuzzy množina má také **jádro** (angl. *nucleus, core, nebo kernel*) – množinu všech prvků, které dosahují plného členství, tedy těch, pro něž je hodnota funkce členství rovna 1. Množina hodnot, které nedosahují plného členství, ale současně je jejich členství větší než 0, je označována jako **meze** (*boundaries*) a jedná se vlastně o rozostřené ohraničení množiny [4][9].

Obecněji definovanou vlastností fuzzy množin je tzv. **α -řez** (*α -cut*). Mějme hodnotu α z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Pro tuto hodnotu je její α -řez množina všech hodnot z dané fuzzy

množiny, o kterých platí, že funkce jejich příslušnosti je stejná nebo vyšší než α . Pro fuzzy množinu A existující na univerzu X lze tedy řez podle α obecně zapsat takto [4][9]:

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (1)$$

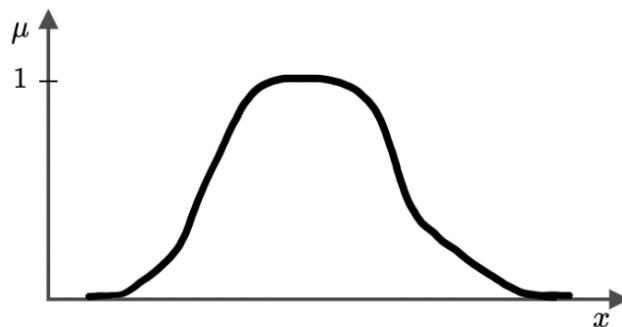
Analogicky lze definovat **silný α -řez** (*strong α -cut*) pro ostrou nerovnost funkce příslušnosti a hladiny. Na základě α -řezu je vymezena tzv. **α -hladina** (*α -level*) jako speciální případ, kde $\alpha = \mu_A(x)$ [4][9].

Podle vlastnosti tvaru funkce členství lze dále fuzzy množiny rozdělit na **konvexní** a **nekonvexní**. Fuzzy množina je konvexní tehdy, když libovolný bod ležící mezi body x a y z množiny X je větší než menší z dvojice krajních hodnot $\mu_A(x)$ a $\mu_A(y)$. Pro fuzzy množinu A definovanou na univerzu X formálně vyjádříme [4][9]:

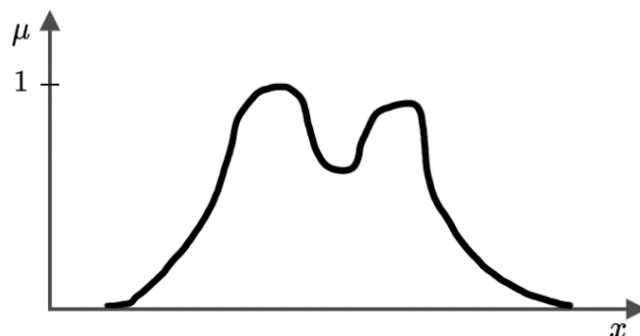
$$\mu_A(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \min(\mu_A(x), \mu_A(y)) \quad (1)$$

$$x, y \in X; 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (2)$$

Příklady fuzzy množin podle konvexnosti znázorňují obrázky 3 a 4.



Obrázek 3: Fuzzy množina s konvexní funkcí členství
(Zdroj: vlastní zpracování dle [4, s. 17])



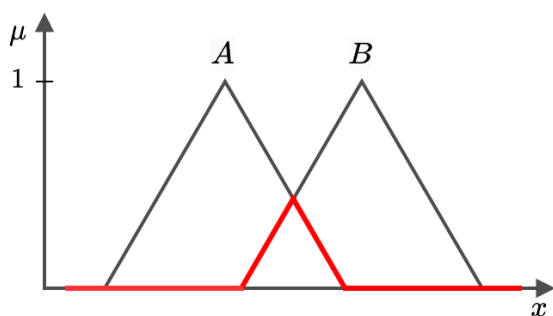
Obrázek 4: Fuzzy množina s nekonvexní funkcí členství
(Zdroj: vlastní zpracování dle [4, s. 17])

1.1.3 Operace s fuzzy množinami

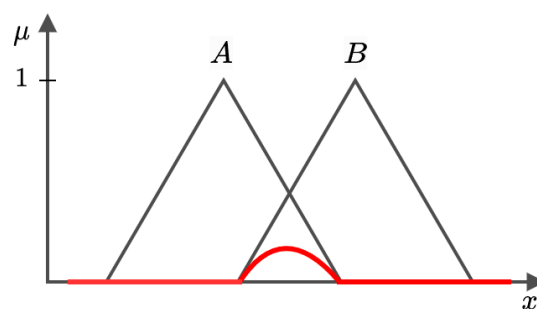
Na fuzzy množinách lze provádět obdobné operace jako na množinách klasických – průnik, sjednocení, doplněk, součet, rozdíl či mocninu. S ohledem na přítomnost funkce příslušnosti však podléhají výrazně odlišné interpretaci [9]. Tato podkapitola obsahuje výběr základních operací a některých jejich variant.

Předpokladem pro charakteristiku jednotlivých operací je redefinice rovnosti a pojmu fuzzy podmnožina. Máme-li fuzzy množiny A a B , platí mezi nimi **rovnost** $A = B$ tehdy, když se pro každý prvek z daného univerza v obou fuzzy množinách rovnají jeho funkce příslušnosti, tedy $\forall x \in X: \mu_A(x) = \mu_B(x)$. Fuzzy množina A je **podmnožinou** B právě tehdy, platí-li pro každý prvek univerza, že $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ [9].

Průnik fuzzy množin je L. Zadehem definován jako fuzzy množina minim funkcí příslušnosti pro všechny prvky univerza. Pro A, B tedy $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$. Viz obrázek 5. S ohledem na využití však může být definován i jinak, např. jako algebraický součin funkcí příslušnosti: $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$. Viz obrázek 6 [4][9].



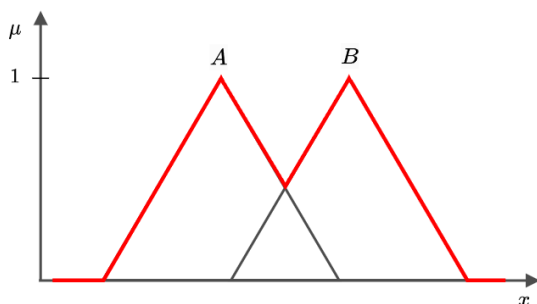
Obrázek 5: Fuzzy průnik
(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 15])



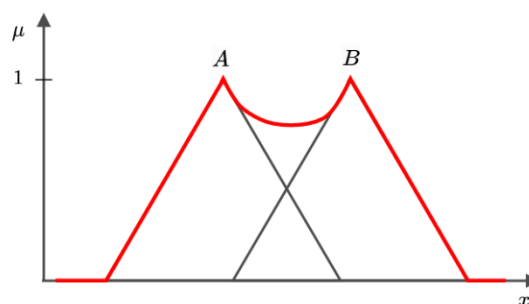
Obrázek 6: Fuzzy algebraický součin
(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 16])

Sjednocení je podle Zadeha dáno naopak fuzzy množinou maxim funkcí příslušnosti všech prvků univerza. Pro množiny $A, B: \mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$. Alternativně lze sjednocení definovat s ohledem na hodnoty obou (všech) funkcí příslušnosti například takto: $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x)$. Této druhé variantě se také říká **algebraický součet**. Jednotlivé varianty znázorňují obrázky [4][9].

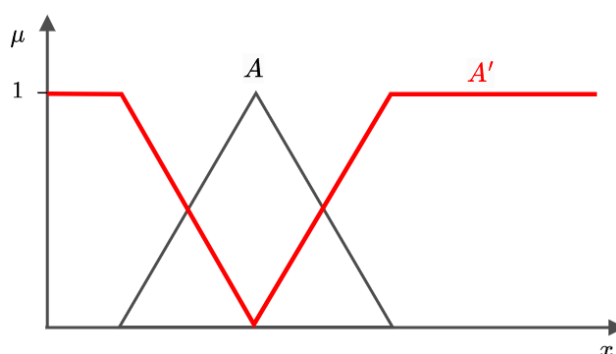
Doplněk fuzzy množiny A může být s ohledem na neostrost specifikován jako fuzzy množina prvků univerza, jejichž hodnota příslušnosti říká, jaká míra příslušnosti v původní fuzzy množině chybí prvku do plného členství: $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$ [9].



Obrázek 7: Fuzzy sjednocení
(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 15])

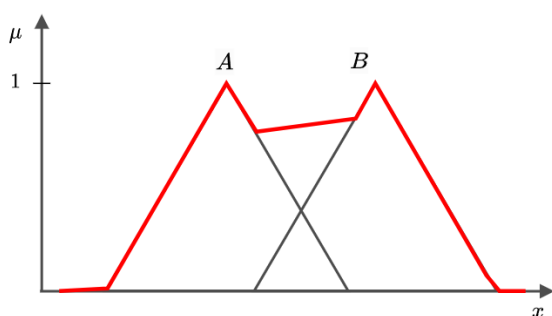


Obrázek 8: Fuzzy algebraický součet
(Zdroj: vlastní zpracování dle [2, s. 19])

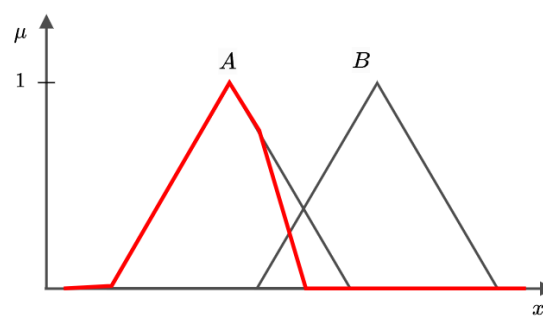


Obrázek 9: Fuzzy doplněk
(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 16])

Lze pracovat také s tzv. **omezeným součtem** (*bounded sum*) a **omezeným rozdílem** fuzzy množin. Neostrou množinu omezeného součtu $C = A \oplus B$ získáme tím, že každému $x \in X$ přiřadíme funkci členství: $\mu_C(x) = \min(1, \mu_A(x) + \mu_B(x))$. Podmínka výběru minima z prostého součtu a limit 1 zaručuje, že součet dosáhne nanejvýš plné příslušnosti. Omezený rozdíl $D = A \ominus B$ je definován analogicky s omezením spodní hranicí 0: $\mu_D(x) = \min(1, \mu_A(x) - \mu_B(x))$ [4].



Obrázek 11: Fuzzy omezený součet
(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 17])



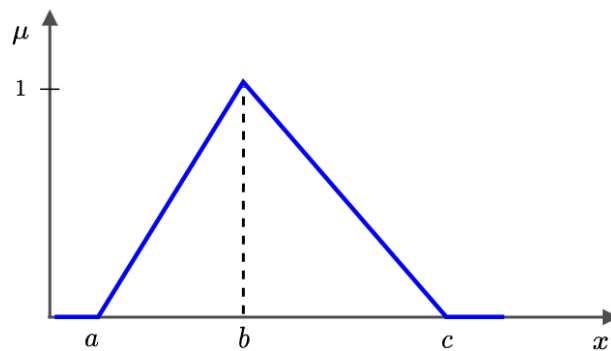
Obrázek 10: Fuzzy omezený rozdíl
(Zdroj: vlastní zpracování dle [9, s. 17])

Mocnina fuzzy množiny A je dána umocněním funkce příslušnosti každého prvku x univerza X reálným číslem n : $A^n = \{(x; (\mu_A(x))^n)\}$ [4].

1.1.4 Běžné funkce příslušnosti

Přestože funkce příslušnosti může vypadat jakkoliv a stanovení jejího tvaru v praxi záleží pouze na přístupu řešitele k modelování daného problému, je obvyklejší zvolit některý z všeobecně rozšířených průběhů. Obecně je doporučováno, aby průběh funkce členství byl co nejjednodušší, nejlépe složený z lineárních úseků. Běžné funkce členství se tímto pravidlem do značné míry řídí a vzhledem k rozšířenosti jejich využívání je většina z nich podporována v knihovnách či doplňkových modulech programovacích jazyků a matematického SW včetně nástroje MATLAB [4][8][9].

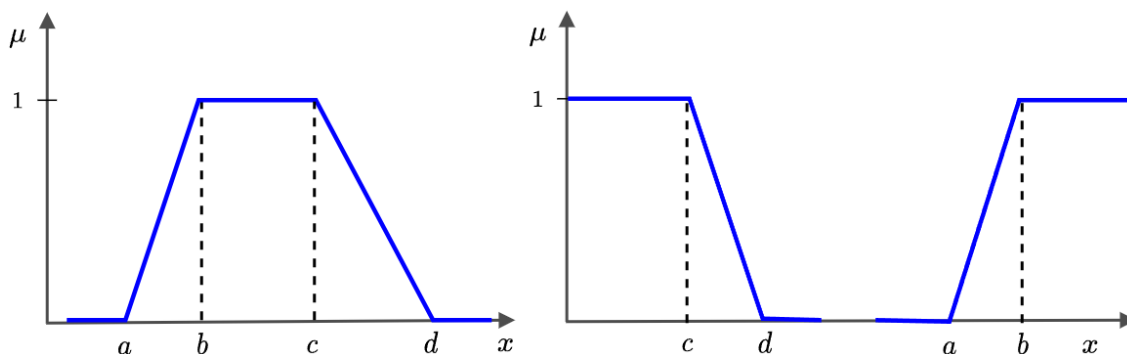
Nejjednodušší z běžně používaných funkcí je funkce **trojúhelníková** – Λ (obrázek 12). Je dána trojicí parametrů $a, b, c \in X$. Mimo rozmezí dané intervalem $\langle a; c \rangle$ má funkce nulovou hodnotu, na úseku od a do b je lineárně rostoucí, pro parametr b dosahuje maxima a směrem k c poté lineárně klesá [2][4][9].



Obrázek 12: Trojúhelníková funkce členství

(Zdroj: vlastní zpracování dle [10, s. 118])

Lichoběžníková funkce členství je druhým typem funkce složeným z lineárních úseků. V základní podobě ji určuje čtveřice parametrů $a, b, c, d \in X$, kde je funkce nenulová pouze uvnitř intervalu $\langle a; d \rangle$, přičemž roste lineárně k prvku b , kde dosahuje maxima a až do bodu c má konstantní hodnotu 1. V návazném úseku do d je klesající. Má dva speciální případy, jimiž jsou zleva (**L**) a zprava (**Γ**) otevřené varianty, kde buď vlevo parametr $a = b$ nebo vpravo $c = d$. Díky shodnosti těchto dvojic parametrů je vynechán buď rostoucí nebo klesající úsek funkce. Tuto otevřenost lze využít k reprezentaci vlastnosti, u níž postrádá smysl definovat spodní či horní hranici. Např. představuje-li x čistý majetek osoby, může **L** reprezentovat „extrémně chudé“ (nikdo chudší už není) a **Γ** extrémně bohaté [4][9].



Obrázek 13: Lichoběžníková funkce (vlevo), Γ a L (vpravo)

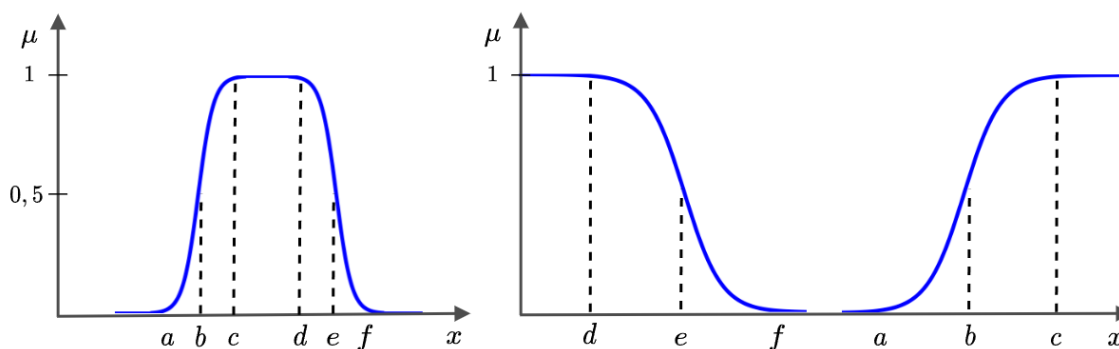
(Zdroj: vlastní zpracování dle [4, s. 2021])

Místo lichoběžníkové křivky je v některých případech vhodnější použít vyhlazenou variantu funkce příslušnosti Π . Obdobně lze místo funkcí L a Γ využít nelineární alternativy Z a S . Funkce Π znázorněná v obr. 14 je definována následovně [9][11]:

$$\Pi(x, a, c, d, f) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ 2((x-a)/(c-a))^2 & a \leq x \leq b \\ 1 - 2((x-c)/(c-a))^2 & b \leq x \leq c \\ 1 & c \leq x \leq d \\ 1 - 2((x-d)/(f-d))^2 & d \leq x \leq e \\ 2((x-f)/(f-d))^2 & e \leq x \leq f \\ 0 & x \geq f \end{cases} \quad (1)$$

$$b = (a + c)/2, e = (d + f)/2 \quad (2)$$

Funkce S je na prvních třech úsecích definována stejně jako v předchozí rovnici, na posledním úseku od parametru c se liší chybějící horní hranicí d . Formální definici funkce Z lze odvodit analogicky.

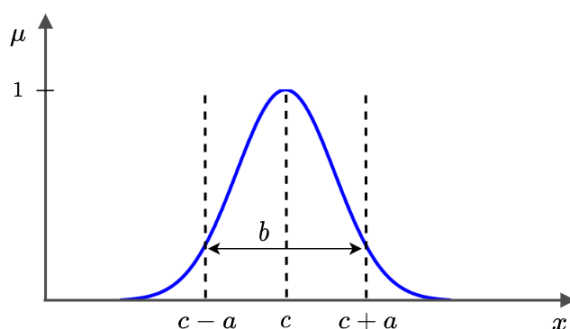


Obrázek 14: Nelineární funkce členství Π (vlevo), Z a S (vpravo)

(Zdroj: vlastní zpracování dle [11] a [9, s. 14])

Známa je také funkce členství **zvonovitého tvaru** (*bell-shaped*). Je dána parametry $a, b, c \in X$. Parametr c určuje střed zvonu, který dosahuje plného členství. Parametry a, b udávají šířku a konkrétní tvar křivky podle vzorce [2]:

$$\mu_{Bell}(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}} \quad (1)$$



Obrázek 15: Členská funkce zvonovitého tvaru
(Zdroj: vlastní zpracování dle [12])

1.1.5 Fuzzy expertní systémy

Fuzzy expertními systémy se rozumí počítačové systémy napodobující uvažování expertů v úžeji vymezené odborné oblasti, které k tomuto účelu využívají principy fuzzy logiky. Jádro expertního systému je obecně tvořeno inferenčním mechanismem, jenž pracuje s dlouhodobě spravovanou znalostní bází a krátkodobou operační databází. Nedílnou součástí je modul pro zadávání znalostí povolányi experty a vysvětlující rozhraní pro interakci s koncovým uživatelem a prezentování inferovaných výsledků. Tyto výsledky slouží k získání nových poznatků o problémech a k podpoře rozhodování [4]. V případě fuzzy expertních systémů inferenci v jádře provádí fuzzy inferenční systém (FIS).

Jak je znázorněno v obrázku 16, vyhodnocování vstupů v podobě známých informací o problému a formování výstupů reprezentujících vyvozené závěry a rozhodnutí probíhá ve třech sousledných krocích: fuzzifikaci, fuzzy inferenci a defuzzifikaci [8].



Obrázek 16: Proces vyhodnocování fuzzy systémem
(Zdroj: vlastní zpracování dle [8, s. 11])

Fuzzifikace

Proces zpracování je zahájen převedením reálných proměnných na jazykové. Jazykové proměnné reprezentují jednotlivá zadaná vstupní kritéria modelovaného problému. Při návrhu modelu jsou pro každou proměnnou vybrány atributy, jejichž slovní popisy by měly být výstižné, ale zároveň dostatečně obecné a rozostřené. Např. pro proměnnou *riziko* by bylo možné stanovit atributy: *žádné, velmi nízké, nízké, střední* nebo *vysoké*. V praxi se počet atributů jedné proměnné obvykle pohybuje mezi 3 a 7 [8].

Ke každému atributu patří fuzzy množina, jejíž funkce členství může mít libovolný tvar. V praxi se však nejsilněji uplatnily standardní funkce členství, mezi něž patří např. typy křivky **Λ** , **Π** , **Z** a **S** v lineární či vyhlazené podobě (viz podkapitola 1.1.4) [8].

Fuzzy inference

Chování systému během druhého kroku záleží na sadě předem definovaných pravidel typu **<Když>**, **<Potom>** (*IF-THEN rules*). Tato pravidla jsou definována na jazykové úrovni pomocí podmínkových vět, v nichž lze využívat logické operátory OR, AND a NOT. Stavba podmínkové věty se podobá zápisu podmíněného bloku v imperativních programovacích jazycích [8]:

<Když> $Vstup_a$ **<A>** $Vstup_b$... $Vstup_x$ **<Nebo>** $Vstup_y$... **<Potom>** $Výstup_1$ **<S váhou>** z ,
kde $z \in < 0; 1 >$ [8, s. 11].

Každé pravidlo je složeno z jedné z možných kombinací vstupních atributů proměnných a podmínky, která ji vyhodnocuje. Pravidlo má v rámci inferenčního systému přiřazenou váhu (stupeň podpory). Kompletní sada vyhodnocovacích pravidel fuzzy logiky tvoří znalostní bázi expertního systému. Využitelnost výstupů systému záleží především na správném určení významu vytvořených pravidel [4][8].

Výsledkem fuzzy inference je jazyková proměnná, která může mít např. význam podkladu pro přijetí rozhodnutí nebo může nějaké rozhodnutí přímo doporučit [8].

Defuzzifikace

Jazyková proměnná získaná během fuzzy inference je nakonec převedena na reálnou hodnotu. Klíčové je, aby fuzzy hodnota výstupní proměnné měla přiřazenou slovní hodnotu, která bude co nejlépe reprezentovat výsledek celého výpočtu. Podle výstupu může FIS být jednoduššího typu 1 (výstupem je fuzzy číslo z z intervalu od 0 do 1) nebo komplexnějšího typu 2 (výstupem je fuzzy množina nesoucí neurčitost) [2][8].

1.1.6 Praktická uplatnění fuzzy logiky

Praktické aplikace fuzzy logiky v dnešní době dalece přesahují využívání fuzzy inferenčních systémů pro podporu rozhodování, protože jejich schopnost vyrovnat se s nepřesnostmi a neurčitostmi je dobře uplatnitelná v mnoha odvětvích [6].

Jednou z prvních oblastí využití fuzzy logiky byla spotřební elektronika, kde je hojně využívána dodnes. Zde je běžně využívána ve všech typech zařízení od konfigurace praček podle množství a typu prádla až po mobilní telefony. [6] Zajímavým konkrétním příkladem je například automatické rozhodování o použití blesku při fotografování na základě intenzity světla prostředí [13].

Už poměrně dlouho se fuzzy přístup v podobě fuzzy regulátorů (*Fuzzy Logic Controller* – *FLC*) používá v automobilovém průmyslu a strojírenství, například v protiskluzových brzdných systémech a systémech pro řízení výtahů nebo v energetice při optimalizaci distribuce energií po sítích [6][14].

Zajímavé aplikace lze najít také v softwaru, kde jsou postupy založené na fuzzy logice využívány např. k inteligentnímu rozpoznávání obličejů a identifikaci vlastností osob (malý/spíše vysoký, nepřilíš starý, s mírnou nadváhou, ...) či v počítačových hrách v umělé inteligenci postav při rozlišování úrovní obtížnosti [15][16] [14]. Fuzzy přístupy existují i v oblastech relačního datového modelování v podobě fuzzy SQL, které nad klasickým relačním databázovým systémem přidává vrstvu umožňující fuzzy dotazování [17].

Sama podpora rozhodování nalézá zajímavé uplatnění v oblasti medicíny, kde na ni můžeme narazit například v diagnostických systémech k interpretaci nejistých nebo nejasných příznaků a údajů o pacientovi ve složitých lékařských scénářích, kdy příznaky neukazují jednoznačně na jedinou nemoc nebo typ nemoci. V nedávných letech byly tyto přístupy uplatněny mimo jiné k diagnostikování Alzheimerovy choroby či klasifikaci pacientů s poruchami spadajícími do autistického spektra [18][19].

Fuzzy přístupy je dále možné uplatnit např. při analýze investičního portfolia u obchodování na finančních trzích, k základnímu zpracování řeči na úrovni porovnávání s častými vzory a zařídování nebo k analýze sentimentu v textu [14][20].

1.1.7 Rozhodovací modelování v MS Excel

MS Excel byl poprvé vydán v roce 1985 a dodnes se jedná o globálně nejrozšířenější tabulkový procesor. Jeho oblíbenost a uživatelská tradice pramení z vysoké míry všestrannosti a možnosti využívat jeho četné funkcionality na mnoha úrovních uživatelské znalosti. Komplexnost práce v Excelu se může pohybovat od tvorby zcela jednoduchých přehledů, přes vytváření složitějších tabulek s automatizovanými výpočty využívajícími vlastní vzorce nebo některé z mnoha předdefinovaných matematických, statistických a jiných funkcí, či kontingenčních tabulek a reprezentací dat pomocí grafů, až po interaktivní tvorbu maker či jejich programování ve vestavěném vývojovém prostředí. Tato vlastnost zajišťuje snadné osvojení základních uživatelských dovedností a současně ponechává prostor pro jejich postupné prohlubování. Díky tomu se Excel hodí např. k zadávání, uchovávání a analýze dat, jednoduchému účetnictví či tvorbě rozpočtů stejně jako k různým druhům modelování včetně fuzzy. Lze jej využít také k psaní uživatelských skriptů a jednoduchých aplikací s GUI [21] [22].

Uživatelská makra v Excelu tradičně využívají programovací jazyk VBA (*Visual Basic for Applications*), který je specializovanou nástavbou již nepodporované verze jazyka Visual Basic 6 určenou primárně k automatizaci úkonů napříč nástroji MS Office [23].

V *SaaS* verzi Excelu dostupné v rámci předplacených kancelářských nástrojů Microsoft 365 lze použít k vytváření skriptů i jazyk Python, nicméně k dubnu 2024 je tato funkcionality dostupná pouze v režimu předběžného přístupu a ke spouštění vyžaduje internetové připojení, protože skripty jsou spouštěny vzdáleně v cloudu [24].

Alternativními tabulkovými procesory použitelnými pro implementaci fuzzy modelu mohou být např. Google Sheets (dostupný zdarma), LibreOffice Calc (Open Source) či iWork Numbers.

Slovní transformační matice

Pro navržení vhodné reprezentace komplexního a vysoce abstraktního problému, kde u jednotlivých kritérií vstupují do hry různá nepřesná kvalitativní vyjádření stupně (velký, střední, malý) či jiného kvalitativního popisu kritéria, je příhodné začít slovní transformační maticí, která současně slouží jako stručný formálnější, avšak snadno čitelný a interpretovatelný popis hodnotové transformační matice, která je sestavena v následujícím kroku [8].

Tabulka 1: Slovní transformační matice

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice – slovní						
N	Kritérium A	Kritérium B	Kritérium C	Kritérium D	Kritérium E	Kritérium F
1	Atribut A.1	Atribut B.1	Atribut C.1	Atribut D.1	Atribut E.1	Atribut F.1
2	Atribut A.2	Atribut B.2	Atribut C.2	Atribut D.2	Atribut E.2	Atribut F.2
3	Atribut A.3	Atribut B.3		Atribut D.3	Atribut E.3	Atribut F.3
4	Atribut A.4	Atribut B.4		Atribut D.4	Atribut E.4	
5	Atribut A.5				Atribut E.4	

Hodnotová transformační matice

Hodnotová matice představuje mapování atributů jednotlivých kritérií ze slovního popisu na odpovídající číselné hodnoty funkcí členství, určené na základě priorit stanovených expertním uživatelem. Funkce členství daná těmito hodnotami může mít lineární i nelineární průběh. Poměry maxim kritérií nemusí být 1:1 a také záleží na konkrétních potřebách [8].

Tabulka 2: Hodnotová transformační matice

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice – hodnotová						
N	Kritérium A	Kritérium B	Kritérium C	Kritérium D	Kritérium E	Kritérium F
1	5	5	0	0	0	0
2	10	10	30	20	10	15
3	15	20		30	20	30
4	20	30		40	30	
5	30				40	

Stavová matice

Každý případ vyhodnocovaný modelem je v tabulkovém procesoru reprezentován maticí, kde jsou reprezentovány binární pravdivostní stavy jeho atributů všech kritérií podle toho, který atribut nejlépe odpovídá skutečnosti. Pro každé kritérium platí, že je zvolen právě jeden jeho atribut (binární hodnota 1 = Ano) [8]. Počítá-li se s manuálním vyplňováním hodnot v MS Excel, je vhodné doplnit stavovou matici kontrolním řádkem, který pro každý sloupec s atributy matice provede kontrolní součet a je ukončen kontrolním součinem těchto dílčích součtů. Všechny hodnoty v kontrolním řádku musí být 1.

Tabulka 3: Stavová matice analyzované varianty

(Zdroj: vlastní zpracování)

Stavová matice – varianta III						
N	Kritérium A	Kritérium B	Kritérium C	Kritérium D	Kritérium E	Kritérium F
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0	0
3	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	1	
5	0				0	

Retransformační matice

Syrový výsledek fuzzy vyhodnocení stavové matice oproti matici transformační (viz následující podkapitola) lze pro některé účely použít přímo, ale při řešení rozhodovacích problémů bývá konečný výstup modelu vymezen retransformační maticí. Tato matice umožňuje syrovou hodnotu převést na kategorický verdikt o daném případě (např. investovat/neinvestovat) či na dodatečnou informaci, která rozhodnutí usnadní. Příklad dodatečného vyhodnocení ukazuje tabulka 4, která na základě podílu z maximálního možného skóre stanovuje hodnocení případu v podobě lingvistické proměnné [8].

Tabulka 4: Retransformační matice

(Zdroj: vlastní zpracování)

Retransformační matice		
Stupeň	% hodnocení	Verbální hodnocení
1	100–85 %	Výborné
2	85–70 %	Vyhovující
3	70–50 %	Problematické
4	50–0 %	Nepřijatelné

Výpočet výsledků

V programu MS Excel je syrový výsledek celkového hodnocení případu vypočten funkcí skalárního součinu transformační a stavové matice. Tato funkce je definována odlišně od matematické definice – jedná se o součet násobků jednotlivých hodnot v polích obou tabulek [8]. Na základě syrového zhodnocení lze vytvořit výsledkovou tabulku doplněnou o procentuální míru naplnění nejvyššího možného hodnocení a slovní zhodnocení.

Tabulka 5: Výsledky hodnocení varianty

(Zdroj: vlastní zpracování)

Celkové hodnocení	155
Celkové hodnocení %	80,55555556
Celkové hodnocení	Vyhovující

1.1.8 Fuzzy modelování v MATLAB

MATLAB (zkratkové slovo odvozené z „*MATrix LABoratory*“) je vysokoúrovňový programovací jazyk a stejnojmenný interaktivní softwarový nástroj vyvíjený společností *MathWorks*. Původně vznikl v 70. letech na akademické půdě jako nástroj pro práci s maticemi pomocí jednoduchých předdefinovaných funkcí a instrukcí, ale poté, co se rychle ukázaly široké možnosti jeho uplatnění, se vývoj přesunul do komerční sféry a v 80. letech vznikl první plnohodnotný prodejní produkt, který postupně začal nabízet snazší použití pro větší šíři aplikací v matematice, fyzice, modelování a simulaci, při řešení průmyslových inženýrských úloh atd. [25][26]

Celý ekosystém MATLAB je neustále vyvíjen, přizpůsobován pokroku ve výpočetních technologiích a neustále rozšiřován o nové nástroje podle oborových trendů a novinek. Skriptovací jazyk je v současné době značně multiparadigmatický a kromě práce s maticemi podporuje konstrukce procedurálního, funkcionálního a objektově orientovaného programování. Součástí jádra je řada oficiálních knihoven pro práci s pokročilými matematickými koncepty včetně obyčejných diferenciálních rovnic. Kromě matice lze použít i všechny základní celočíselné a desetinné datové typy [25].

Vývojové prostředí MATLAB je dostupné v podobě desktopové a webové aplikace a vedle tvorby a ladění skriptů v GUI či konzolovém okně umožňuje také konfiguraci a ukládání pracovních kontextů (*workspace*), správu rozšiřujících sad nástrojů (*toolboxes*) atd. Dalším nástrojem je Live Editor, jehož pomocí lze psát interaktivní sešity s formátovaným textem a samostatně spustitelnými „živými“ skripty. Live Editor může být užitečný např. k tvorbě výukových materiálů, protokolů či technické dokumentace a podporuje export do HTML, PDF či zdrojového kódu pro LaTeX [25][27].

Dostupné Toolboxy pokrývají aktuální problematiku mnoha různých oborů, včetně strojového a hlubokého učení, zpracování obrazu, analýzy textu a datové analýzy obecně, zpracování signálů, práce s mapami, finanční analýzy, návrhu elektronických obvodů, diskrétních a spojitých simulací, návrhu a analýzy LTE a Wifi sítí atd. K usnadnění návrhu a implementace systémů s fuzzy logikou lze využít *Fuzzy Logic Toolbox* [28][29].

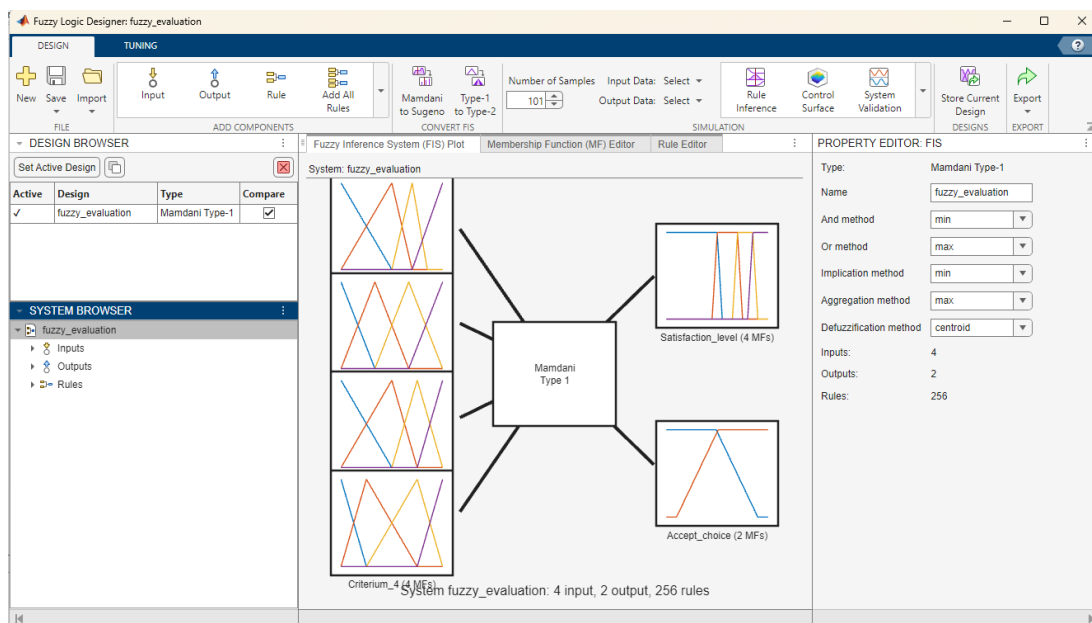
Pro účely teoretické i praktické části této práce bude prostředí MATLAB použito ve verzi *R2023b*. Nejnovější verzi v době dokončování práce je verze *R2024a* z dubna 2024.

Fuzzy Logic Toolbox

Oficiální sada nástrojů pro práci s fuzzy logikou poskytuje rozhraní pro modelování fuzzy inferenčních systémů a jejich propojování do stromových struktur. Pro psaní uživatelských skriptů lze využít programové rozhraní, pro interaktivní tvorbu a snadné udržení přehledu o jednom FIS je vhodné využít grafické rozhraní nástroje *Fuzzy Logic Designer* (viz následující podkapitola). Sada obsahuje funkce ladění fuzzy systémů a umožňuje také trénování systémů ANFIS a simulaci činnosti fuzzy kontrolérů [29][30].

Fuzzy Logic Designer

Rozhraní aplikace *Fuzzy Logic Designer* (FLD) umožňuje provést všechny kroky tvorby FIS. Ve verzi MATLAB R2023b se skládá z pásu návrhových a ladicích nástrojů, levého přehledového podokna, hlavního prostředního podokna, v němž lze přepínat mezi kartami rozhraní určených k vizualizaci a manipulaci všech prvků fuzzy systému, a podokna vpravo, sloužícího k podrobnému nastavení vlastností každého prvku.



Obrázek 17: Fuzzy Logic Designer v Matlab R2023

(Zdroj: vlastní zpracování)

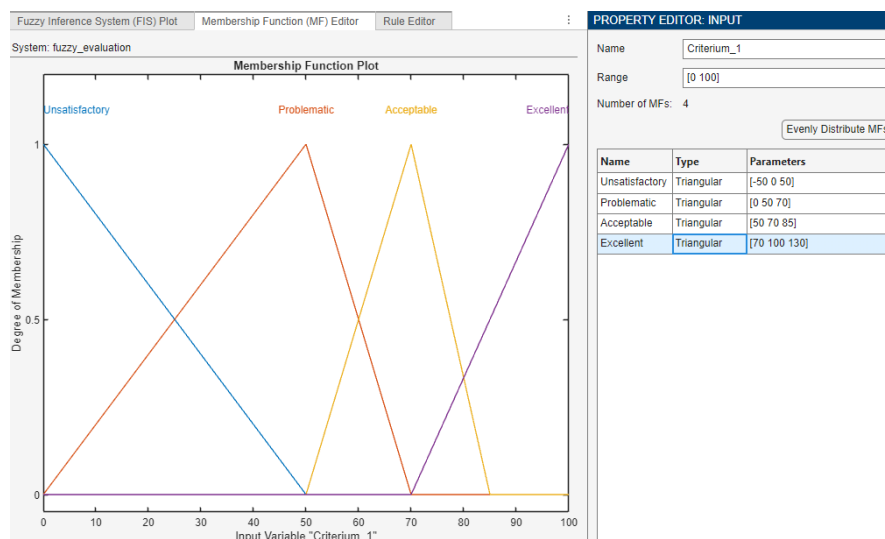
Designer podporuje tvorbu fuzzy systémů *Mamdani* a *Sugeno*, v provedeních typu 1 a typu 2. Volba mezi Mamdani a Sugeno se odvíjí od jejich individuálních charakteristik. Systém Mamdani je všeobecně přijímán jako intuitivnější z hlediska návrhu a interpretace inferenčních pravidel a přímočařejšího výkladu výsledků. Díky těmto vlastnostem se dobře hodí k tvorbě expertních znalostních systémů z hodnotných, avšak nepřesných zkušeností

odborníků na modelovaný problém. Lze jej s výhodou využít tehdy, když je pro manažerské rozhodování vyžadována doplňující sumarizační či zjednodušující informace. Defuzzifikace výstupní fuzzy množiny je provedena některou z metod, které při výpočtu konečného ostrého výstupu využívají celou plochu pod její funkcí členství – často se jedná např. o metodu nalezení geometrického středu (*centroid*) [31].

System Sugeno, také známý jako systém Takagi-Sugeno-Kang, se pro inferenci ve znalostních systémech pro manažerské účely hodí méně, ale lze jej lépe využít k úkonům vyžadujícím vyšší přesnost výsledků, jako jsou například matematické analytické úlohy. Jeho nejvýznamnější předností oproti Mamdani je však výrazně lepší výpočetní efektivita, která plyne z rozdílu ve zpracování fuzzifikovaného výstupu. Výstupní funkce členství daná různými kombinacemi vstupů má buď konstantní nebo lineární průběh a defuzzifikace probíhá výpočtem váženého průměru kombinujícího výstupní funkci s váhami použitých pravidel. Rychlost výpočtu dělá z modelů Sugeno dobrou volbu při implementaci fuzzy kontrolérů musejících často a okamžitě reagovat na změny [31].

Editor členských funkcí

Editor členských funkcí umožňuje zvolit tvary, lingvistické popisy a počet členských funkcí každého vstupního kritéria i výstupu. Na výběr jsou všechny běžné tvary funkcí včetně trojúhelníkového, lichoběžníkového, S a Z, zvonového či Gaussovy křivky. Nastavení parametrů udávajících okraje množiny a prvek dosahující maxima členství je možné textovým zadáním hodnot nebo interakcí s vizualizačním náhledem vlevo [32].



Obrázek 18: Editor členských funkcí kritéria

(Zdroj: vlastní zpracování)

Editor pravidel

Po definici vstupních kritérií a výstupů v přehledovém okně a editoru členských funkcí je nutné definovat sadu pravidel pomocí daného editoru. Seznam již definovaných pravidel je vidět v levé části snímku obrazovky v obrázku 19. Kombinaci logických operátorů a hodnot kritérií a výsledný výstup lze vyplnit v pravé části. V případě potřeby lze každému pravidlu přiřadit také váhu. Tato verze editoru navíc umožňuje automaticky generovat pravidla pro všechny možnosti kombinací vstupních kritérií, ke kterým následně stačí doplnit expertně stanovené hodnoty výstupů [33].

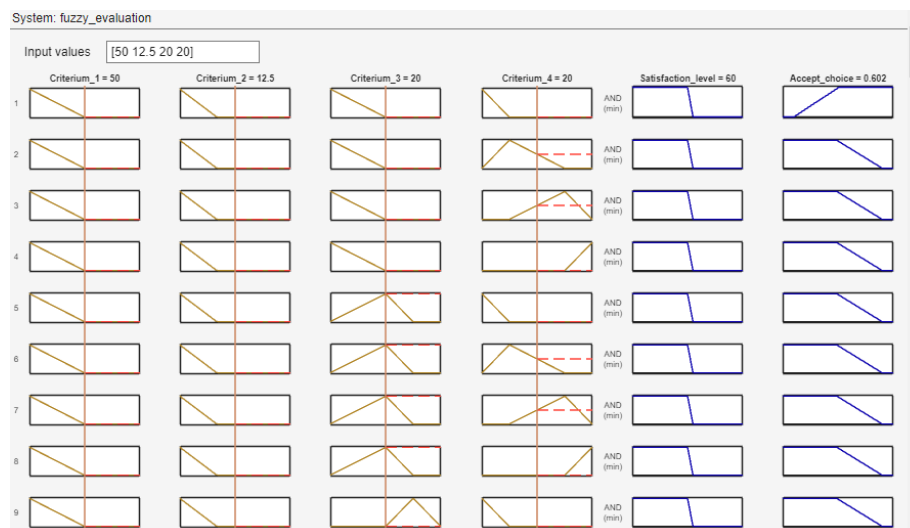
Rule	Weight	Name
1 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Small and Criterion...	1	rule1
2 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Small and Criterion...	1	rule2
3 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Small and Criterion...	1	rule3
4 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Small and Criterion...	1	rule4
5 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Medium and Criteri...	1	rule5
6 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Medium and Criteri...	1	rule6
7 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Medium and Criteri...	1	rule7
8 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Medium and Criteri...	1	rule8
9 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Big and Criterion_4...	1	rule9
10 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Big and Criterion_4...	1	rule10
11 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Big and Criterion_4...	1	rule11
12 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Big and Criterion_4...	1	rule12
13 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Very_big and Criteri...	1	rule13
14 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Very_big and Criteri...	1	rule14
15 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Very_big and Criteri...	1	rule15
16 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is Over_45k and Criterion_3 is Very_big and Criteri...	1	rule16
17 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is 30-45k and Criterion_3 is Small and Criterion_4 ...	1	rule17
18 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is 30-45k and Criterion_3 is Small and Criterion_4 ...	1	rule18
19 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is 30-45k and Criterion_3 is Small and Criterion_4 ...	1	rule19
20 If Criterion_1 is Unsatisfactory and Criterion_2 is 30-45k and Criterion_3 is Small and Criterion_4 ...	1	rule20

Obrázek 19: Editor inferenčních pravidel IF-THEN

(Zdroj: vlastní zpracování)

Náhled inference pravidel

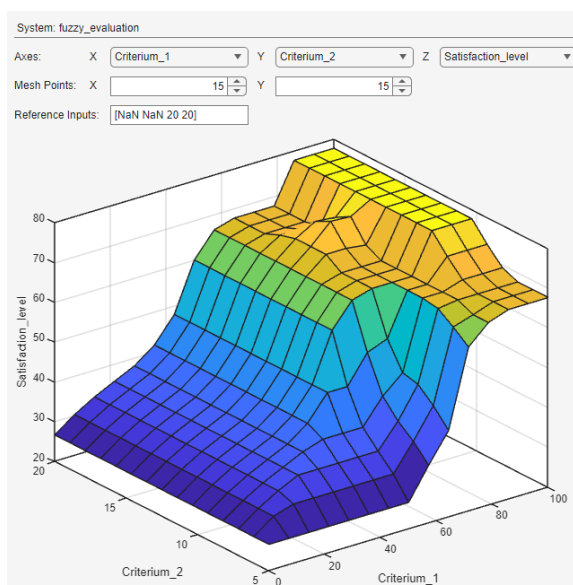
S editorem pravidel úzce souvisí náhled umožňující názornější analýzu sady pravidel (viz obrázek 20). Zde je vyhodnocení každého kritéria v každé kombinaci pravidel z hlediska funkce členství znázorněno také graficky a náhled umožňuje testování různých kombinací vstupů číselným zadáním do textového pole vlevo nahoře nebo posunem hladiny vstupu u každého kritéria – hladina vstupu je reprezentována svislou oranžovou linkou, kterou lze posouvat doleva nebo doprava. Během interakce lze sledovat změny v celkových výsledcích vyhodnocení a na základě kterých pravidel se k daným výsledkům došlo. Jedná se o užitečný nástroj zejména při analýze inferenčních systémů s vyšším počtem kritérií a atributů [34].



Obrázek 20: Interaktivní náhled inference pravidel
(Zdroj: vlastní zpracování)

Náhled povrchu

Klíčovým analytickým nástrojem je náhled povrchu (*Surface Viewer*), který dokáže znázornit hodnoty vybraného výstupu pro libovolnou kombinaci dvou vstupních pravidel v rotovatelném trojrozměrném grafu, který ve svém výchozím nastavení ukazuje závislost mezi hodnotami vstupů na vodorovných osách a výstupní hodnotou na svislé ose. Míra naplnění maximální hodnoty výstupu je znázorněna také barvou, kde tmavě modrá představuje nejhorší a žlutá nejlepší výsledky. Obecným pravidlem je, že vertikální a barevné přechody by měly být co nejplynulejší (s ohledem na počet pravidel). Formulář nad grafem umožňuje měnit významy os a referenční hodnoty všech vstupů [34].



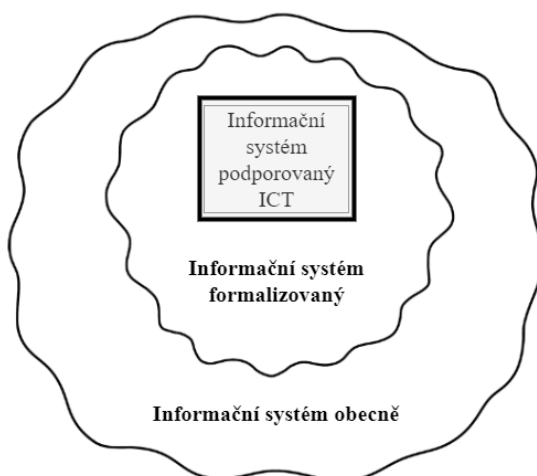
Obrázek 21: Interaktivní náhled pokrytí povrchu
(Zdroj: vlastní zpracování)

1.2 Informační systémy v podniku

Koncem 20. a počátkem 21. století došlo k prudkému rozvoji a široké adaptaci digitálních informačních a komunikačních technologií. Všeobecné rozšíření počítačů, informačních sítí (především internetu), nástup plně mobilní komunikace, elektronického obchodování a zvýšení decentralizace a objemu informací a komunikace vedly ke vzniku informační společnosti, v níž žijeme dnes. Jedním z jejích důležitých rysů je nepopíratelný a rostoucí význam a hodnota aktuálních, pravdivých, přesných a relevantních informací [35].

Tento společenský vývoj má přímý dopad na podnikovou sféru. Podniky v současnosti fungují v prostředí, které se nepředvídatelně rozvíjí a mění. Nutnost dynamicky reagovat na nové výzvy, příležitosti i hrozby, neustále se učit, rozhodovat o aspektech podnikání a současně v rámci všech firemních procesů neustále rychle a užitečně zpracovávat informace vedla k vymezení informačních systémů jako nedílné části podniku [35] [36].

Pod pojmem *informační systém* bývá často myšlen pouze hardware a software pomáhající shromažďovat, uchovávat, transformovat, přenášet a zobrazovat data, která představují základ pro tvorbu informací ochuzený o interpretaci významu. V kontextu organizace lze však vnímat tři roviny informačního systému: *informační systém podporovaný ICT* (HW, SW, strukturovaná digitální data), *informační systém formalizovaný* (doklady, formuláře, zprávy atd. na papíře nebo i digitalizovaná nestrukturovaná data), a *obecně komplexní sociotechnický informační systém* zahrnující také informace a o úroveň výše znalosti a zkušenosti v hlavách zaměstnanců, které nejsou nikde jinde zaznamenány [35]. Pro zaměření této práce mají zásadní význam první dvě roviny, zejména rovina ICT.



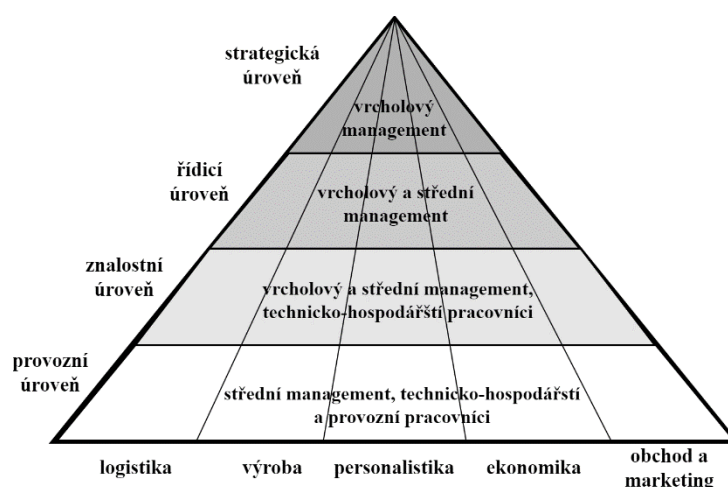
Obrázek 22: Roviny chápání informačního systému v podniku

(Zdroj: vlastní zpracování dle [35, s. 53])

Informační systémy jsou dnes nejen nástroji zajištění základní provozuschopnosti podniku. Vhodný systém může pro podnik znamenat strategický přínos, získání dílčí konkurenční výhody či celkové zvýšení konkurenceschopnosti, posílení dobrého jména podniku a zvýšení výkonnosti a kvality podnikového řízení [35].

1.2.1 Dělení podnikových IS

V prostředí podniku lze informační systémy klasifikovat podle horizontální organizační úrovně či úrovní, které mají za úkol podporovat. Často se jedná o rozdělení na úroveň provozní, znalostní, řídicí a strategickou. Schéma rozdělení lze vidět v obrázku 23.



Obrázek 23: Informační pyramida podle organizačních úrovní podniku

(Zdroj: vlastní zpracování dle [36, s. 74])

Na **provozní** úrovni se zpracovávají informace o rutinní agendě podniku (např. zakázky, nákupy, prodeje, platby atd.). IS zde tedy reaguje na plnění každodenní činnosti. Na úrovni **znalostní** jde především o samotné aplikace podnikového informačního systému (ERP, CRM, ...), ale řadí se sem i osobní pracovní prostředky včetně kancelářských aplikací a softwaru určeného k podpoře týmové práce (tzv. *groupware*). Úroveň **řídicí** požaduje informace nezbytné k plnění administrativních úkolů, kontrole správného fungování organizace a podpoře rutinního i mimořádného rozhodování. Na této úrovni je důležitá zejména tvorba reportů obsahujících souhrny výsledků činnosti firmy. **Strategickou** úroveň pokrývají informační systémy, které napomáhají vrcholovému managementu rozpoznat dlouhodobé trendy uvnitř i vně organizace, predikovat změny a určit, jestli a jak na ně podnik zvládne reagovat [36].

Úžeji zaměřené informační systémy lze také rozdělit podle toho, jakou oblast procesů firmy podporují, přičemž tyto oblasti jednotlivé úrovně organizace vertikálně protínají.

1.2.2 Personální systémy

Personálním informačním systémem (PIS) je myšlen takový IS, který vzhledem ke svým možnostem může být využit k podpoře procesů v oblasti řízení a správy lidských zdrojů.

Jako docházkový systém bývá označován systém, jehož funkcí je především nebo pouze zaznamenávání času příchodů, odchodů a pracovních přestávek zaměstnanců. Součástí docházkového systému je v dnešní době často také přístupový systém terminálů využívajících k řízení přístupu čipové RFID karty nebo biometrické technologie jako jsou snímače otisků prstů atp. Docházkový systém může však být součástí či úzkou integrací systému personálního a v praxi se funkce obou typů systémů často překrývají či doplňují v rámci jednoho softwarového produktu.

V této práci bude ve většině souvislostí používáno buď označení *personálně-docházkový systém* nebo jen *personální systém*, protože tato pojmenování zahrnují podporu procesu docházky a pojem *docházkový systém* je oproti nim významově příliš úzký.

Architektura personálních systémů

Architektonicky se k systémům pro podporu personalistiky mohou řadit víceoblastní systémy typu ERP (*Enterprise Resource Planning*), tedy systémy, které obvykle pokrývají plánování podnikových zdrojů ve více oblastech řízení, jejichž šíře a míra pokrytí je obvykle dána konkrétní podobou implementace v daném podniku. V případě, že jsou adekvátně podporovány procesy z oblasti personalistiky, lze hovořit o personálním systému. Výhodou této architektury je okamžitá vysoká míra propojenosti s dalšími oblastmi v rámci jediného řešení a umístění všech dat v jedné databázi [37].

Druhým možným přístupem je volba personálního systému, který je zaměřen na podporu jednoho procesu nebo skupiny procesů, které k sobě mají blízko. V takové situaci se jedná o *procesní informační systém*. V případě této volby má personální systém samostatnou databázi a potřebný tok informací mezi dalšími systémy je nutné zařídit dodatečnou vzájemnou integrací. Výhodou tohoto přístupu však může být větší míra flexibility a specializace. Může se jednat o dobré řešení pro menší a střední firmy [37].

V obou případech je žádoucí, aby software umožňoval dobrou přizpůsobitelnost a rozšiřitelnost, tedy aby byl dostatečně modulární a vymezení modulů odpovídalo jednotlivým podporovaným procesům. [37].

Podporované procesy

Personální systémy mohou podporovat velkou šíři procesů napříč všemi úrovněmi podnikové organizace. Základem bývá personální administrativa spojená s jednotlivými zaměstnanci či uchazeči o zaměstnání včetně personální evidence (základní osobní údaje, kontakty, dosažená kvalifikace, rodinný stav, pracovní smlouva a pozice, absence a nárok na dovolenou, ...) , k níž mohou patřit také statistiky (dlouhodobé u jednoho zaměstnance, vývoj či současný stav složení zaměstnanců z hlediska demografie, výše a vývoj mezd, ...) a s nimi spojené reportování. Souvisejícím procesem je i formování personálu organizace z hledisek plánování, náboru či propouštění [37].

Důležitým procesem je evidence pracovní doby kam by mělo patřit sledování, přesčasů, noční práce, pracovní pohotovosti, zaznamenávání příchodů, odchodů a přestávek (obvykle s využitím automatizovaného docházkového systému) evidence podmínek a povahy či náplně práce atp. Bývá zahrnuta tvorba dokladů o evidenci pracovní doby v souladu se zákoníkem práce a pracovního výkazu, který je vstupem pro tvorbu mezd. Tyto informace mohou úzce souviset s odměňováním na individuální bázi nebo na bázi mzdových zařazení, zpracováním mezd a mzdovým reportingem [37].

Kromě základní evidence, práce a pracovní doby, tvorby mezd atd. může na procesní a znalostní úrovni také probíhat například evidence zaměstnaneckých benefitů, řízení BOZP či svěřeného firemního inventáře[36].

Kontinuálním procesem, na který je v současnosti kladen velký důraz, je rozvoj lidských zdrojů, který má přispět ke zvýšení výkonu zaměstnanců, posílení konkurenceschopnosti a také má být motivačním faktorem. PIS může pomoci např. moduly pro zpětnovazebné hodnocení pracovníků či plánování a realizaci vzdělávání [36][37].

Vrcholovému managementu by měl PIS usnadnit zajištění plnění povinností vedoucího zaměstnance a poskytuje důležité souhrnné ukazatele současného stavu i dlouhodobého vývoje vyplývající ze všech sledovaných procesů nižších úrovní, včetně např. mzdových nákladů, ukazatelů kvality lidských zdrojů (nemocnost, motivační faktory, fluktuace, ...). Tato procesní oblast je blízce spojena s personálním controllingem, který v posledních letech přešel od pouhé evidence a zpětného ověřování ke tvorbě plánů a prognóz. Protože lidé jsou klíčovým faktorem prosperity podniku, musí controlling vycházet z velmi dobrých dat, udržování jejichž kvality musí personální systém adekvátně zajišťovat [37].

Bezpečnost a ochrana informací

Motivací pro bezpečnost personálních informačních systémů je na první pohled především ochrana osobních údajů zaměstnanců, ale v širších souvislostech se jedná také o ochranu skutečností, jež mohou mít citlivou povahu pro samotnou společnost, např. data týkající se mezd, podrobnosti smluv s důležitými zaměstnanci atd. Únik či ztráta těchto informací přitom může mít závažné důsledky plynoucí z porušení zákonných povinností, ztráty příležitosti či dlouhodobé důvěry zaměstnanců a partnerů [37].

Klíčovými zásadami pro ochranu systémů a dat před možným poškozením, narušením integrity nebo úplnou ztrátou je především její soustavnost, neustálá kontrola nastavení bezpečnostních a ochranných politik, techniky i osob s přístupem. Hrozby systému přitom mohou přicházet zvenčí (hackerské útoky založené na softwarovém inženýrství, zneužívání známých zranitelností SW atp. s cílem poškodit firmu, žádat výkupné nebo odcizit osobní nebo citlivá data), zevnitř (např. sabotáž či zásah do mezd provedený zaměstnancem) nebo ze strany selhání HW a SW technických prostředků [37].

Neustálá přítomnost bezpečnostních hrozeb a množství potenciálních zranitelností dohromady tvoří mnoho často závažných rizik, jimž jsou informace v IS vystaveny. Odtud pramenila potřeba vytvoření různých doporučení a norem, z nichž u nás dobře známé jsou zejména normy řady ISO/IEC 27000 Systém řízení bezpečnosti informací (ISMS). Protože zaměstnavatel je nevyhnutelně také správcem osobních údajů, vznikají u něho v českém prostředí také zákonné povinnosti o ochraně osobních údajů dle zákona č 101/2000 Sb. o ochraně osobních údajů a zákona č. 110/2019 Sb. o zpracování osobních údajů v podobě upravující zavedení nařízení EU GDPR [37] [38].

K dostatečné úrovni bezpečnosti automatizovaného softwarového řešení IS lze přispět především zajištěním bezporuchového provozu ICT dle organizačních norem nebo SLA (*Service Level Agreement*), zajištění dodržování zásad bezpečného používání ICT uživateli školeními a kontrolami, ochranou datových nosičů a šifrováním síťových datových přenosů, vhodnou politikou zálohování a obnovy dat a SW, používáním dostatečné antivirové ochrany na klientských i serverových zařízeních zajištěním síťové bezpečnosti v organizaci a aplikační bezpečnosti automatizovaného řešení, a množstvím dalších postupů z spadajících pod oblasti personální, administrativní, fyzické a technické bezpečnosti a bezpečnosti informačních systémů [37].

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza současného stavu je zásadním krokem pro stanovení situace uvnitř a vně zkoumané společnosti a její závěr bude výchozím bodem návrhu řešení. Zkoumaná společnost je nejdříve blíže představena. Následně je provedena PESTLE analýza jejího obecného okolí a analýza užšího oborového okolí realizovaná s využitím Porterova modelu pěti sil. K bližší charakteristice situace uvnitř společnosti je použita Mckinseyho analýza 7S. Výstupy z těchto dílčích analýz jsou nakonec shrnuty pomocí SWOT analýzy silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb, kvantifikované metodami IFE a EFE.

Po provedení celkových strategických analýz, ze kterých plyne vhodnost zavedení nového docházkově-personálního systému do společnosti, je učiněn závěr celé analýzy a na základě relevantních informací z analýz, rozhovorů s některými nadřízenými pracovníky firmy a dodatečných postřehů autora o personálních procesech a specifikách firmy jsou sepsány neformální požadavky. Na těchto požadavcích je dále založena volba výběrových kritérií a konkrétní podoby jejich atributů v prvních krocích návrhové části v následující kapitole.

Vzhledem k citlivé povaze některých informací obsažených v následujících analýzách vycházejících z neuveřejňovaných skutečností, je firma pro účely textu této práce pseudonymizována a nejsou citovány dohledatelné zdroje. Informace o společnosti pocházejí z oficiálních webových stránek společnosti a interních znalostí autora.

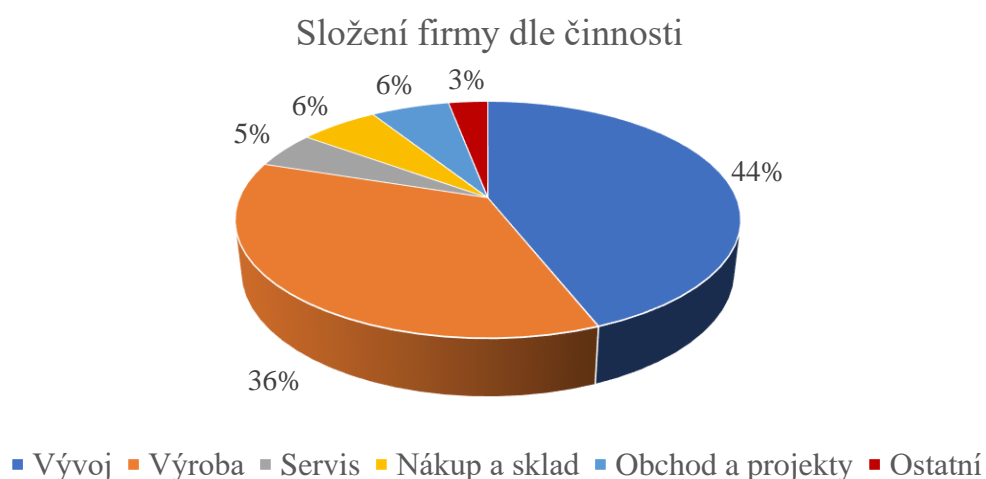
2.1 Představení společnosti

BBE Trans s. r. o. je středně velká společnost se sídlem v České republice. Jejími hlavními předměty podnikání jsou zakázkový vývoj a výroba hardwaru a vývoj, výroba a dlouhodobá podpora inteligentních integrovaných ICT řešení pro veřejnou hromadnou dopravu a dynamické systémy řízení silniční dopravy. Nejdůležitějšími zdroji příjmů jsou pro ni zakázky z veřejných konkurzů.

Společnost byla založena počátkem 90. let se zaměřením na výrobu a vývoj specializované elektroniky pro oborová řešení. V té době již vycházela ze zkušeností na realizacích lokálně významných projektů a akademického pozadí zakladatele a ředitele, který je absolventem a bývalým pracovníkem renomované technické univerzity.

Po patnáctiletém období existence v podobě malé firmy zaměřené na vývoj a výzkum v oblasti návrhu hardware doplněné o spíše malou výrobní divizi došlo před rokem 2010 k rychlému rozvoji. Byla spuštěna vlastní linka na osazování plošných spojů a také došlo k poslednímu kroku specializace firmy převážně na technologie pro hromadnou dopravu a chytré řízení silničního provozu.

Z konce období této expanze pochází také první komplexní aplikační software pro veřejnou dopravu osob, především aplikační firmware pro autobusové palubní počítače, na svou dobu moderní a komplexní dispečerský systém a administrativní systém pro back-office dopravních podniků. Směřování firmy mělo za následek skokové rozšíření o nové týmy softwarových vývojářů. Výrobní, inovační a kapacitní možnosti poté v roce 2017 zvýšil přesun do nových prostor. V novém zázemí dosáhl podnik stávající velikosti.



Obrázek 24: Personální složení firmy BBE Trans dle činnosti

(Zdroj: vlastní zpracování dle webových stránek společnosti)

V současnosti firma stabilně osciluje okolo počtu přibližně 60 zaměstnanců. Jak je patrné z diagramu v obrázku 24, téměř polovinu z nich tvoří zaměstnanci vývoje a s malým odstupem následují pracovníci výroby. Ostatní oblasti činností včetně obchodu, řízení projektů, nákupu a skladu a servisních služeb, dohromady představují pouze pětinu.

Mezi zařízení vyvíjená a vyráběná ve společnosti patří např. vozidlové řídicí jednotky, zastávkové a autobusové informační panely s displeji LED či E-Ink, ohlašovací audiosystémy, pokladny, validátory jízdenek, palubní Wifi, LTE a radiové moduly atd. Chytré řízení dopravy je realizováno vlastní technologií koordinace křižovatek a vozidel. Dopravním podnikům společnost nově nabízí také platební a transakční systém.

2.2 PESTLE analýza obecného okolí

Analýza PESTLE (v jiných podobách také PEST, PESTE, SLEPT, ...) je business analýza, která slouží ke zkoumání faktorů na úrovni makrookolí, v němž organizace provozuje svou činnost. Makrookolím jsou myšleny obecné dlouhodobé nebo aktuálně platné podmínky na světě nebo v regionu, v jejichž kontextu firma existuje, které mají na organizaci vliv a jimž by měla odpovídat její strategie. Varianta PESTLE zkoumá faktory **Politické, Ekonomické, Sociální, Technologické, Legislativní a Ekologické** [39].

Přestože firma v určité míře působí v zahraničí, analýza se zabývá především podmínkami českého okolí, výjimečně v širším kontextu Evropské unie. Analýza je všeobecná (jsou zastoupeny faktory dotýkající se různých funkčních strategií firmy), avšak vzhledem k vymezení tématu této práce převládá snaha zaměřit se spíše na ty, které mohou mít přímý nebo nepřímý vliv na funkční strategie IT a řízení lidských zdrojů.

2.2.1 Politické faktory

Státní podpora

Česká republika se zaměřuje na rozvoj a integraci moderních technologií v oblasti dopravy, se zvyšujícím se důrazem na inteligentní dopravní systémy (ITS). Např. akční plán od Ministerstva dopravy ČR, detailně popisuje vizi a strategii pro efektivní rozvoj ITS do roku 2027, ale obsahuje výhled až do roku 2050 a projekty v této oblasti stále pokračují. Produktové portfolio společnosti tuto situaci dobře reflektuje v oblasti produktové nabídky pro dopravní podniky i řešení v oblasti optimalizovaného řízení silničního provozu včetně inteligentních křižovatek, přednostních průjezdů vozidel záchranných služeb či snížení nákladů a emisí autobusového provozu [40].

Zahraniční politika

Na společnost přímo zapůsobilo propuknutí války na Ukrajině a s ní související sankce a odklon soukromého sektoru v Evropské unii od obchodování s Ruskou federací. Těsně před vypuknutím konfliktu dokončila společnost implementaci dispečerského systému pro Petrohrad, ruská strana však již za systém nezaplatila. Důsledkem byla okamžitá ztráta příjmů, dlouhodobá ztráta potenciálního trhu a frustrace zapojených zaměstnanců.

Obchodní politika

Česká republika je členem EU a má otevřenou proexportní obchodní politiku – export tvoří více než 70 % HDP české republiky [41]. Díky tomu může společnost snadno

nabízet své produkty a služby v zemích Evropské unie, o což se také snaží. V době psaní této práce jsou důležitými zákazníky firmy především tři zahraniční městské dopravní podniky, a to v Chorvatsku, v Bulharsku a v Řecku.

2.2.2 Ekonomické faktory

Důsledky inflace

Počátkem roku 2024 dochází ke stabilizaci inflace oproti pádivé inflaci roku 2023 a ČNB do budoucna míří na úroveň meziroční inflace kolem 2 % [42]. Se zpožděním se však stále projevuje tlak na zvyšování nominálních mezd zaměstnanců, kteří jsou dosavadní situací vyčerpaní, a důsledkem může být větší sklon zaměstnanců jít za výnosnějšími nabídkami práce s lepšími benefity apod. Dosavadní inflace navíc měla za následek pokles reálné mzdy občanů ČR. To je může přimět k úsporným opatřením na osobní úrovni, mezi která může patřit i využití hromadné spíše než automobilové dopravy. Zvýšení vytížení hromadné dopravy může vést k vyšší poptávce po produktech společnosti – dopravní podniky mohou mít zájem o modernizaci a rozšíření technologií.

Ekonomická stagnace

Zpomalení růstu ekonomiky, které v posledních letech dopadlo na většinu států Evropské unie, může mít střednědobě za následek méně lukrativní veřejné zakázky v důsledku snah států a místních samospráv o úspory. Příмым důsledkem úsporných opatření by bylo zmenšení obrátu firmy, protože dopravní podniky bývají dotovány státem.

Pokles úrokových sazeb

Během období vysoké inflace ČNB vyhlášovala poměrně vysoké úrokové sazby (repo sazby až 7 % v roce 2022 a 6,75 % v roce 2023), v posledních měsících (do května 2024) však sazby postupně klesají. Tento trend může znamenat příležitost pro společnosti zvýšit své investiční aktivity a rozvíjet možnosti svých podniků, ať už v oblasti rozvíjení svých silných stránek nebo rozvíjení těch slabších [43].

2.2.3 Sociální faktory

Stárnutí populace

Populace České republiky stárne. Průměrný věk v roce 2022 činil 42,6 let a přibývá osob v důchodovém věku [44]. Firma může v budoucnu zaznamenat vyšší poptávku po inovativních asistenčních a jiných řešeních usnadňujících cestování hromadnou dopravou seniorům a osobám se zdravotním omezením.

Nedostatek odborníků

Přestože se v průběhu roku 2023 začal zmenšovat nepoměr mezi dostupnými pracovními pozicemi a odbornými pracovníky v oblasti vývoje ICT [45], vysoká poptávka po skutečně kvalifikovaných zaměstnancích s kvalitním vzděláním a technickým know-how stále trvá. Středně velká firma typu zkoumané společnosti nemůže mzdově konkurovat velkým nadnárodním společnostem a nabízet oborově nadprůměrné nástupní platy, a je tudíž v jejím zájmu udržet si odborníky na všech klíčových pozicích a starat se o jejich celkovou každodenní spokojenost a zaměřit se na jejich profesní rozvoj.

Nízký podíl žen v IT

Dlouhodobým tématem odvětví informačních a komunikačních technologií je nedostatek žen, zejména na vývojářských a administrátorských pozicích. Tato situace na trhu práce se odráží i v analyzované společnosti. Vzhledem k všeobecně uznávaným výhodám vyrovnaněji smíšeného pracovního kolektivu oproti kolektivu silně homogennímu by mohlo být pro firmu přínosné se zaměřit na nábor talentovaných kandidátek.

2.2.4 Technologické faktory

Digitalizace a konektivita

Široké přijetí IoT (*Internet of Things*), moderní infrastruktura datových sítí a neustálý rozvoj těchto oblastí ICT vytvářejí vhodné podmínky pro snadnou implementaci a efektivní provoz inteligentních dopravních řešení.

Digitalizace a automatizace firemních procesů

Digitizace dat, digitalizace procesů a dlouhodobá digitální transformace je v současnosti v plném proudu ve veřejném i v soukromém sektoru. Automatizace provozních firemních procesů s využitím informačních systémů a nástrojů na bázi digitálních technologií je dnes dobře známým způsobem, jak snížit náklady, zvýšit produktivitu, ušetřit čas či snáze zajistit dodržování platné legislativy. Společnost *BBE Trans* je v tomto ohledu značně konzervativní a lze očekávat, že již v současnosti se jedná o značný nedostatek, jehož následky se budou do budoucna jen prohlubovat, nedojde-li k rozvoji této oblasti.

Zvyšování míry automatizace s cílem zefektivnit výrobní procesy a snížit náklady je dlouhodobě běžné napříč všemi průmyslovými odvětvími, ať už se jedná o zavádění plně automatizovaných výrobních linek nebo v posledních letech o zavádění cobotů spolupracujících s lidskými operátory [46].

Rozvoj umělé inteligence

Technologickým faktorem, jehož význam v roce 2024 pravděpodobně dále poroste, je překotný rozvoj generativní umělé inteligence. Zejména od veřejného testovacího spuštění nástroje *ChatGPT* v listopadu 2022 je možné pozorovat rostoucí zájem veřejnosti o využití AI a snahu mnoha organizací o její integraci do softwarových nástrojů. Firmy očekávají, že její využití povede ke zvýšení efektivity firemních procesů a produktivity jednotlivců i celé organizace [47][48]. Pro firmu zde vzniká příležitost naučit své zaměstnance s výhodou využívat pomoci AI asistentů a také možnost asistenty integrovat do svých softwarových produktů. Na druhou stranu si však zaměstnanci mohou připadat ohrožení a generativní AI v rukou útočníků bude nevyhnutelně znamenat nové nároky na firemní informační bezpečnost a kyberbezpečnost [49].

2.2.5 Legislativní faktory

Evidence údajů o zaměstnancích

Zaměstnavatelé mají zákonné povinnosti evidovat některé informace o svých zaměstnancích, jako jsou výsledky povinných zdravotních prohlídek, pracovní (skutečně odpracovaná) pracovní doba, plnění pravidelných školení BOZP a pracovní úrazy. Dále má zaměstnavatel právo sbírat dodatečné informace nezbytné pro výběrové řízení či výkon práce, a naopak nesmí shromažďovat údaje, jež je možno považovat za citlivé (náboženské vyznání, sexuální orientace, národnost atd.) [50]. Dnes je standardní praxí zajistit důležitou evidenci a dodržování litery zákona s podporou vyhovujících HR/docházkových informačních systémů a správně nastavených procesů.

Požární bezpečnost

Podle českého zákona o požární ochraně spadá pracoviště společnosti vzhledem ke zde provozovaným výrobním aktivitám do kategorie se zvýšeným požárním nebezpečím. Z toho vyplývají dodatečné povinnosti ohledně podmínek na pracovišti, osobních ochranných prostředků, přítomnosti a umístění hasicích přístrojů a zdrojů vody apod. Důležitou povinností jsou i pravidelná školení a odborná příprava zaměstnanců o požární ochraně (která významně přesahuje základní školení BOZP) [51]. Firma musí o všech těchto školeních vést důslednou evidenci, což může usnadnit odpovídající personální informační systém.

Chystaný zákon o kybernetické bezpečnosti

V době psaní této práce je připravován zákon implementující evropskou směrnici NIS2 do českého právního systému. V době odevzdání této práce není známa jeho konečná podoba, ale na základě obsahu směrnice NIS2 lze odhadnout, které firmy se budou muset přizpůsobit novým pravidlům a splnit dodatečné požadavky. Změna se dotkne dodavatelů a provozovatelů ICT systémů tvořících kritickou informační infrastrukturu. Pod kritickou infrastrukturu spadá mimo jiné voda, zásobování, zdravotnictví, energetika, finanční sektor, státní správa a doprava [52] [53]. Společnost *BBE Trans* tedy patří mezi subjekty, které budou muset provozovat svou činnost v souladu s novými pravidly. Vedle právních úkonů bude nutná kontrola a případné přizpůsobení, modernizace a odpovídajícím způsobem provedené zabezpečení vývojového cyklu, softwarových produktů, osobních, citlivých či z jiného důvodu utajovaných dat napříč firemními procesy a obecně zvýšit úroveň informační a kybernetické bezpečnosti. Tyto procesy lze snadno zmodernizovat nákupem vhodných informačních systémů, a tím přenést část odpovědnosti k dodavateli.

2.2.6 Environmentální faktory

Klimatické změny

Globální oteplování se projevilo nárůstem průměrných teplot během roku a extrémními teplotami v létě, přičemž rok 2023 byl nejteplejším zaznamenaným rokem v historii [54]. Tento jev je nutné zohlednit např. při návrhu a výrobě zastávkových panelů a jiných outdoorových zařízení které musejí být odolné vůči přehřívání při činnosti v podmínkách tropických veder. Dopad letních měsíců však pocítí především zaměstnanci, kteří pracují v částech firmy, v nichž chybí klimatizace – hrozí snížení produktivity a zdravotní potíže.

Udržitelnost

Udržitelnost je v dopravním sektoru důležitým tématem a otevírá nové příležitosti pro firmy nabízející ekologické technologie. Firma tuto skutečnost již zohledňuje ve své produktové nabídce např. zastávkovými panely se solárním napájením, ale příležitostí lze do budoucna očekávat mnohem více.

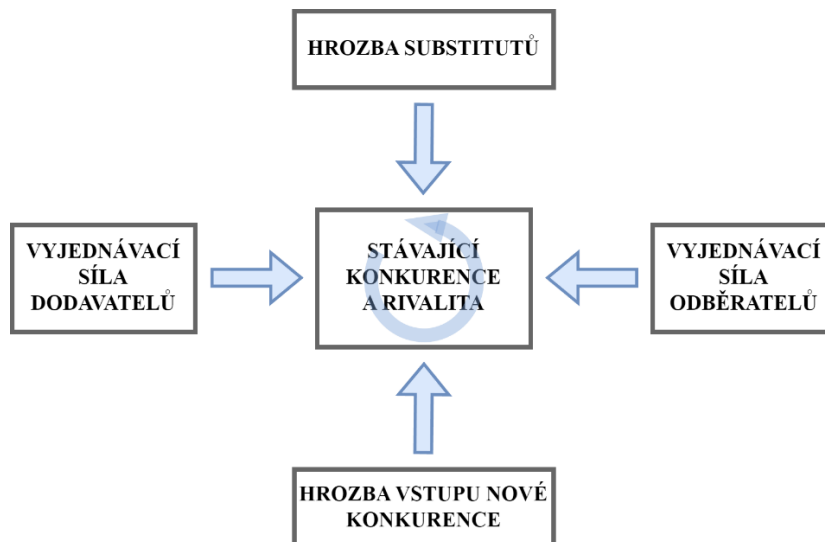
Nedostatek výrobních surovin

Nedostatek některých surovin, např. lithia pro výrobu baterií, může vést k výpadkům dodavatelů elektronických komponent, a tedy k omezení produkce a zvýšení výrobních nákladů mnoha typů zařízení.

2.3 Porterova analýza pěti sil

Analýza pomocí Porterova modelu pěti sil slouží k získání lepšího pochopení vlivů, které působí na společnost přímo v jejím oborovém okolí (odvětví). Jejím cílem je odhadnout síly těchto vlivů a z nich plynoucí způsob, jímž se v daném odvětví dělí ekonomická hodnota mezi jednotlivé hráče. Zamýšleným efektem analýzy je pochopení každé síly a popsání její intenzity pro získání lepšího pochopení celkové dynamiky odvětví. Na základě vhledu do této dynamiky může společnost přizpůsobit svou strategii.

Schéma modelu pěti sil je znázorněno na obrázku 25. Dílčími silami jsou **vyjednávací síla dodavatelů**, **vyjednávací síla odběratelů**, **stávající konkurence a rivalita** v odvětví, **hrozba vstupu nové konkurence** do odvětví a **hrozba substitutních produktů a služeb**.



Obrázek 25: Porterův model pěti sil

(Zdroj: vlastní zpracování dle [55])

Oborovým okolím, v němž společnost operuje, je rozuměna především poměrně specializovaná oblast zakázkového vývoje a výroby software a hardware pro využití v dopravě. Vzhledem k tomu jsou pro něj charakteristické úzce dané zákaznické potřeby a jasně daní tvůrci poptávky. Konkurenční prostředí je podobně jako v PESTLE analýze omezeno hlavně na český trh s menším přesahem do okolních střeoevropských států, zejména na Slovensko. S výjimkou některých dodavatelů jsou jednotlivé síly působící na *BBE Trans* spíše lokálního významu, což koresponduje s její velikostí a ambicemi vedení.

2.3.1 Vyjednávací síla dodavatelů

Vedle dodavatelů vybavení běžného zázemí firmy, které se z větší části neodlišuje od dodavatelů pro jiná kancelářská prostředí (a jejichž vyjednávací síla vzhledem k počtu odběratelů a dodavatelů tedy není zvlášť významná) jsou pro firmy v odvětví klíčoví především dodavatelé specializované výrobní techniky a nástrojů pro vývoj hardware, a dále výrobci elektronických a mechanických výrobních komponent.

V oblasti elektronických komponent jako jsou mikrokontroléry, senzory, periferní ovládací zařízení, akumulátory apod. je vyjednávací síla dodavatelů spíše malá, protože většinou existuje velké množství substitutů a velkoobchodní marže jsou všeobecně nízké, takže dodavatelé mají zájem o co nejvyšší úspory z rozsahu ve výrobě a velké celkové objemy prodeje. Společnost dlouhodobě objednává většinu tohoto typu komponent přímo u čínských výrobců nebo u regionálních velkoobchodních přeprodejců těchto výrobních společností a jedná se o přístup běžný i u jejich konkurentů. Některé typy součástek si však zejména větší firmy v odvětví vyrábějí i samy, nebo jsou na to alespoň vybaveny.

Vyjednávací síla dodavatelů mechanických součástek, např. plastových šasi označovačů na jízdenky, je však o poznání větší, protože musejí být často vyráběny zakázkově přesně podle návrhu firmy. Jedná se o klíčové vstupy pro podnikání firem, které mají unikátní charakteristiky odpovídající zaměření na dopravu, a nahrazení zavedeného dodavatele novým může být obtížné. Tyto firmy navíc obvykle disponují know-how a kapitálem k reorientaci na jiný podobný výrobní trh a nejsou proto závislé na poptávce přicházející z úzce specializovaného trhu technologií inteligentní dopravy.

2.3.2 Vyjednávací síla odběratelů

Odběrateli produktů a služeb společností jsou především krajské a městské dopravní podniky a státní dopravci. V menší míře se jedná i o dopravce soukromé. Tato dynamika je v podmínkách střední Evropy dána historickým vývojem, protože soukromí dopravci začali vstupovat do hry až v průběhu 90. let. Zakázky na projekty související s řízením silniční dopravy pocházejí nejčastěji přímo od místních samospráv nebo krajů.

Protože se z pohledu společností jedná o potenciálně výnosné projekty ve stabilně rozvíjejícím se odvětví, které mnohdy vedou ke dlouholeté spolupráci, a významných zákaznických subjektů je omezený počet, mají odběratelé v odvětví velmi silnou pozici. Kromě toho obvykle nakupují ve velkém množství a s velkými časovými odstupy (řádově

často mnoho měsíců nebo let) mezi významnými zakázkami. Tato dynamika jejich vyjednávací sílu ještě zvyšuje.

Z povahy veřejných zakázek, kde je kladen důraz na férovou hospodářskou soutěž a upřednostňování nízké ceny za dostatečnou kvalitu řešení je pro odběratele v mnoha případech výhodnější nakupovat od více dodavatelů než od jednoho, a navíc je často povinen dělit velké a složité záměry na projekty, jejichž realizaci poptává zvlášť. Stejný důsledek má postupná modernizace trvající i několik let. Proto bývají vyhlašovány soutěže na dílčí části komplexních řešení (např. jedna firma dodává palubní počítače a jiná zastávkové panely či dispečerský software), a po realizujících společnostech je vyžadována vzájemná integrace jejich produktů s konkurencí. Firmám v odvětví nenahrává ani to, že mnohé výrobky musejí být do značné míry standardizované a jejich klíčové vlastnosti a funkce jsou poměrně podobné (viz 2.3.5).

2.3.3 Stávající konkurence a rivalita

V ČR přímou konkurenci společnosti představuje jenom několik významných firem, přestože v reakci na nárůst poptávky po vysoce integrovaných inteligentních řešeních v oblasti hromadné dopravy a řízení silničního provozu, kterou je možné pozorovat především od začátku milénia, jich postupně přibývá.

Tradiční konkurenci tvoří především střední a velké české firmy, které stejně jako *BBE Trans* vesměs vznikly na počátku 90. let. Nejdéle zavedenou a největší z nich je společnost *AŽD*, která vznikla privatizací státního podniku zaměřeného na automatizaci železniční dopravy. Oblasti její činnosti však významně přesahují vymezený obor, a protože z hromadné dopravy cílí především na vlakovou dopravu a metro včetně provozu několika linek, je přímou konkurencí spíše ve výrobě zastávkových panelů a systémech řízení křižovatek. Přestože se tedy jedná o firmu s více než 1700 zaměstnanci, ti pracující na produktech přímo soutěžících s produkty *BBE Trans* představují pouhý zlomek její celkové velikosti [56].

Oborově bližším tradičním konkurentem je *Mikroelektronika spol. s r. o.*, která sice také svým polem působnosti přesahuje český trh i vymezenou oblast, nicméně její produktové portfolio hardwaru i softwaru pro dopravu se překrývá s nabídkou *BBE Trans*. Jejimi nejvýznamnějšími výrobky jsou jízdenkové validátory a palubní počítače. S 260 zaměstnanci je více než čtyřikrát větší [57]. Celkově jde o velmi významného konkurenta.

Dalším velmi blízkým konkurentem společnosti je firma *BUSE* sídlící v Blansku, která se přednostně zaměřuje právě na řídicí jednotky a periferie přímo pro autobusy včetně audiosystémů, displejů, kamer, počítání cestujících atd. Navíc nabízí i zastávkové panely. Na druhou stranu v jejím portfoliu nejsou zastoupeny odbavovací systémy. Se 120 zaměstnanci se jedná o dalšího důležitého konkurenta, nicméně někdy se jeho výrobky s nabídkou *BBE Trans* mohou doplňovat [58].

Menšími konkurenty zkoumané firmy na českém i slovenském trhu je jednak společnost *Telmax* (jedná se o malou střední firmu, která se zaměřuje primárně na označovače jízdenek a řidičské trenažéry) a společnost *EMTest* se sídlem v Žilině, která je s analyzovanou firmou srovnatelná velikostně a do značné míry nabízí i podobné kategorie produktů, v době provádění této analýzy je však silně zadlužená [59][60].

BBE Trans je v kontextu blízké konkurence spíše menší společností a významně čerpá ze své dlouholeté tradice, pozice budované od raných dob odvětví a jisté míry diferenciací, již se jí podařilo vybudovat (viz 2.3.5). V odvětví existuje středně silná rivalita, která je dlouhodobě spíše na vzestupu, nicméně konkurenti spolu často musejí do jisté míry vzájemně spolupracovat, protože např. dopravní podniky pro realizaci svých projektů často v rámci veřejných zakázek vyberou několik dodavatelů, kteří musí svá řešení vzájemně integrovat. Vzhledem k povaze veřejných zakázek si firmy vzájemně konkurují především cenou. Diferenciace výrobků hraje větší roli, až když některá firma vyvine výrazně lepší a modernější dílčí produkt, který stále dokáže nabídnout spíše levně.

2.3.4 Hrozba vstupu nové konkurence

Vzhledem k dlouhodobě neutuchající poptávce po moderních ICT řešeních pro dopravu existuje pro technicky orientované firmy motivace ke vstupu do odvětví. S ohledem na dotační pobídky ze strany státu a Evropské unie lze celkovou úroveň hrozby vyhodnotit jako střední. Povaha poptávaných výrobků a služeb ale vede k existenci vstupních bariér.

Především je v ČR většina trhu v rukou dlouho zavedených firem, které disponují značným znalostním kapitálem a nabídkou produktů a služeb. Navíc se mezi nimi za mnoho let vzájemné soutěže vytříbily jedinečné kompetitivní i kooperativní vztahy. Vstupující firma má před sebou výzvu překonat propast mnohaletého zpoždění v získávání know-how a kontaktů na trhu.

Druhou bariérou vstupu nových firem je nutnost významných kapitálových investic a nemalé provozní náklady k vytvoření podmínek pro návrh a výrobu vlastního hardware. Přechodové náklady firmy, která se již zabývá výrobou vlastního hardware, však budou podstatně nižší. Situace nahrává velkým podnikům schopným zpočátku dotovat inovace, koupit konkurenci nebo investovat do rozšíření vlastní nabídky, a přitom udržet ceny nízko (případně i na nějakou dobu ustát ztrátu).

2.3.5 Hrozba substitutů

Hrozba substituce vysoce specializovaných vestavěných zařízení jako jsou validátory jízdenek a elektronické zastávkové panely, je vysoká, a jak již bylo dříve zmíněno, je především záležitostí ceny. Společnosti v odvětví mají každá vlastní portfolio typovaných výrobků, které sdílejí účel a základní vlastnosti.

Některé společnosti mají v portfoliu (nebo zvládnou v rámci zakázky rychleji nově navrhnout a vyrobit) zařízení s vlastnostmi lépe odpovídajícími požadavkům zákazníka. Například zastávky v menších obcích bývají obvykle vybaveny levnějšími LED panely, zatímco např. nové zakázky v Brně upřednostnily modernější LCD panely, které umožňují zobrazit větší množství informací, přestože se jednalo o nákladnější řešení.

Hrozba substitutu je výrazně menší v oblasti dispečerského a pokladního aplikačního software. Zde nejsou produkty firem tolik vzájemně vyrovnané a významnou roli hraje diferenciací na úrovni funkcionalit a podpory provozu. V této oblasti má firma *BBE Trans* výhodu, protože dokáže dostatečně levně nabídnout dispečink, který je možné integrovat s elektronikou konkurentů, ale současně nabízí jedinečnou přidanou hodnotu při nákupu aplikačního software společně s jejími hardwarovými výrobky.

2.3.6 Výsledky analýzy pěti sil

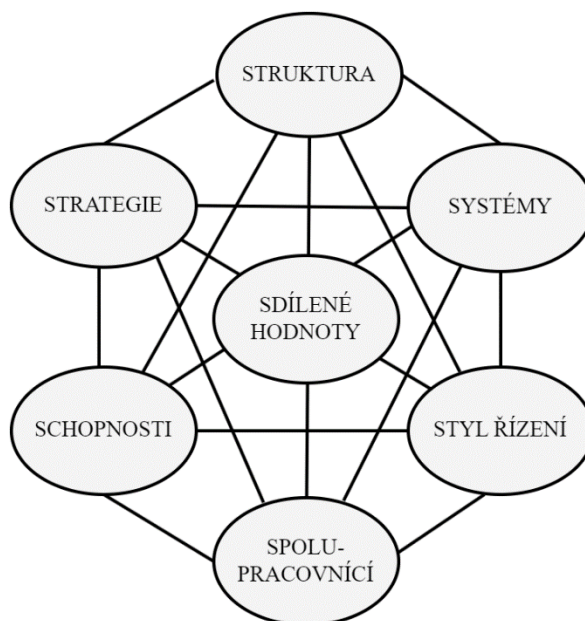
Intenzity jednotlivých sil působících na společnost *BBE Trans* ve specifických podmínkách jejího užšího oborového okolí jsou sumarizovány v tabulce 6.

Tabulka 6: Výsledky Porterovy analýzy pěti sil

(Zdroj: vlastní zpracování)

Síla	Intenzita
Vyjednávací síla dodavatelů	Střední
Vyjednávací síla odběratelů	Vysoká
Stávající konkurence	Střední
Hrozba vstupu nové konkurence	Nízká
Hrozba substitutů	Vysoká

2.4 McKinseyho model 7S



Obrázek 26: Schéma McKinseyho modelu 7S

(Zdroj: vlastní zpracování dle [39, s. 73])

Model sedmi vzájemně provázaných interních faktorů společnosti umožňuje komplexní pohled na celé fungování firmy, sloužící jako dobrý základ k odhalení potenciálních nedostatků a příležitostí k rozvoji. Pro dosažení co nejlepších výsledků je nezbytné, aby byly všechny tyto faktory rovnoměrně rozvíjeny a udržovány v rovnováze a je nutné si uvědomit, že stav jednoho faktoru do určité míry ovlivní stavy všech ostatních. Právě pomocí této analýzy je možné identifikovat významné nedostatky firmy, které nemusí být viditelné navenek, ale přitom mají zásadní dopad na její dlouhodobou úspěšnost.

2.4.1 Strategie

Vize a cíle tvořící strategii společnosti jsou jejím vedením zřídka veřejně formulovány, zaměstnanci s nimi nejsou aktivně seznamováni a nejsou dostupné ani žádné strategické dokumenty. Proto je obtížné strategii firmy přesně vymezit. Nicméně lze vycházet z některých cílů a dílčích funkčních strategií a z akcí vedení v posledních letech.

Dlouhodobým posláním firmy je kvalitně a spolehlivě realizovat komplexní projekty, které budou přímo přispívat k modernizaci, zefektivnění, zvýšení bezpečnosti a komfortu a ekologické udržitelnosti pozemní dopravy. Její obchodně-marketingovou strategií je budovat unikátní pozici mezi konkurenty, která spočívá v nabízení nejen vestavěných

zařízení, ale i aplikací pro dispečery, pracovníky back-office atd., protože jejich propojení znamená pro zákazníky přínos jedinečného synergického efektu. Součástí tohoto konceptu je i důraz na podporu integrace s částečnými řešeními jiných firem. Po několika krátkých obdobích prudké expanze je nyní strategickým cílem stabilizace firmy a dosažení dlouhodobého pozvolného růstu tržního podílu.

Přestože je to u společnosti dodávající komplexní řešení v oblasti ICT překvapivé, ve firmě chybí artikulovaná IT strategie. Neexistuje vize nebo plán rozvoje vlastní infrastruktury a systémů firmy pro dosažení lepší podpory každodenního fungování a rozvoje jiných funkčních strategií. Tento nedostatek se projevuje např. v personalistice.

Chybějící jasné vymezení celkové strategie a všech jejích jednotlivých složek a chybějící povědomí o vizích a cílech společnosti mezi zaměstnanci negativně ovlivňuje další zkoumané faktory. Jev lze s největší pravděpodobností vysvětlit opakovaným a do jisté míry živelným růstem firmy, při jejíž nynější velikosti již plně nedostačují dříve přiměřené přístupy k řízení strategie.

2.4.2 Struktura

Jak bylo uvedeno během představení společnosti v podkapitole 2.1, firma je složena z oddělení vývoje, výroby, servisu, nákupu a skladu a obchodně-projektového oddělení. Zbytek zaměstnanců tvoří účetní a personalisté, u nichž současně dochází k překrytí zodpovědností s agendou nákupu a obchodu.

Úseky vývoje a výroby mají každý vlastního vedoucího, přičemž vedoucí výroby současně zodpovídá i za servis. Obchod a řízení projektů jsou de-facto vedeny přímo ředitelem, který je současně jediným vlastníkem společnosti. Koordinace činností mezi odděleními je v kompetenci těchto nadřízených osob.

Oddělení výroby a vývoje jsou dále rozdělena na oborové týmy a pracovní skupiny. V čele větších týmů vývoje jsou seniorní zaměstnanci, menší skupiny jsou koordinovány přímo vedoucím. Ve výrobě jsou jednotlivé pracovní skupiny vedeny vybranými specialisty. Ostatní oddělení firmy jsou natolik malá, že jsou tvořena jedinou pracovní skupinou. V důsledku tohoto uspořádání je struktura v rámci každého úseku poměrně plochá. Důvodem tohoto uspořádání je snaha koordinovat a provádět činnost na bázi vzájemné spolupráce a nespolehat na více úrovní hierarchie. Při práci na projektech

vyžadujících kooperaci napříč pracovními skupinami nebo úseky vznikají projektové týmy, které však nejsou vždy vedeny v souladu s metodami projektového řízení.

S ohledem na tato specifika se celková organizace firmy nejvíce blíží liniově-štábní nebo maticové struktuře, nicméně ani jedna z těchto možností nevystihuje organizaci dokonale.

2.4.3 Systémy

Všichni zaměstnanci vyžadující ke své práci vlastní počítač jsou vybaveni adekvátně výkonným zařízením s odpovídajícími možnostmi kompatibility a programovým vybavením. Případná práce z domova je umožněna připojením k firemní síti pomocí VPN a protokolu RDP pro interakci se vzdálenou plochou. Nejpoužívanějšími desktopovými operačními systémy jsou *Windows 10* a *11*. Všechny počítače jsou vybaveny sadou nástrojů *MS Office*. K rychlé komunikaci mezi zaměstnanci a k organizaci týmů a pracovních skupin slouží primárně *Microsoft Teams*.

Firma provozuje několik menších on-premise serverů, na kterých jsou většinou provozovány soukromé instance některých dále uvedených systémů, sdílené disky s interními daty, testovací prostředí pro vývojáře apod.

Společnost využívá několik informačních systémů k usnadnění administrace, spolupráce a koordinace činností, ale ne všechny její rutinní činnosti jsou dostatečně pokryty.

Správa projektů vývoje včetně plánování úkolů, verzování zdrojových kódů a dokumentace je zajištěna on-premise instancí nástroje *Gitlab*. Zaměstnanci navíc z vlastní iniciativy provozují interní wiki stránky. IT administrátor a ti seniorní zaměstnanci vývoje, kteří současně zodpovídají za podporu aplikací, využívají *Zabbix* k monitorování stavu a vytížení síťových zařízení a serverů provozovaných služeb.

Účetnictví, mzdy, daňová evidence, evidence skladových zásob, inventář majetku apod. řeší implementace systému *ABRA Gen* [61], který vedle těchto funkcí poskytuje i základní funkcionality evidence lidí a docházky a umožňuje navázání na některé docházkové systémy. Firma však z těchto možností navázání na personalistiku využívá jen základní evidenci osob. Chybí systém, který by uceleněji pokrýval problematiku řízení lidských zdrojů v oblastech kontroly pracovní doby, docházky a absencí, žádostí o dovolené, podrobné evidence údajů o zaměstnancích, kroků onboardingu atd. Personalisté a vedení místo toho udržují v chodu z dnešního pohledu silně zastaralé procesy.

Nejproblematictějším procesem je proces evidence práce a docházky, ve kterém pracovníci vykazují svou činnost a počet hodin strávených na dovolené pomocí týdenních a měsíčních pracovních výkazů odevzdávaných buď na papíře nebo v podobě excelových tabulek zasílaných na e-maily odpovědných zaměstnanců. Tyto dokumenty jsou následně shromážděny, ručně kontrolovány, předány ke schválení řediteli, sumarizovány do mzdových podkladů a archivovány v digitální podobě na šifrovaném disku a v listinné podobě. Proces je složitý, náchylný k chybám, opomenutím a únikům informací a přidává práci nejen HR, ale všem zaměstnancům, kteří by mohli svůj čas využít lépe. Někteří vývojáři měří časy strávené na projektech a úkolech s *Toggl Track* a generují výkazy v požadovaném tvaru aplikací vlastní výroby, nejde však o plnohodnotné plošné řešení.

Obdobně problematický je i postup žádání a schvalování dovolených či práce z domova. Žádosti jsou podávány ústně nebo e-mailem u vedoucích oddělení nebo ředitele společnosti. Tento systém je sice velmi přímočarý, ale může vést k opomenutím ze strany řadových i vedoucích pracovníků a ponechává administrativní zátěž průběžného sledování odpracovaného času a zbývající dovolené především na svědomitosti a poctivosti samotných řadových pracovníků. Slabinou tohoto decentralizovaného přístupu je však hlavně nemožnost sledovat plánované absence všech zaměstnanců na jednom místě, což přispívá k dlouhodobě zhoršené koordinaci práce.

2.4.4 Styl řízení

Styl řízení je smíšený a do značné míry je ovlivněn organizační strukturou společnosti. Rozhodnutí na nejvyšší úrovni vedení jsou prováděna autoritativním způsobem. Mezi šéfy oddělení a seniorními řadovými zaměstnanci panuje spíše demokratický vztah, který napomáhá společnému řešení problémů (jedná se zejména o přednost vývojového úseku).

Každodenní činnost zaměstnanců vývoje je nejčastěji řízena způsobem *laissez-faire*, kdy se předpokládá, že každý zaměstnanec se hlídá sám, popř. se v rámci projektových týmů a pracovních skupin hlídají lidé navzájem. Dohled a vydávání pokynů ze strany vedoucích seniorních zaměstnanců existuje, ale jedná se především o kontrolu kvality odváděné práce, sdělování priorit a přerozdělování či konzultace dílčích úkolů. Zaměstnanci výroby, servisu a skladu jsou naproti tomu řízeni svými šéfy poměrně direktivně, je kladen větší důraz na pořádek a důsledně se sleduje produktivita.

Celkově tento smíšený přístup není bezchybný, ale až na výjimečné případy potíží s problémovými zaměstnanci funguje poměrně hladce. Oproti soutěživosti je upřednostňována spolupráce, ale chybí zde proaktivní podpora ze strany vedení. Spoléhá se spíše na organickou firemní kulturu a dobrou pracovní etiku zaměstnanců.

2.4.5 Spolupracovníci

Většinu zaměstnanců firmy tvoří programátoři softwarových aplikací nebo vestavěných systémů, elektrotechnici a specialisté výroby, testování a servisu elektronických zařízení. Ve vývoji jsou dále specialisté návrhu mechanických součástek.

Firma dále zaměstnává jednu účetní, dva pracovníky obchodu a projektového řízení a tři zaměstnance, u nichž dochází k překrytí zodpovědností za obchod, řízení lidských zdrojů a související administrativu. Obsazení těchto pozic je stabilní a dlouhodobě dostatečné.

Oddělení vývoje se soustavně potýká s nedostatkem programátorů, především pro vývoj dispečinku, systému pro back-office a dalších podpůrných aplikací. Tento problém je v poslední době zmírňován především nábořem studentů a absolventů s cílem, že budou zaškoleni seniorními odborníky a poté ve firmě zůstanou. Předností tohoto přístupu je zvýšení věkové heterogenosti kolektivu a výměna/předání know-how (viz 2.4.6), nevýhodou jsou ale výkyvy ve výkonu a hrozba, že junioři po získání praxe firmu opustí.

Pracovníci jsou platově ohodnoceni způsobem, který odpovídá mzdám v oboru, a jsou příležitostně finančně bonifikováni za výjimečnou snahu. Vedení se také snaží odměnit zaměstnance v polovině a na konci roku pořádáním neformálních firemních akcí.

Spokojenost a motivace zaměstnanců však není zajišťována dlouhodobým cílevědomým způsobem. Ze strany vedení existuje dobrá vůle vyslechnout připomínky zaměstnanců a zrevidovat současný stav, avšak málokdy je přikročeno k provedení skutečné změny. Zaměstnanecké benefity nad rámec povinnosti zaměstnavatele jsou okrajové a spíše nemateriální povahy. Hlavním benefitem vývoje je možnost občasné práce z domova a celá firma má nastavené flexibilní rozmezí času příchodu na pracoviště. Benefitem výroby, servisu a skladu je nárok na mikiny a trička s logem firmy.

Protože výroba a kanceláře vývoje se nacházejí v jedné budově a zaměstnanci obou úseků v minulosti sdíleli menší prostory, panují mezi pracovišti přátelské vztahy, přestože v současnosti jsou již více prostorově oddělená. Vedení se snaží tuto příznivou situaci

udržet nastavením co nejvíce rovnocenných podmínek výkonu práce. V běžném provozu jde především o to, že zaměstnanci obou oddělení podepisují shodnou sadu interních směrnic, mají povinnost dostavit se na pracoviště v podobném flexibilním časovém rozmezí a je jim dána srovnatelná důvěra ve vykazování náplně práce a pracovní doby.

Celkově panuje ve firmě dobrá atmosféra, která pramení i z toho, že vedení společnosti je nakloněno neoficiálním cestám, kterými zaměstnanci zvyšují svou spokojenost z vlastní iniciativy a celkově spíše benevolentní styl řízení. Vedoucí oddělení se účastní některých akcí a iniciativ pořádaných na popud řadových zaměstnanců (např. odpolední fotbal), což vede k dobrým vztahům. Výsledkem je dobrá celková úroveň spokojenosti zaměstnanců a nízká fluktuace na většině pracovních pozic, nicméně je i co zlepšovat.

2.4.6 Schopnosti

Technicky zaměřeni zaměstnanci výroby i vývoje jsou pro práci na svých pozicích všichni vesměs adekvátně kvalifikováni. Odborní pracovníci na seniorních pozicích nashromáždili za dobu svého působení významné množství klíčového know-how, které jsou k prospěchu společnosti ochotní předávat méně zkušeným kolegům. Zaměstnancům na všech úrovních se dostává pravidelných zákonem vyžadovaných školení a dalšího výcviku. Silnou stránkou většiny zaměstnanců vývoje je ochota se učit a držet krok s oborovými standardy, kterou však někdy brzdí zvýšené pracovní vytížení. Zaměstnanci firmy provádějící administrativu vykonávají svou práci rovněž přiměřeně kvalitně vzhledem k nástrojům, kterými jsou k ní vybaveni, a současné podobě procesů.

Slabinou firmy je komunikace mezi členy vedení navzájem i mezi vedením a zaměstnanci. Snadno může dojít k nedorozuměním, zkreslení důležitých skutečností a nejasnostem, které se mohou projevit zhoršenou koordinací činností a vznikem chyb, kterým bylo možno předejít. Vedení se navíc jen velmi pozvolna a se zpožděním přizpůsobuje změnám ve firmě, které organicky vyplynuly z jejího růstu.

Tyto slabé stránky měkkých kompetencí managementu mají o to vážnější dopad, že některé interní firemní procesy nejsou pokryty informačními systémy v míře, která je běžná v jiných společnostech (viz 2.4.3). Důsledkem je vyšší časová náročnost a chybovost rutinních úkonů. Vedení proto nemá čas zrevidovat svůj dlouhodobý postoj k personalistice, IT administraci, organizaci práce a dalším oblastem, který dostačoval pro řízení menšího podniku, ale v současnosti už potřebám společnosti nevyhovuje.

2.4.7 Sdílené hodnoty

Společnost *BBE Trans* byla založena na hodnotách postavených okolo přinášení technologických inovací ve svém oboru a přispívání ke snadnějšímu životu svých klientů i uživatelů jejich služeb. Ve firmě panuje příjemná, spíše rozvolněná firemní kultura (viz 2.4.4 a 2.4.5), která je pozůstatkem dob, kdy byla společnost malou firmou. Firemní kultura není nijak cíleně kultivována, a je tedy pouze tak dobrá jako každý pracovník firmy a jeho vztahy k ostatním, což v ojedinělých případech vede k silným výkyvům.

Dalšími hodnotami, které se napříč firmou těší porozumění a podpoře, jsou ekologie, kdy firma hledá úsporná udržitelná řešení (solární napájení zastávkových panelů, optimalizace příkonu elektroniky, snižování spotřeby vozidel MHD adaptivním řízením křížovatek, ...) a zpřístupňování služeb osobám se zdravotním postižením. Jako příklad lze uvést zastávkový panel s dálkově ovládaným akustickým asistentem pro nevidomé.

2.4.8 Výsledky analýzy 7S

Analýza interních faktorů napovídá, že nejsilnějšími faktory společnosti jsou ty, které pramení z kvalit jejích zaměstnanců a celkové firemní kultury – podnik lze vyzdvihnout z hlediska spolupracovníků, schopností, sdílených hodnot a do určité míry i stylu řízení. Tyto oblasti však trpí tím, že faktory struktury, strategie a zejména systémů jsou méně rozvinuté a dlouhodobě hůře nastaveny. Vlivem těchto rozdílů se firma dle modelu 7S nenachází ve stavu rovnováhy, která by umožnila plné rozvinutí jejího potenciálu.

2.5 SWOT analýza

Analýza SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) je závěrečnou analýzou, kterou lze využít k sumarizaci dříve provedených dílčích strategických analýz obecného okolí, oborového okolí a interního prostředí. Umožňuje získat ucelený přehled o silných stránkách promítajících se do konkurenční výhody a slabinách organizace plynoucích z analýzy vnitřních faktorů (v této práci McKinseyho analýzy 7S) a nabízejících se příležitostech pro růst a rozvoj a nežádoucích hrozbách pro společnost přicházejících zvenčí (zjištěných pomocí analýzy PESTLE a Porterova modelu pěti sil). Z této čtveřice aspektů je sestavena souhrnná matice, kterou je pro získání výstupu s lepší výpovědní hodnotou ohledně pozice firmy vhodné ještě kvantifikovat pomocí některé z běžných metod. Pro účely této práce byly zvoleny metody IFE a EFE pro kvantifikaci významnosti interních faktorů a externích faktorů (v tomto pořadí).

<ul style="list-style-type: none"> • Tradice značky • Obchodní vztahy a dlouhodobá pozice na trhu • Nashromážděné know-how • Uvolněná firemní kultura • Nabízí oborově populární informační systémy • Možnosti integrace řešení s konkurenty • Dobře kvalifikovaní techničtí pracovníci • Adaptivní přístup k požadavkům trhu, inovace • Pozitivní firemní hodnoty <p style="text-align: right;">SÍLY</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Neúplná strategie a vize pro společnost • Nedokonalá koordinace práce • Nižší stupeň automatizace výroby • Nedostatečná pozornost vedení k nedostatkům každodenního běhu firmy z důvodu vytíženosti • Nezastupitelnost/vytíženost IT administrátora • Omezená agenda HR • Zastaralý proces evidence docházky a práce • Chybějící docházkový/HR systém <p style="text-align: right;">SLABINY</p>
<p style="text-align: center;">PŘÍLEŽITOSTI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Státní podpora rozvoje inteligentních dopravních systémů • Rostoucí zájem o komplexní IT řešení dopravy • Prostor pro silnější pronikání do zemí EU • Inovace v oblasti udržitelných technologií • Potenciál využití AI ve firmě a jejích produktech • Revize procesů, technologií a bezpečnosti v rámci přípravy na kybernetický zákon • Možnost investovat do rozvoje firmy 	<p style="text-align: center;">HROZBY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Do budoucna vstup silných konkurentů • Sofistikované kybernetické útoky využívající AI • Zaostání za konkurenty s lépe automatizovanými a digitalizovanými firemními procesy a menší vnitřní reží • Nesplnění povinností daných novým ZoKB • Vliv klimatických změn na pracovníky a stávající výrobky firmy • Nedostatek kvalifikovaných pracovníků • Obtížná nahraditelnost některých dodavatelů

Obrázek 27: Souhrnná matice SWOT analýzy podniku

(Zdroj: vlastní zpracování)

2.5.1 Silné stránky

Společnost v současnosti těží především z lokálně uznávané tradice obchodního jména, dobře zavedených obchodních vztahů a za mnoho let podnikání nashromážděného unikátního know-how. Firmě se v úzkém oboru, jehož charakteristikou je vysoká homogenost mnoha dílčích produktů, podařilo do jisté míry diferencovat obsáhlou nabídkou aplikačního software s možnostmi přizpůsobení a ochotou integrovat svá řešení s dílčími řešeními konkurentů. V realizaci jejích obchodních ambicí hraje pozitivní roli dobré nastavení základních podnikových hodnot směrem k technologickému pokroku, udržitelnosti a inkluzivitě, uvolněná firemní kultura, která přispívá ke kreativité, výměně zkušeností a spokojenosti zaměstnanců, dobrá kvalifikovanost technických pracovníků, flexibilita v přizpůsobení se požadavkům trhu a schopnost inovovat svou nabídku.

2.5.2 Slabé stránky

Z dlouhodobého hlediska ve firmě chybí jasně artikulované vymezení jednotlivých úrovní strategie, zejména je problematické, že některé funkční strategie zcela chybí nebo jsou neúplné, a lze-li částečně vyvodit strategii firmy na vyšších úrovních pozorování, není jasně komunikována napříč společností.

Dlouhodobým problémem je nedokonalá koordinace práce, zejména uvnitř oddělení vývoje a mezi vývojem a výrobou. Ideální není ani to, že o zázemí firmy se primárně stará pouze jeden správce IT, který je obtížně zastupitelný a hrozí mu přetížení. Do budoucna se může negativně projevit také absence komplexnější cílené práce s lidskými zdroji.

Tyto slabiny lze přisoudit především tomu, že vedení a někteří pracovníci, kteří by mohli konkrétní slabiny odstranit či zmírnit, jsou příliš vytíženi obchodními, technickými a administrativními úkoly, tudíž nemohou věnovat dostatek pozornosti řešení nedostatků v běhu firmy. Snadno odhalitelnou spolupříčinou tohoto stavu je nevhodně nastavený proces vykazování a kontroly práce a docházky, který není automatizován vhodným IS.

2.5.3 Příležitosti

Společnost soustředí své činnosti na oblast, která je dlouhodobě podporována státem a zájem o typy produktů, které nabízí, je ze strany dopravních podniků, obcí, cestujících i veřejnosti na vzestupu. Díky otevřené obchodní politice ČR a dobré geografické pozici má příležitost se více zaměřit i na zahraniční zakázky. V době provádění analýzy (březen-duben 2024) navíc díky klesajícím úrokovým sazbám vzniká příznivá situace k investování do rozvoje firmy. Investice mohou být směřovány např. do výroby nebo průzkumu možností využití AI interně či k vytvoření nové přidané hodnoty pro zákazníky.

Velmi důležitou příležitostí je kontrola a případná adaptace procesů, technologií a informační i kybernetické bezpečnosti v rámci přípravy na nový kybernetický zákon. Její význam spočívá především v tom, že může být pro firmu zdrojem řady pozitivních změn, ale v případě opomenutí či zanedbání se může proměnit v hrozbu.

2.5.4 Hrozby

Do budoucna je vzhledem k rostoucí atraktivitě odvětví hrozbou nejen pro analyzovaný podnik, ale pro celou dynamiku odvětví na českém trhu, expanze velkých společností, pro které bude snazší překonání vstupních bariér. Známa úskalí, kterým firma čelí dlouhodobě a dosud se s nimi dokázala vyrovnat, plynou z nedostatku kvalifikovaných pracovníků na trhu práce (zejména programátorů a elektrotechniků) a obtížné nahraditelnosti dodavatelů některých (hlavně mechanických) komponent jejich výrobků. Hrozbou, jejíž závažnost se teprve ukáže, ale nesmí být podceňena, bude nová generace sofistikovaných kybernetických útoků využívajících generativní umělou inteligenci,

jejichž cílem se mohou stát produkty v ostrém provozu u zákazníků i data a infrastruktura podniku samotného. Podcenění by mohlo vést k provozním ztrátám a poškození reputace. Zcela bezprostředním nebezpečím je, že podnik zdatelně zaostane za stávajícími konkurenty s lépe automatizovanými a digitalizovanými vnitřními firemními procesy a menší vnitřní režii (zejména časovou), kteří mohou věnovat více pozornosti rozvoji a přípravě na budoucnost. S tím souvisí i hrozba, že firma nedokáže splnit povinnosti, které přinese nový Zákon o kybernetické bezpečnosti, protože její interní fungování v mnoha ohledech nepřispívá nebo dokonce hatí dosažení přiměřené úrovně informační bezpečnosti. Přitom by i k řešení tohoto problému mohlo přispět zavedení vhodného informačního systému (či systémů) a částečný přesun zodpovědnosti na jeho dodavatele.

2.5.5 Kvantifikace SWOT matice

Tabulka 7 obsahuje silné a slabé stránky ze SWOT matice kvantifikované metodou IFE.

Tabulka 7: IFE matice silných a slabých stránek

(Zdroj: vlastní zpracování)

ID	Faktor	Váha	Stupeň vlivu	Hodnocení
Silné stránky				
1	Tradice značky	0,02	3	0,06
2	Obchodní vztahy a dlouhodobá pozice na trhu	0,15	4	0,6
3	Nashromážděné know-how	0,07	4	0,28
4	Uvolněná firemní kultura	0,02	3	0,06
5	Nabídka oborově populárních IS	0,15	4	0,6
6	Možnosti integrace řešení s konkurenty	0,04	3	0,12
7	Dobře kvalifikovaní techničtí pracovníci	0,06	4	0,24
8	Adaptivní přístup k požadavkům trhu, inovace	0,05	3	0,15
9	Pozitivní firemní hodnoty	0,02	3	0,06
				2,17
Slabé stránky				
1	Neúplná firemní strategie a vize	0,05	2	0,1
2	Nedokonalá koordinace práce	0,05	1	0,05
3	Nižší stupeň automatizace výroby	0,02	2	0,04
4	Nedostatečná pozornost vedení k nedostatkům běhu firmy	0,08	1	0,08
5	Nezastupitelnost/vytíženost IT administrátora	0,05	2	0,1
6	Omezená agenda HR	0,05	2	0,1
7	Zastaralý proces kontroly docházky a práce	0,05	1	0,05
8	Chybějící docházkový/HR systém	0,07	1	0,07
				0,59
Výsledek		1,00		2,76

Tabulka 8 obsahuje příležitosti a hrozby kvantifikované pomocí metody EFE.

Tabulka 8: EFE matice příležitostí a hrozeb

(Zdroj: vlastní zpracování)

ID	Faktor	Váha	Stupeň vlivu	Hodnocení
Příležitosti				
1	Státní podpora rozvoje inteligentní dopravy	0,08	3	0,24
2	Rostoucí zájem o komplexní IT řešení dopravy	0,1	3	0,3
3	Prostor pro silnější pronikání do zemí EU	0,04	2	0,08
4	Inovace v oblasti udržitelných technologií	0,02	1	0,02
5	Potenciál využití AI ve firmě a jejích produktech	0,02	1	0,02
6	Revize procesů, technologií a bezpečnosti, příprava na ZoKB	0,08	4	0,32
7	Možnost investovat do rozvoje firmy	0,05	2	0,1
				1,08
Hrozby				
1	Vstup silných konkurentů v budoucnu	0,13	3	0,39
2	Sofistikované kyberútoky s využitím AI	0,03	2	0,06
3	Konkurenti s lépe automatizovanými a digitalizovanými procesy	0,13	3	0,39
4	Nesplnění povinností daných novým ZoKB	0,15	4	0,6
5	Vliv klimatických změn na pracovníky a stávající výrobky	0,03	1	0,03
6	Nedostatek kvalifikovaných pracovníků	0,07	2	0,14
7	Obtížná nahraditelnost některých dodavatelů	0,07	2	0,14
				1,75
Výsledek		1,00		2,83

Hodnocení každého faktoru je u metody IFE i EFE násobkem váhy přiřazené na základě odhadu důležitosti faktoru pro záměry organizace a stupně vlivu, který je dán určením důležitosti faktoru na škále 1 až 4 (u metody IFE 1 nebo 2 pro slabiny a 3 nebo 4 pro silné stránky). Výsledné součty vah v matici musí být 1. Výsledná skóre se pro obě metody pohybují na škále 1 až 4. Celkové skóre 1 v matici IFE znamená slabou pozici pro dosažení strategických záměrů, 4 znamená velmi silnou pozici. Analogicky v metodě EFE označuje výsledek 1 nízkou a 4 nejvyšší citlivost strategie na vnitřní prostředí.

Sílu interní pozice firmy lze na základě hodnocení **2,76** určit jako vyšší střední, což napovídá, že firma může prosperovat, ale po odstranění nebo zmírnění některých slabín by mohla snáze rozvinout svůj potenciál a lépe dosahovat svých cílů. Výsledná citlivost na vnější vlivy **2,83** indikuje, že úspěšnost její strategie je mírně nadprůměrně poplatná proměnám prostředí.

2.6 Zhodnocení výsledků analýzy

Zkoumaná společnost je významným lokálním hráčem v oboru ICT řešení inteligentní dopravy. V současnosti se v této oblasti podnikání objevují nové příležitosti a podnik má potenciál jich dobře využít a zvýšit svou prosperitu. V posledních letech ale přetěžuje své interní silné stránky a drží se struktury, tradic a zvyklostí, které v minulosti vyhovovaly potřebám v té době menší organizace, ale v současnosti je lze považovat za přežitě s ohledem na růst a rozšíření činností firmy i vývoj napříč podnikatelskou sférou.

Nejpatrnějším interním nedostatkem společnosti je zastaralý proces vykazování a kontroly práce na úkolech a projektech a evidence docházky a absencí, který se neopírá o informační systém, ale místo toho spoléhá na pomalý, chybový, administrativně náročný a potenciálně nebezpečný postup manuálního zpracování. V širším kontextu se pak chybějící docházkově-personální systém promítá negativně nejen do dalších aktivit a celkového pojetí HR v podniku, ale i do dalších oblastí řízení a provozu, např. zátěže na vedení, složitější komunikace, nižší produktivity a spokojenosti zaměstnanců, horších podkladů pro rozhodování, nedostatků informační bezpečnosti, či snížené schopnosti reagovat na legislativní změny v oblasti práce, bezpečnosti a správy osobních údajů.

Z analýzy vyplývá, že zavedení personálního systému může významně přispět ke zlepšení interní situace ve firmě. Přitom nesmí být podceněn krok metodické volby vhodné varianty řešení na základě jejich specifických potřeb a požadavků.

2.7 Neformální specifikace systému

Má-li nový informační systém odpovídat potřebám společnosti, musí se jednat o řešení vhodné pro středně velké společnosti, které bude svými funkcionalitami pokrývat především základní rutinní úkony spojené s evidencí práce, docházky, absencí a základních údajů všech zaměstnanců. Hlavním účelem systému by měla být optimalizace stávající agendy spojené s řízením lidských zdrojů. Velké rozšiřování personalistiky je vzhledem k přednostní potřebě nápravy současného stavu spíše nežádoucí.

Neformální požadavky na systém vycházejí z předcházející kritické analýzy, z rozhovorů se seniorními zaměstnanci na nadřazených pozicích a jsou doplněny o osobní postřehy.

2.7.1 Klíčové funkcionality

Základním požadavkem je, aby každý zaměstnanec mohl na svém pracovišti měřit a vykazovat dobu strávenou v práci, časy začátku, přerušení a ukončení práce, čas strávený prací na úkolech či provozních činnostech, nejlépe do rozhraní v podobě kalendáře s nastavitelnou granularitou času (denní doba, den v týdnu, ...). Personalisté a vedení musejí mít možnost takto vytvářené záznamy kontrolovat a upravovat. Ke každému úkolu musí být možné přidat související projekt nebo zakázku a zadávající subjekt (zákazník, interní oddělení). Tento přístup umožňuje HR odhalit případné nesrovnalosti, ale přitom je v zásadě jen digitalizovanou obdobou původního přístupu, který chce firma zachovat, protože jeho předností je, že zaměstnancům projevuje určitou důvěru. Pro usnadnění fakturace je žádoucí, aby vedení mělo možnost přidat k projektu/zakázce sazbu za práci.

Další nezbytnou skupinou funkcionalit jsou žádosti o dovolené a home office. Měla by existovat i možnost hlášení absence z jiných příčin a žádosti o jiné druhy volna. Žádosti by měly být schvalovány vedoucími oddělení a ředitelem společnosti a součástí by mělo být počítání vybrané a zbývající dovolené i zahrnutí dovolené do podkladů pro mzdy.

Informace o práci každého zaměstnance budou propojeny s jeho osobním profilem, který navíc bude obsahovat data, která má zaměstnavatel povinnost evidovat (pracovní smlouvy, povinná školení, podstupené lékařské prohlídky, pracovní úrazy), základní osobní údaje a údaje spojené s výběrovým řízením či jejich pracovní pozicí (datum narození, dosažené vzdělání a kvalifikace, název pracovní pozice, oddělení atd.). Některé informace budou čerpány ze systému *ABRA* a zbytek z listinných dokumentů. V novém IS mohou mít podobu strukturovaných databázových záznamů editovatelných v rozhraní systému, případně příloh v podobě elektronických dokumentů (složka zaměstnance).

Výše popsané funkce musí být vhodně pokryty možnostmi exportu dat v textových formátech (JSON, CSV nebo XML), ve formátu *.xlsx* a nejlépe také v PDF. Zároveň je žádoucí, aby data o odpracované době zaměstnanců byla poskytována v podobě, která bude snadno využitelná k výpočtu mezd stávajícím systémem *ABRA*.

V souvislosti s předchozími požadavky musí systém umožnit přiřadit uživatelům uživatelské role a s nimi související oprávnění k provádění jednotlivých úkonů.

Přínejmenším musí existovat role pro úroveň řadového zaměstnance, personalisty a vedení, ale je vítaná větší granularita anebo ještě lépe dodatečná přizpůsobitelnost.

2.7.2 Doplnkové funkcionality

Doplňkovými funkcionalitami jsou myšleny ty, které nejsou zásadní k dosažení nápravy nejproblémovějších procesů, ale dotýkají se existující agendy HR. Ačkoliv je lze považovat za méně kritické, významně by přispěly k poskytnutí další přidané hodnoty.

Ve spojitosti s evidencí údajů o zaměstnancích by bylo vhodné udržovat také přehled přidělených pracovních pomůcek, nejlépe včetně jejich posledního známého stavu (tuto funkci by bylo nutné integrovat s udržováním firemního inventáře v systému *ABRA*). Bylo by vhodné zpřehlednit personalistům i kroky spojené s nástupem zaměstnanců, např. funkcí přizpůsobitelného seznamu úkonů, které nesmí být opomenuty.

Je užitečné, aby systém nad rámec podpory každodenního provozu a zefektivnění práce personalistů poskytoval i ucelené pohledy na produktivitu firmy a možnost exportu souhrnných reportů s užitečnými informacemi, včetně agregovaných statistických údajů a grafových vizualizací, které umožní řediteli firmy snáze získat přehled o výkonnosti.

2.7.3 Technické vlastnosti

Protože většinu ICT infrastruktury společnosti v současnosti spravuje jediný administrátor, je před nasazením on-premise preferováno cloudové řešení, a to nejlépe v provedení *SaaS*, které přenesne maximum odpovědnosti za provoz na dodavatele. Tento způsob nasazení by měl přispět také k celkové úrovni bezpečnosti řešení. Vysoká bezpečnost řešení je však žádoucí i na úrovni aplikace. Proto budou preferována řešení využívající vhodné metody autentizace a autorizace, šifrování dat atp., nemající veřejně zjiřitelné neřešené zranitelnosti a transparentní ohledně přístupu k bezpečnosti obecně.

Klíčovým požadavkem je moderní a přehledné uživatelské rozhraní. Základními vlastnostmi tohoto rozhraní musí být snadná dostupnost a použitelnost na počítačích, telefonech a tabletech všech velkých výrobců, aby ji mohli komfortně využívat nejen zaměstnanci v kancelářích, ale i ve výrobě, servisu a skladu, kde není každý vybaven vlastní pracovní stanicí. Jako nejlepší varianta se jeví responzivní webové GUI.

Protože funkcionality popsané v pododdílech 2.7.1 a 2.7.2 pokrývají pouze stávající potřeby a není žádoucí, aby systém disponoval přebytkem zatím nevyžádaných funkcí, měl by pořizovaný software být dostatečně modulární a do budoucna dobře rozšiřitelný.

Protože firma využívá účetně-mzdový systém a systém spojený s řízením projektů, které neplánuje měnit, mělo by mít řešení předpřipravené možnosti integrace, popř. možnost integrace do řešení doplnit na objednávku. Nejlépe vyhovující možností je dostatečně komplexní REST API. Z dlouhodobého hlediska hraje roli i obecné množství dostupných připravených integrací a dosavadní ochota dodavatelské firmy přizpůsobovat jejich nabídku trendům trhu s podnikovým SW.

2.7.4 Obecné požadavky

Vedení bude vyžadovat co nejnižší nároky na zavedení, zejména z hlediska peněžních nákladů a personální náročnosti, přičemž existuje úroveň náročnosti, která je nepřijatelná. Podobně je tomu u nákladů na provoz, ale zde je možné pořídit dražší řešení, jestliže bude velmi přesně odpovídat potřebám. Nejsou však akceptovatelné žádná velká rozšíření sekundární důležitosti, která by cenu výrazně zvyšovala a pravděpodobně zůstala nevyužitá. Tento přístup umožní lepší flexibilitu v případě, že se systém po čase ukáže jako nevhodný, a bude snazší přejít na systém jiný.

Řešení striktně vyžadující biometrické nebo čipové přístupové terminály je v rozporu se zvyklostmi ve firmě a v současnosti přesahuje rámec nezbytných změn. Ideální systém však bude připraven na možnost zavedení čipových terminálů v budoucnu.

K maximálnímu usnadnění adaptace na nový systém pro zaměstnance v jejich budoucích uživatelských rolích je vhodné při výběru zohlednit, zda dodavatel systému, případně nezávislá třetí strana, poskytuje odpovídající školení alespoň pro klíčové uživatele, nejlépe však pro všechny. Z dlouhodobého hlediska a vzhledem k technické zdatnosti a samostatnosti většiny zaměstnanců společnosti bude ještě hodnotnější kvalitně zpracovaná dokumentace pokrývající všechny důležité aspekty používání systému.

Při výběru by měly být upřednostněny personální systémy od tuzemských firem, případně od dodavatelů schopných obchodní komunikace a plnohodnotné zákaznické podpory v českém jazyce. Česká lokalizace samotného systému je samozřejmým požadavkem.

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Popis řešení rozhodovacího problému formulovaného v předchozí kapitole postupuje od návrhu vstupních kritérií a výstupů rozhodovacího modelu k charakteristice implementací uživatelsky použitelných zpracování dvou verzí modelu v prostředích MS Excel a MATLAB. Následuje zpracování pěti vybraných případových studií, představujících malý vzorek kandidátních systémů, které jsou vyhodnoceny oběma modely. Kapitola je ukončena shrnutím a srovnáním výsledků včetně funkčnosti modelů, doporučení jednoho z vyhodnocovaných systémů k dalšímu serióznímu zvážení, vyčíslení nákladů na použití modelů a zhodnocení očekávaných přínosů řešení.

3.1 Vstupy a výstupy modelu

Na základě neformálních požadavků na nový personálně-docházkový systém (popsaných v podkapitole 2.7) bylo určeno celkem **16** vstupních hodnotících kritérií s různě odstupňovanými atributy, na jejichž základě budou hodnoceny dostupné varianty. Tato kritéria jsou pro lepší přehlednost a účely vyhodnocení dále rozdělena do tří kategorií.

3.1.1 Funkcionality

Hlavní funkcionality jsou verbálně odstupňovány z hlediska vhodnosti a pokrytí potřeb společnosti od zcela chybějících, až po propracované nad explicitně stanovenou základní úroveň požadavků. Doplnkové funkcionality jsou shrnuty pod kritérium, které kontroluje, zda odpovídají, přičemž neodpovídající množina funkcí je horší než žádné.

- 1) **Evidence práce** – chybí, částečná, odpovídající, nad rámec
- 2) **Absence a HO** – chybí, částečná, odpovídající, nad rámec
- 3) **Profil zaměstnance** – chybí, částečný, odpovídající, nad rámec
- 4) **Datové exporty** – chybí, částečné, všechny, nad rámec
- 5) **Role a oprávnění** – neodpovídají, základní, nad rámec, flexibilní
- 6) **Doplnkové funkcionality** – neodpovídají, žádné, některé, většina, všechny

3.1.2 Technické vlastnosti

Konkrétnější i obecnější pasivní vlastnosti systému, jejichž vhodnost a vysoká úroveň přispívá k rychlé adaptaci a dlouhodobému hladkému provozu, jsou u provozního modelu a platformem odstupňovány dle konkrétních požadavků a jinak na obecné rozostřené škále.

- 7) **Provozní model** – on-premise, *IaaS*, *PaaS*, *SaaS*
- 8) **Cílové platformy** – jen desktop, vše nativní, web
- 9) **Modularita a rozšiřitelnost** – žádná, nízká, střední, vysoká, velmi vysoká
- 10) **Možnosti integrace** – velmi špatné, špatné, dobré, velmi dobré, výborné
- 11) **Úroveň bezpečnosti** – velmi špatná, špatná, dobrá, velmi dobrá, výborná

3.1.3 Obecné vlastnosti

Slovní atributy pěti parametrů identifikovaných v kategorii obecných vlastností jsou buď přímo vyňaty ze specifikace, nebo intuitivně odstupňovány dle volného popisu preferencí.

- 12) **Nároky na zavedení** – velmi vysoké, vysoké, střední, nízké
- 13) **Provozní náklady** – vysoké, střední, nízké
- 14) **Český jazyk** – ne, jen systém, včetně podpory, česká firma
- 15) **Přístupové terminály** – nezbytné, důležité, ne, volitelné
- 16) **Školení a návody** – žádné, špatné návody, jen školení, dobré návody, obojí

3.1.4 Výstupy modelu

Pro získání dostatečně informativního hodnocení systému bude nejdříve každá kategorie hodnocena zvlášť a následně bude vyhodnocen celý systém napříč kategoriemi, aby mohl vzniknout přehled umožňující komplexní porovnání jednotlivých variant poskytující dostatečné podklady pro učinění rozhodnutí. Důvodem k tomuto přístupu je možnost existence dvou řešení, která mohou dosáhnout podobných celkových výsledků, ale v jednotlivých kategoriích se budou zřetelně lišit.

Výstupem každé kategorie i systému je dosažené číselné skóre na stupnici od 0 do 100, z něhož je vyvozeno verbální hodnocení o dosažené míře vhodnosti – **míra pokrytí funkcionalit, úroveň technických vlastností, hodnocení obecných vlastností a celkové hodnocení vhodnosti systému.**

Každá kategorie obsahuje také binární stavovou informaci o způsobilosti systému – **odpovídající/neodpovídající funkce, uspokojivé/neuspokojivé technické vlastnosti a žádoucí/nežádoucí obecné vlastnosti.** Celkové zhodnocení systému je doplněno o doporučení, zda je vhodné systém dále **zvažovat**, nebo jej raději **vyloučit** z výběru.

3.2 Softwarové řešení v MS Excel

Tato kapitola popisuje tvorbu konkrétní podoby vyhodnocovacího modelu a související uživatelské aplikace s využitím standardního rozhraní a běžných tabulkových funkcí MS Excel, možností jazyka VBA a nabídky nástrojů a komponent pro tvorbu uživatelských formulářů. Po přehledu implementace následuje charakteristika modelu a ukázka interaktivního grafického uživatelského rozhraní (GUI) a podoby sumarizace a vizualizace výsledků vyhodnocení systému.

3.2.1 Přehled implementace

Softwarové řešení je implementováno v rámci sešitu využívajícího uživatelský formulář a moduly uživatelských maker. Nejedná se tedy o obyčejný excelový sešit (přípona *.xlsx*), ale o VBA projekt s objekty Excelu (přípona *.xlsm*), uživatelským formulářem a dvěma VBA moduly. Většina implementace je rozdělena podle účelu do čtyř listů (objektů).

List *EvaluationApp* představuje tabulkové uživatelské rozhraní aplikace. Rozhraní je složeno z tlačítek pro uživatelskou interakci a přehledu zadaných parametrů a z nich plynoucích výsledků hodnocení.

V druhém listu *ResultsComparison* se nachází excelová tabulka, do které lze volitelně ukládat výsledky hodnocení jednotlivých systémů pro účely dalšího srovnání. Záznamy v tabulce je možné obvyklým způsobem řadit a filtrovat.

List *FuzzyModel* obsahuje všechny transformační a retransformační matice definující vstupy a výstupy modelu a řádky maxim/minim využívané k tabulkovému výpočtu numerických výsledků. Slovní i číselné hodnoty ve všech maticích mohou být měněny a rozdíl se projeví ve výpočtu i uživatelském rozhraní aplikace, ale **nesmí se změnit pozice buněk s využívanými hodnotami**. Předpokladem úspěšného zásahu do uspořádání listu je přesná znalost celé implementace, protože taková změna může vyžadovat dodatečné úpravy v jiných částech aplikace. List je ponechán viditelný, aby byla zachována průhlednost fuzzy modelu, ale pro změny musí být nejprve odemknut.

Posledním listem je skrytý list *Backend*, který provádí tabulkový výpočet na základě modelu v listu *FuzzyModel*, a z něhož jsou čerpány všechny informace zobrazené v uživatelském rozhraní. Je zde aktuální stavová matice, poslední zadané hodnoty parametrů, vzorce pro určení všech výstupů atd. *Backend* nesmí být žádným způsobem změněn. Jakákoliv nepromyšlená změna listu může vést k **narušení celé aplikace**.

3.2.2 Transformační matice vstupů

Pro každou ze tří kategorií vymezených v podkapitole 3.1 byla vytvořena slovní transformační matice, jejíž obsah koresponduje s výše uvedeným výběrem parametrů a atributů. Ke každé slovní matici byla doplněna hodnotová transformační matice s numerickými ohodnoceními jednotlivých atributů, z nichž vychází fuzzy výpočet výsledného skóre.

Funkcionality

Protože se jedná o obtížně kvantifikovatelné parametry, bylo hodnocení atributů provedeno interpretací významů jejich verbálních hodnot na základě autorových zkušeností a priorit plynoucích z neformální specifikace. Chybějící či nevhodně pojaté funkcionality jsou ohodnoceny nulou, částečné naplnění představuje polovinu bodů, které lze získat plně odpovídající funkcionalitou. Pokrytí klíčových funkcionalit ztelně přesahující rámec požadavků je oceněno pětibodovým bonusem. U doplňkových funkcionalit se počítá, že žádné dodatečné funkce jsou mírně lepší nežli nevhodné.

Tabulka 9: Slovní transformační matice funkcionalit

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice funkcionalit – slovní						
N	Evidence práce	Absence a HO	Profil zaměstnance	Datové experty	Role a oprávnění	Doplňkové funkcionality
1	Chybí	Chybí	Chybí	Chybí	Neodpovídají	Neodpovídají
2	Částečná	Částečná	Částečný	Částečné	Základní	Žádné
3	Odpovídající	Odpovídající	Odpovídající	Všechny	Více rolí	Některé
4	Nad rámec	Nad rámec	Nad rámec	Nad rámec	Flexibilní	Většina
5						Všechny

Tabulka 10: Hodnotová transformační matice funkcionalit

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice funkcionalit – hodnotová						
N	Evidence práce	Absence a HO	Profil zaměstnance	Datové experty	Role a oprávnění	Doplňkové funkcionality
1	0	0	0	0	0	0
2	15	15	15	15	20	5
3	30	30	30	30	30	15
4	35	35	35	35	35	25
5						30

Technické vlastnosti

Obdobně jako u hodnocení atributů z kategorie funkcionalit se hodnocení atributů odvíjí od atributu, který představuje plné naplnění podmínek (všude hodnota 30). U kategorií, kde atributy představují obecnou škálu, je také přítomna varianta výjimečně dobrého stavu s mírně vyšším ohodnocením a zásadně nežádoucí variantě je přiřazena nula. Provozní model je hodnocen nejnižše pro nepřiliš žadoucí variantu on-premise, nicméně jedná se o plně validní způsob provozu, proto je na místě alespoň malý bodový zisk, od něhož se odvíjejí další stupně. Analogická argumentace platí pro cílové platformy.

Tabulka 11: Slovní transformační matice technických vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice technických vlastností – slovní					
N	Provozní model	Cílové platformy	Modularita a rozšiřitelnost	Možnosti integrace	Úroveň bezpečnosti
1	On-premise	Jen desktop	Žádná	Velmi špatné	Velmi špatná
2	<i>IaaS</i>	Vše nativní	Nízká	Špatné	Špatná
3	<i>PaaS</i>	Web	Střední	Dobré	Dobrá
4	<i>SaaS</i>		Vysoká	Velmi dobré	Velmi dobrá
5			Velmi vysoká	Výborné	Výborná

Tabulka 12: Hodnotová transformační matice technických vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice technických vlastností – hodnotová					
N	Provozní model	Cílové platformy	Modularita a rozšiřitelnost	Možnosti integrace	Úroveň bezpečnosti
1	5	10	0	0	0
2	10	20	10	10	10
3	20	30	20	20	20
4	30		30	30	30
5			35	35	35

Obecné vlastnosti

Intuitivní ohodnocení obecných vlastností bylo nejobtížnější, a kromě neformální specifikace je založeno na osobní znalosti cílového podniku. Představuje-li slovní hodnota míru či podobu dané vlastnosti, která pro podnik představuje zásadní překážku, je přiřazena nulová hodnota, jinak se stupňování liší s ohledem na počet atributů a míru slovního naplnění nejlepší hodnoty každého atributu. Snadno kvantifikovatelná hlediska (nároky na zavedení, provozní náklady) jsou odstupňována rovnoměrně.

Tabulka 13: Slovní transformační matice obecných vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice obecných vlastností – slovní					
N	Nároky na zavedení	Provozní náklady	Český jazyk	Přístupové terminály	Školení a návody
1	Velmi vysoké	Vysoké	Ne	Nezbytné	Žádné
2	Vysoké	Střední	Jen systém	Důležité	Špatné návody
3	Střední	Nízké	Včetně podpory	Ne	Jen školení
4	Nízké		Česká firma	Volitelné	Dobré návody
5					Obojí

Tabulka 14: Hodnotová transformační matice obecných vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Transformační matice obecných vlastností – hodnotová					
N	Nároky na zavedení	Provozní náklady	Český jazyk	Přístupové terminály	Školení a návody
1	0	10	0	0	0
2	10	20	15	5	5
3	20	30	30	20	15
4	30		35	30	25
5					35

3.2.3 Retransformační matice výstupů

Pro každou vyhodnocovanou kategorii i pro celkové vyhodnocení systému byla sestavena retransformační matice výstupů převádějící procentuální hodnocení na dvojici verbálních hodnocení vyjadřujících dosaženou míru naplnění a binární informaci o stavu systému.

Tabulka 15: Retransformační matice kategorie funkcionalit

(Zdroj: vlastní zpracování)

Retransformační matice – funkcionality				
S	% hranice od	% hranice do	Verbální hodnocení	Funkce
1	100 %	90 %	Výborné pokrytí	Odpovídající
2	89 %	80 %	Dobré pokrytí	
3	79 %	70 %	Částečné pokrytí	Neodpovídající
4	69 %	0 %	Nevhodné pokrytí	

V případě funkcionalit byla jako hranice odpovídajícího pokrytí stanovena míra 80 %, korespondující se spodní hranicí dobrého pokrytí. Jedná se o poměrně přísné hodnocení, které má zajistit, že systém bude řešit stávající nedostatky ve fungování personalistiky.

Tabulka 16: Retransformační matice kategorie technických vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Retransformační matice – technické vlastnosti				
S	% hranice od	% hranice do	Verbální hodnocení	Technické vlastnosti
1	100 %	90 %	Výborná úroveň	Uspokojivé
2	89 %	75 %	Dobrá úroveň	
3	74 %	60 %	Smíšená úroveň	Neuspokojivé
4	59 %	0 %	Špatná úroveň	

Vyhodnocení technických vlastností je nastaveno mírně benevolentněji ale stále důsledně, s hranicí dobré/uspokojivé úrovně posunutou na 75 %. V případě systému s výborným pokrytím funkcionalit je díky tomu v případech, které by jinak byly hraniční, možné nepatrně ustoupit stávajícímu technickému stavu ve prospěch dobrého pokrytí procesů.

Tabulka 17: Retransformační matice obecných vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Retransformační matice – obecné vlastnosti				
S	% hranice od	% hranice do	Verbální hodnocení	Obecné vlastnosti
1	100 %	90 %	Výborné	Žádoucí
2	89 %	80 %	Dobré	
3	79 %	70 %	Přijatelné	
4	69 %	0 %	Nedostatečné	Nežádoucí

Obecné vlastnosti systému jsou samy o sobě považovány za žádoucí a přijatelné, pokud splňují specifické podmínky a představy o systému alespoň ze 70 %. Je tím reflektována situace, kdy u jinak funkčně a technicky výborného předpřipraveného řešení může být nutné podstoupit vyšší náklady či slevit z kritéria, jehož slabší naplnění lze přejít.

Tabulka 18: Retransformační matice pro systém jako celek

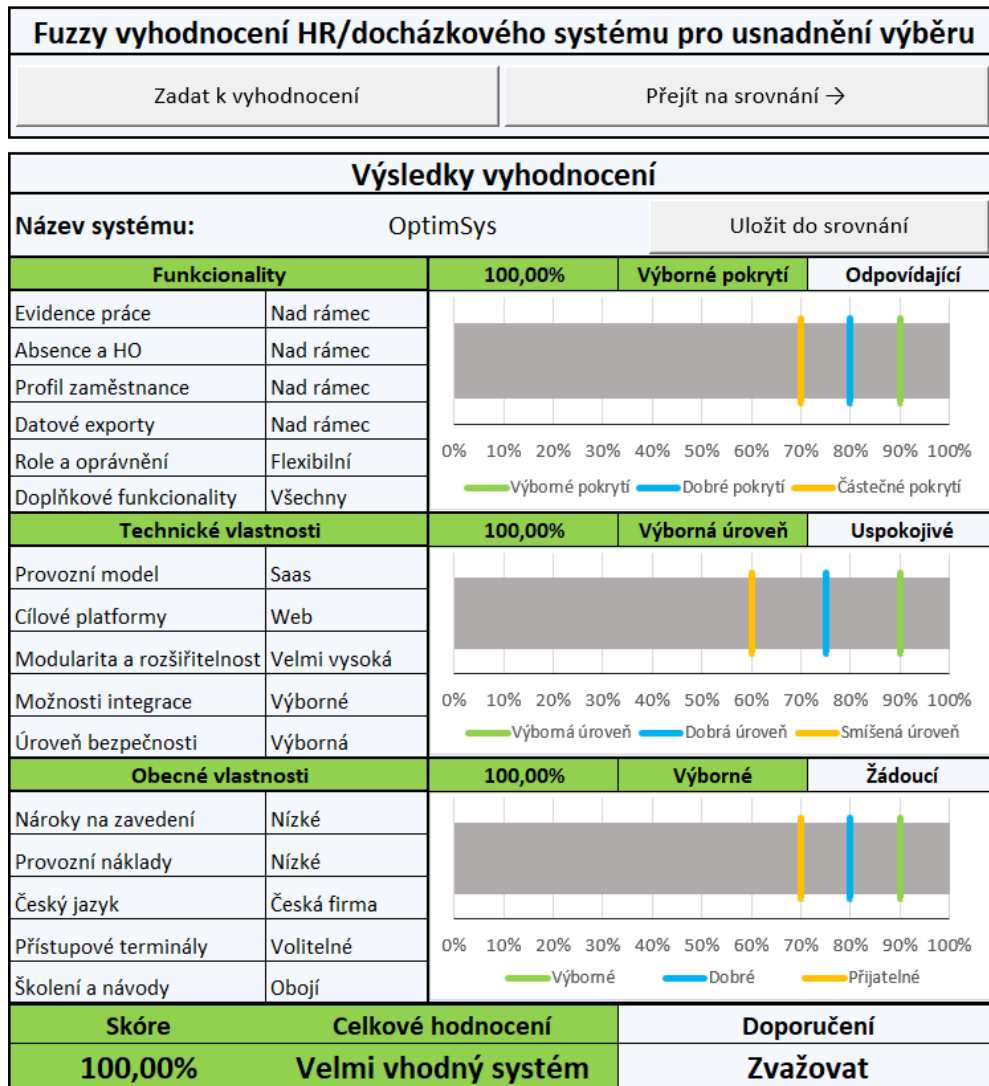
(Zdroj: vlastní zpracování)

Retransformační matice – celkové hodnocení systému				
S	% hranice od	% hranice do	Celkové hodnocení	Doporučení
1	100 %	90 %	Velmi vhodný systém	Zvažovat
2	89 %	80 %	Vhodný systém	
3	79 %	70 %	Částečně vhodný systém	Vyloučit
4	69 %	0 %	Nevhodný systém	

Celkové hodnocení systému je provedeno vyhodnocením všech 16 kritérií naráz oproti stavové matici. Vhodný systém či velmi vhodný systém stojící za další zvážení je takový, který napříč kategoriemi získal celkem alespoň 80 % a v každé z nich si vedl obstojně.

3.2.4 Uživatelská aplikace

Tabulkové uživatelské rozhraní aplikace lze vidět na snímku obrazovky v obrázku 28. Rozhraní se skládá z ovládacího panelu v záhlaví a z přehledu výsledků hodnocení v jednotlivých kategoriích a celkového hodnocení systému.



Obrázek 28: Tabulkové GUI aplikace s ovládacími prvky a přehledem výsledků
(Zdroj: vlastní zpracování)

Karta hodnocení není sama o sobě interaktivní a slouží pouze k zobrazení výsledků doplněnému o barvy, které indikují jejich význam a korespondují s v transformačními maticemi (viz výše). Změny barev je dosaženo podmíněným formátováním buněk.

Každá dílčí kategorie je vizualizována jednoduchým pruhovým grafem, v němž vodorovný pruh představuje dosažené hodnocení. Barevné svislé čáry označují spodní

hranice jednotlivých verbálních stupňů míry hodnocení a pomáhají uživateli získat představu o systému v kontextu celé hodnotící škály.

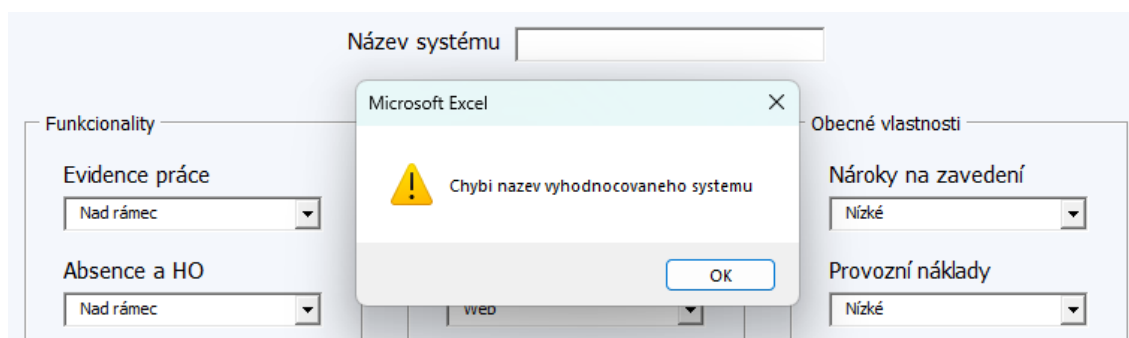
Levé tlačítko ovládacího panelu implementuje jednoduché VBA makro vyvolávající okno s formulářem na snímku obrazovky v obrázku 29. Tlačítko vpravo změní aktivní list sešitu na list *ResultsComparison* obsahující tabulku uložených výsledků hodnocení. Aktuálně zobrazené hodnocení lze uložit tlačítkem v záhlaví tabulky výsledků.

Obrázek 29: Okno pro zadání a vyhodnocení parametrů systému
(Zdroj: vlastní zpracování)

Rozhraní samostatného okna s formulářem pro zadání parametrů a příkazu k vyhodnocení systému bylo navrženo v editoru VBA projektů, vývojovém prostředí, které je součástí Excelu. Jedná se o objekt typu *UserForm* složený z GUI a řídicího kódu.

Tlačítka „Vyhodnotit“ a „Resetovat“ jsou objekty typu *CommandButton*, jejichž interaktivitu obstarávají makra. Makro pro vyhodnocení nejdříve provede kontrolu, že textové pole s názvem systému je vyplněné a všechny objekty typu *ComboBox* mají vybranou hodnotu, a pak vepíše zadané hodnoty do oblasti na listu *Backend*. V případě,

že není zadán název nebo některý parametr, je namísto toho vyvoláno dialogové okno s odpovídajícím varovným hlášením (obrázek 30). Resetovací tlačítko pouze nastavuje v komponentách okna výchozí prázdné hodnoty.



Obrázek 30: Validace vstupů před vyhodnocením

(Zdroj: vlastní zpracování)

Tabulková implementace vyhodnocování vstupů na listu *Backend* je v podstatě celá realizována pomocí standardních excelových aritmetických a logických funkcí. Výjimku tvoří výpočet celkových bodů získaných napříč všemi třemi kategoriemi. V listu *FuzzyModel* jsou hodnotové transformační matice, z nichž výpočet vychází, kvůli přehlednosti odděleny prázdnými sloupci. Tabulkový výpočet napříč řešeními však jako vstup vyžaduje spojitou oblast buněk. Ve verzích Excelu obsažených v předplaceném balíčku *Microsoft 365* je od roku 2022 dostupná funkce *HSTACK()*, která dokáže vytvořit matici spojením několika oddělených oblastí (dvourozměrných polí) [62]. Kvůli omezené kompatibilitě tohoto přístupu bylo nakonec implementováno veřejné makro *HorizontalStack()*, které tuto funkci obecně realizuje pro libovolný počet oblastí, a použito jako funkce ve vzorci pro výpočet získaného hodnocení.

3.3 Softwarové řešení v MATLAB

Návrh verze modelu pro prostředí MATLAB vychází ze stejných myšlenek jako model v excelové aplikaci (viz předchozí podkapitola), ale zásadní odlišnosti mezi těmito dvěma nástroji, způsoby implementace a metodami vyhodnocení vedly k důležitým úpravám a vyžádaly si dodatečné návrhové kroky. Po přehledu součástí výsledného řešení je přiblížena bloková struktura modelu a postup návrhu fuzzy inferenčního systému. Nakonec je popsána podoba uživatelského hodnotícího skriptu a GUI aplikace pro snazší uživatelskou interakci. Implementace byla provedena ve verzi MATLAB *R2023b*.

3.3.1 Obsah implementace

Řešení se skládá z celkem 16 zdrojových souborů pro MATLAB. Soubory jsou uspořádány v adresáři obsahujícím 6 matlabových zdrojových kódů (přípona *.m*), zdrojový kód matlabové aplikace (přípona *.mlapp*) a podadresář *fis*, v němž jsou obsaženy zdrojové soubory 7 dílčích částí celého fuzzy inferenčního systému (viz podsektce 3.3.2) pro rozšíření *Fuzzy Logic Toolbox*. Pro korektní fungování celé implementace je **nutné** tuto **adresářovou strukturu zachovat**, protože matlabové skripty obsluhující vyhodnocení modelu přistupují ke zdrojovým souborům FIS pomocí relativní cesty. Mezi kódy matlabových skriptů jsou závislosti, kvůli nimž musejí být všechny v jedné složce.

Uživatelské rozhraní a interakce s fuzzy modelem je realizována buď textově pomocí matlabového konzolového skriptu *evalScript.m* nebo pomocí GUI vytvořeného pomocí nástroje App Designer (soubor *evalApp.mlapp*). Zbývající zdrojové soubory obsahují funkce, které skript a GUI aplikace sdílí. Každý soubor obsahuje zdrojový kód právě jedné funkce (kvůli způsobu, kterým MATLAB hledá funkce ze samostatných modulů).

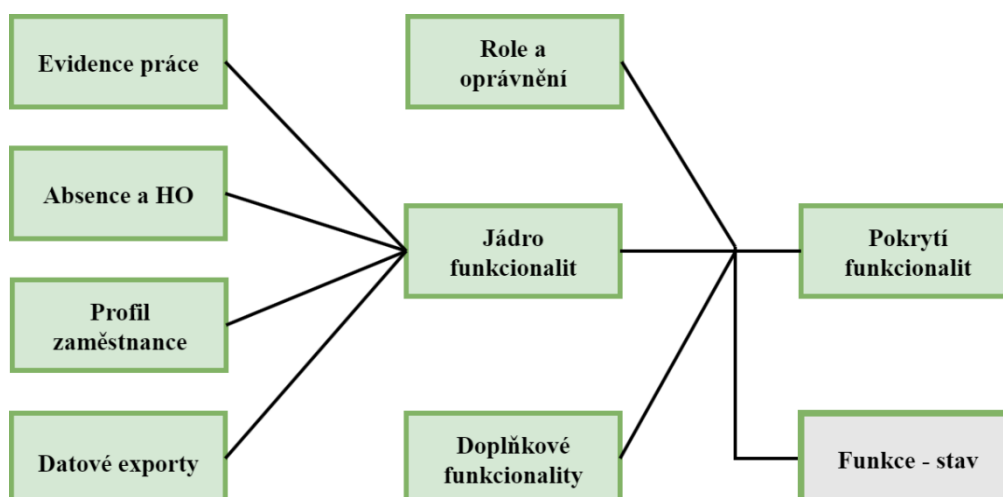
3.3.2 Bloková struktura modelu

Fuzzy inferenční systém je rozdělen do tří vyhodnocovacích bloků, s nimiž korespondují tři FIS podle kategorií (Funkcionality, Technické vlastnosti, Obecné vlastnosti). Čtvrtý FIS hodnotí systém jako celek napříč těmito bloky (jedná se o virtuální čtvrtý blok). Toto rozdělení je na pohled analogické s rozdělením v excelové verzi modelu a zajišťuje, že model poskytne stejně užitečnou sadu výsledků. Implementace se však odlišuje.

Každý fuzzy systém v MATLAB se opírá o sadu inferenčních pravidel (viz teorie 1.1.5 a 1.1.8), jejichž podmínková část musí pokrýt všechny varianty kombinací vstupních pravidel. Množství potřebných pravidel se s rostoucím počtem vstupů rychle zvyšuje a například kategorie Funkcionality by si pro plné pokrytí vyžádala 720 pravidel typu AND, přičemž pro celkové vyhodnocení napříč všemi parametry (jak je tomu v Excelovém modelu) by se jednalo o přibližně 7,3 mld. kombinací.

Počet pravidel by sice bylo možné do jisté míry zredukovat použitím vhodných pravidel typu OR, ale jako nejvhodnější řešení se jeví rozdělení jednotlivých bloků na více subsystémů a jejich propojení do hierarchické struktury. Výhodami jsou lepší přehlednost, snazší manipulovatelnost a přijatelná výpočetní náročnost, která umožní hladkou tvorbu a dostatečně rychlé vyhodnocování celého systému.

Funkcionalita

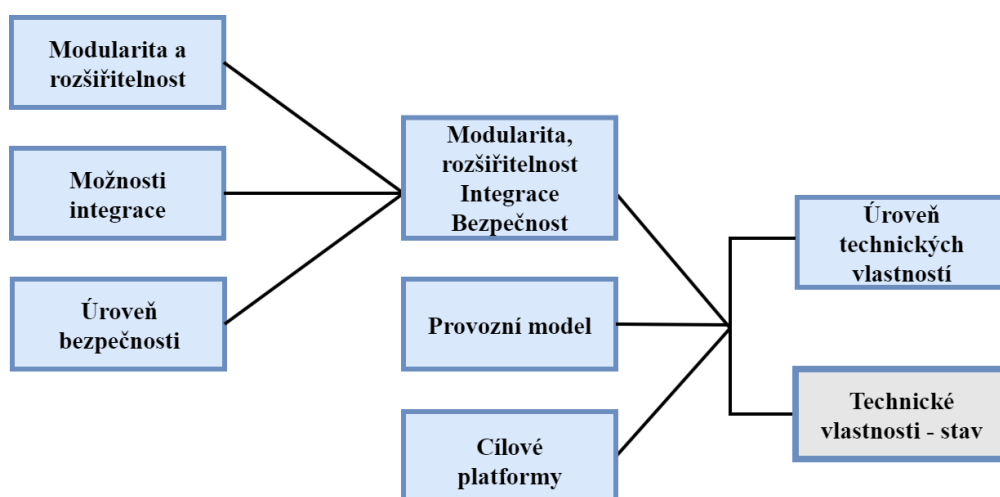


Obrázek 31: Schéma propojení subsystémů – blok Funkcionalita

(Zdroj: vlastní zpracování)

Blok (kategorie) funkcionalit je rozdělen do dvou subsystémů. První pomocný subsystém vyhodnocuje „jádro funkcionalit“, kam byly zařazeny vstupy Evidence práce, Absence a HO, Profil zaměstnance a Datové exporty. Výstup tohoto subsystému slouží jako vstup hlavního subsystému, kde je hodnocen společně s Rolemi/oprávněními a Doplnkovými funkcionalitami. Výstupy hlavního subsystému jsou Pokrytí funkcionalit (které bude použito dále) a binární stav funkcí.

Technické vlastnosti



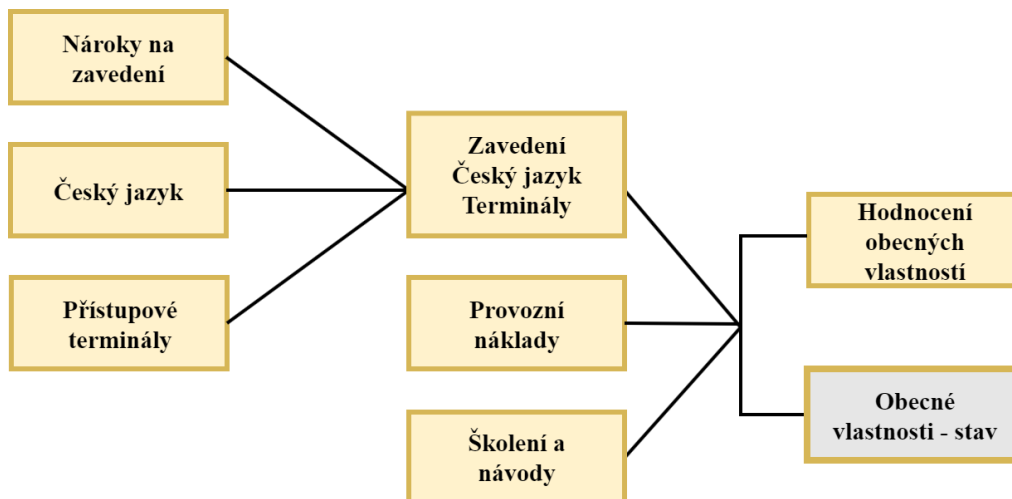
Obrázek 32: Schéma propojení subsystémů – blok Technické vlastnosti

(Zdroj: vlastní zpracování)

Blok technických vlastností je rozdělen obdobně jako Funkcionalita. Pomocný subsystém hodnotí Modularitu a rozšiřitelnost, Možnosti integrace a Úroveň bezpečnosti.

Hlavní subsystém přijímá výsledek tohoto hodnocení v kombinaci s parametry Cílových platforem a Provozního modelu. Výstupy jsou Úroveň technických vlastností (současně vstup pro celkové hodnocení) a korespondující binární stav kategorie.

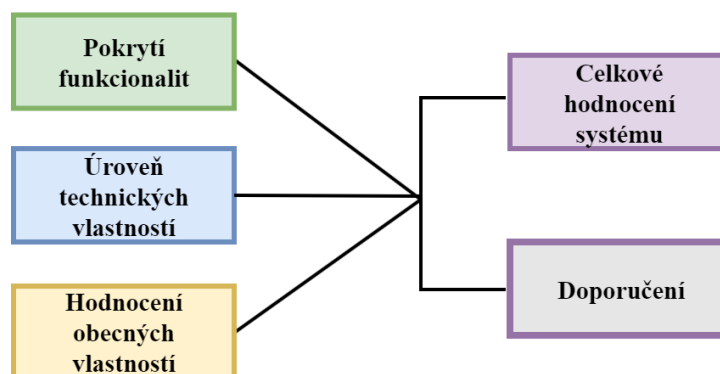
Obecné vlastnosti



Obrázek 33: Schéma propojení subsystémů – blok Obecné vlastnosti
(Zdroj: vlastní zpracování)

Obecné vlastnosti se dělí na pomocný subsystém hodnotící Nároky na zavedení, podporu Českého jazyka a Přístupové terminály a je na něj napojen subsystém, který přidává Provozní náklady a Školení/návody. Výstupem je hodnocení bloku a opět i stav.

Celkové hodnocení systému



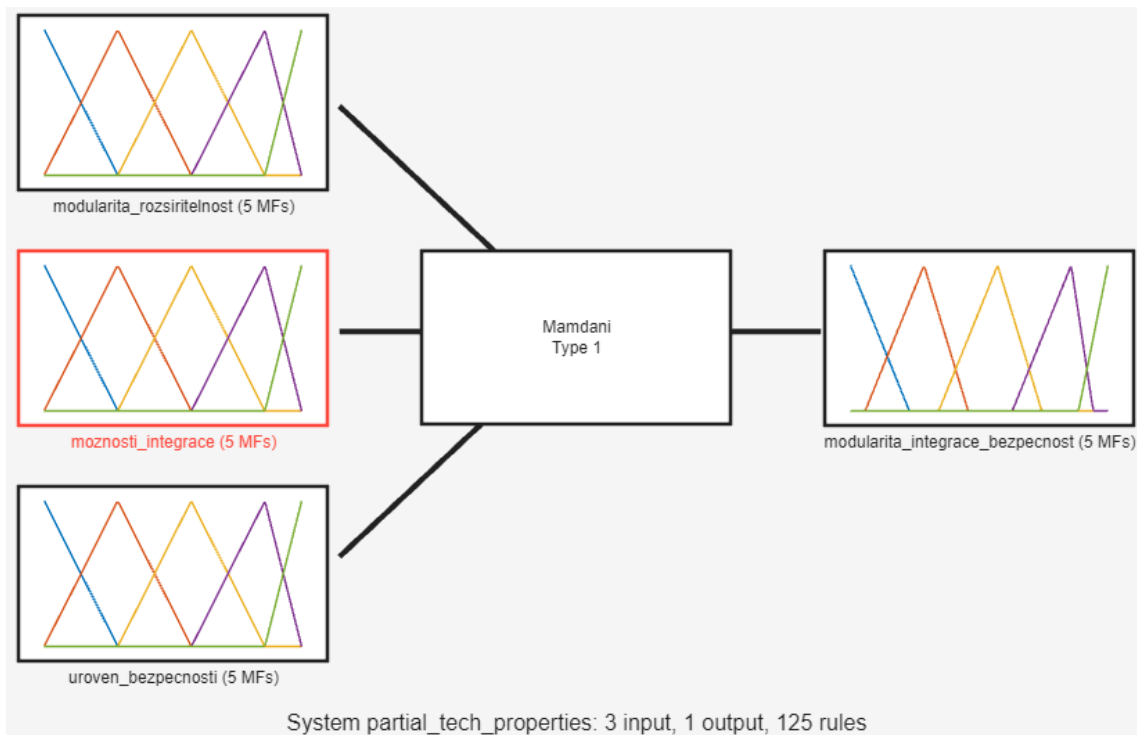
Obrázek 34: Schéma propojení bloků do FIS pro celkové hodnocení
(Zdroj: vlastní zpracování)

Celkové hodnocení míry vhodnosti HR/docházkového systému a volba doporučení jsou provedeny na základě výsledků ze všech tří dílčích kategorií, jedná se tedy o výstupy jejich hlavních subsystémů. Oproti excelové verzi přibývá další vrstva – místo výpočtu přímo ze všech 16 parametrů jsou na vstupu použity defuzzifikované mezivýsledky.

3.3.3 Tvorba FIS – technické vlastnosti

Postup návrhu fuzzy inferenčního systému pomocí nástroje *Fuzzy Logic Designer* vychází z teorie (viz 1.1.8) a bude demonstrován na subsystémech tvořících blok technických vlastností. FIS tvořící ostatní subsystémy a jejich vzájemné propojení jsou řešena analogicky. Všechny subsystémy řešení jsou FIS Mamdani typu 1. Jejich návaznosti jsou popsány v podsekcí 3.3.2.

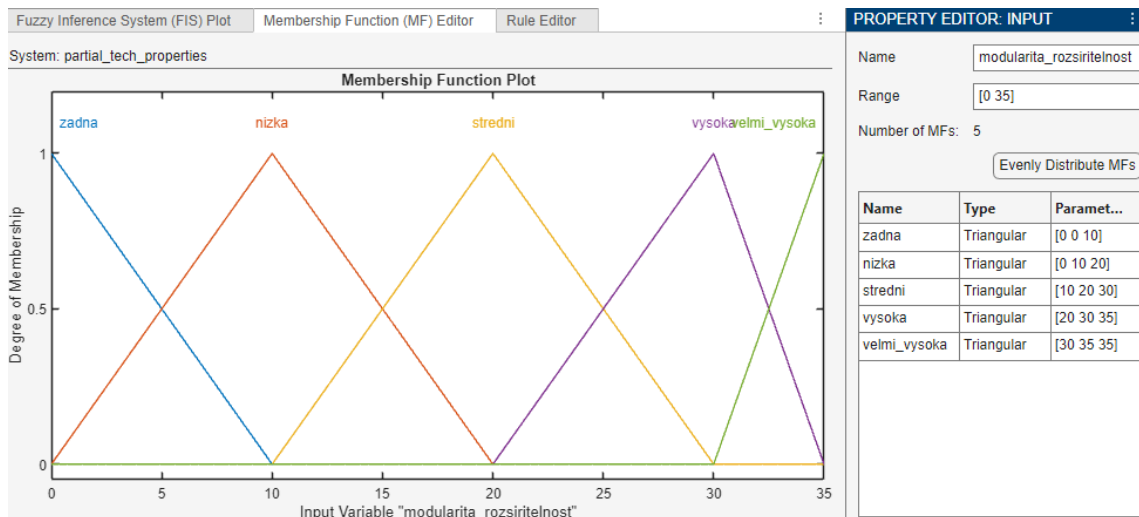
Subsystémy technických vlastností jsou implementovány ve zdrojových souborech *partial_tech_properties.fis* (pomocný systém) a *tech_properties.fis* (hlavní systém). Na obrázku 35 je snímek obrazovky obsahující pomocný subsystém, který na vstupu přijímá parametry „Modularita a rozšiřitelnost“, „Možnosti integrace“ a „Úroveň bezpečnosti“.



Obrázek 35: FIS *partial_tech_properties*

(Zdroj: vlastní zpracování)

Na snímku v obrázku 36 je graf funkcí členství kritéria Modularity a rozšiřitelnosti, které reprezentují pět stupňů atributů. Všechny funkce členství mají trojúhelníkový tvar. Vstup je definován na intervalu hodnot základové množiny s rozmezím [0 35]. Funkce každého atributu dosahují maxima v hodnotách, které odpovídají jejich bodovým ohodnocením v Excelu (kvůli symetrii řešení) a poté klesají až do bodu, kde maxima dosáhne funkce následujícího atributu. Funkce členství zbývajících dvou vstupů jsou stejné.

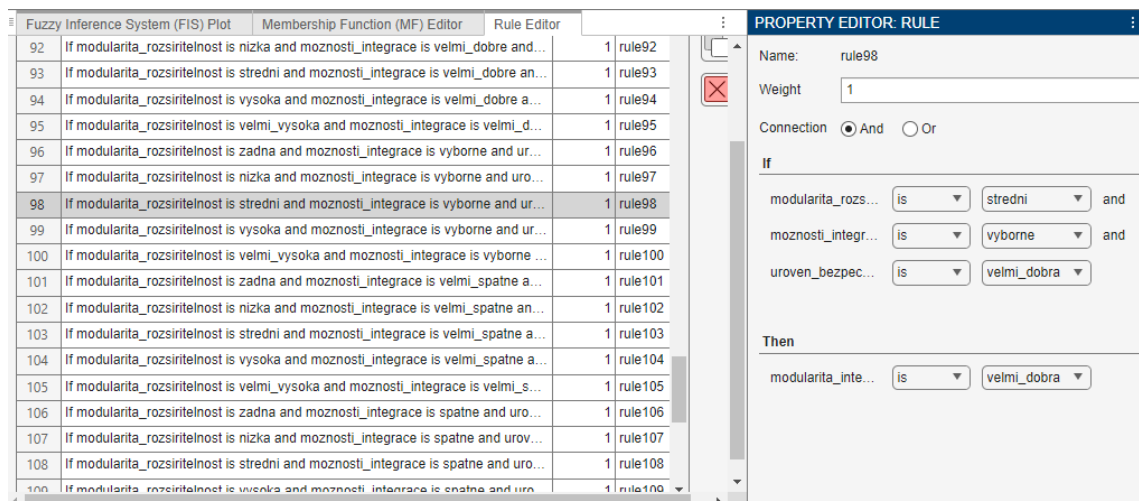


Obrázek 36: Editor funkcí členství – kritérium Modularita a rozšířitelnost
(Zdroj: vlastní zpracování)

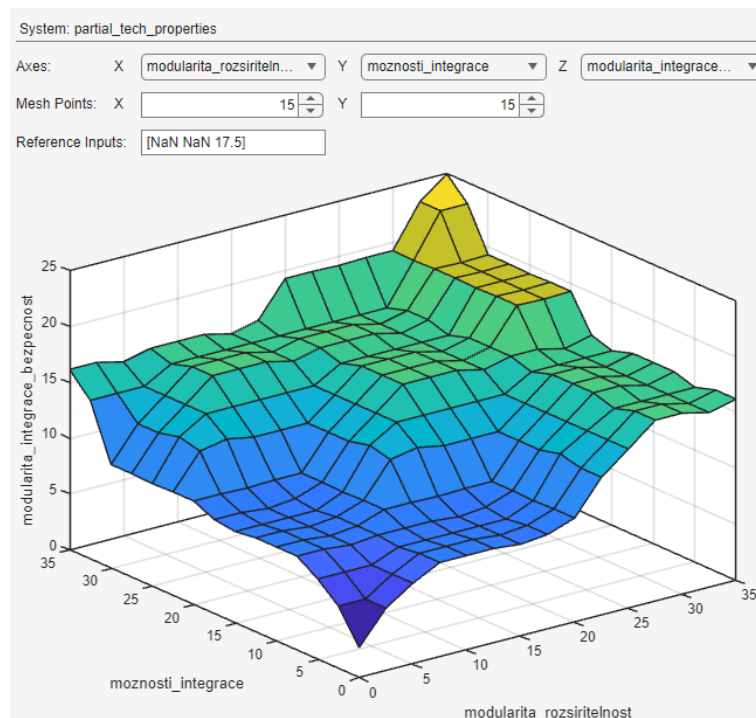
Obrázek 37 obsahuje náhled editoru sady inferenčních pravidel pro pomocný subsystém. Jsou zpracovávány tři vstupy po pěti hodnotách atributů. Sada tvořená pouze pravidly typu AND, která musí zahrnovat všechny možné kombinace vstupů, je tedy:

$$5^3 = 125 \quad (1)$$

Pravidlům v editoru je možné přiřadit váhu podle důležitosti, kterou lze vidět v předposledním sloupci tabulky v náhledu. Pro účely celého modelu jsou však všechna pravidla vnímána jako rovnocenná a váhy jsou ponechány na výchozí hodnotě 1.



Obrázek 37: Editor sady pravidel subsystému partial_tech_properties
(Zdroj: vlastní zpracování)



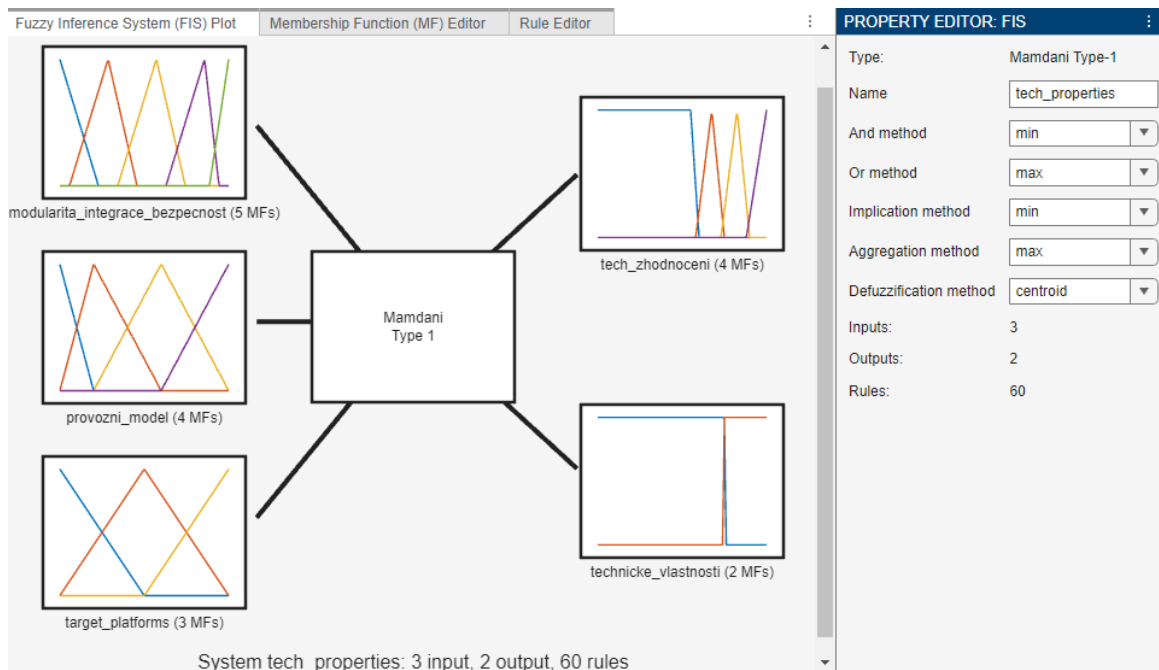
Obrázek 38: Surface viewer subsystému *partial_tech_properties*
(Zdroj: vlastní zpracování)

V obrázku 38 je snímek obrazovky náhledu povrchu pokrytí pravidly pro subsystém *partial_tech_properties*. Na snímku lze vidět závislost výstupu hodnocení na kombinacích hodnot parametrů „Modularita a rozšiřitelnost“ a „Možnosti integrace“ při konstantní hodnotě parametru „Úroveň bezpečnosti“. Hodnota úrovně bezpečnosti je nastavena na 17.5 (polovina z maxima) a systém tedy dosahuje lepších úrovní hodnocení (sytě žlutá barva), až když jsou hodnoty dvou zbývajících kritérií spíše vysoké. To odpovídá přísným nárokům na úroveň těchto technických vlastností.

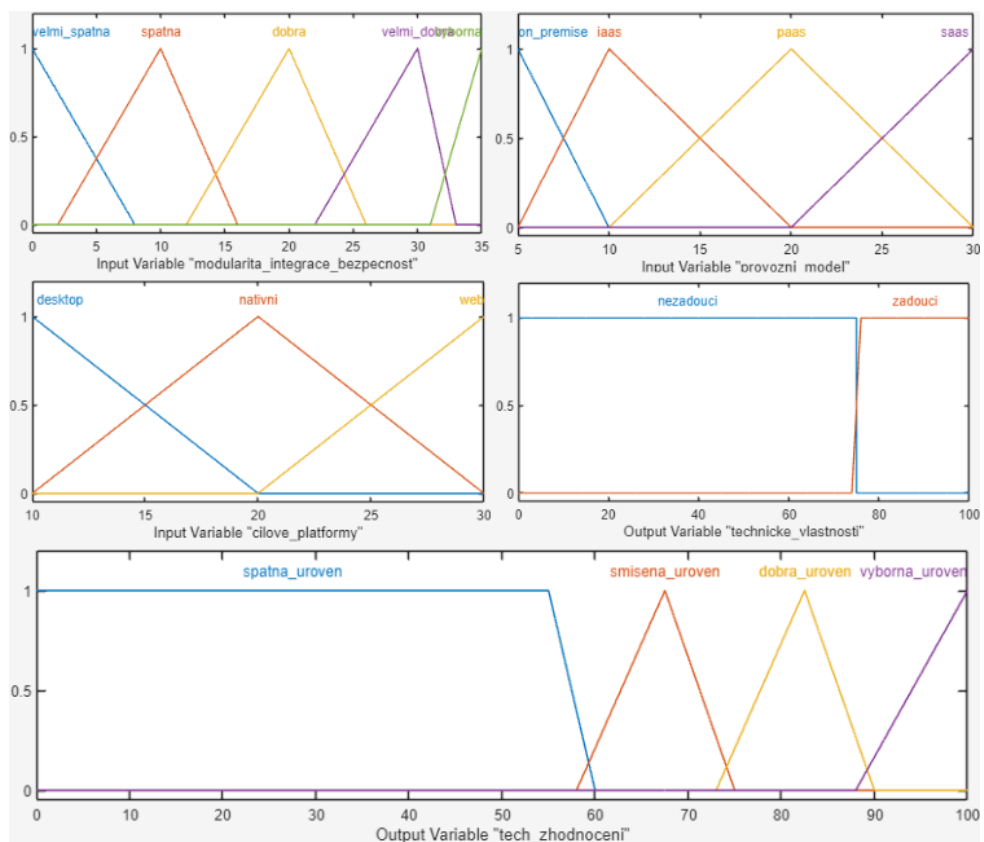
Snímek na obrázku 39 zobrazuje schéma fuzzy inferenčního systému pro vyhodnocení celého bloku technických vlastností uvnitř návrhového okna. První vstup shora ve schématu s názvem *modularita_integrace_bezpecnost* slouží k napojení výstupu z podpůrného subsystému. Ve snímku je vidět, že použitá defuzzifikační metoda systému je nalezení těžiště členské funkce. Tuto metodu používají všechny subsystémy modelu.

Ze schématu modelu je vidět, že vstup hodnocení podpůrného subsystému je rozděleno do pěti členských funkcí, parametry provozního modelu do čtyř a cílové platformy do tří členských funkcí. Počet pravidel typu AND, jimiž je tento systém pokryt, je:

$$5 \cdot 4 \cdot 3 = 60 \quad (1)$$

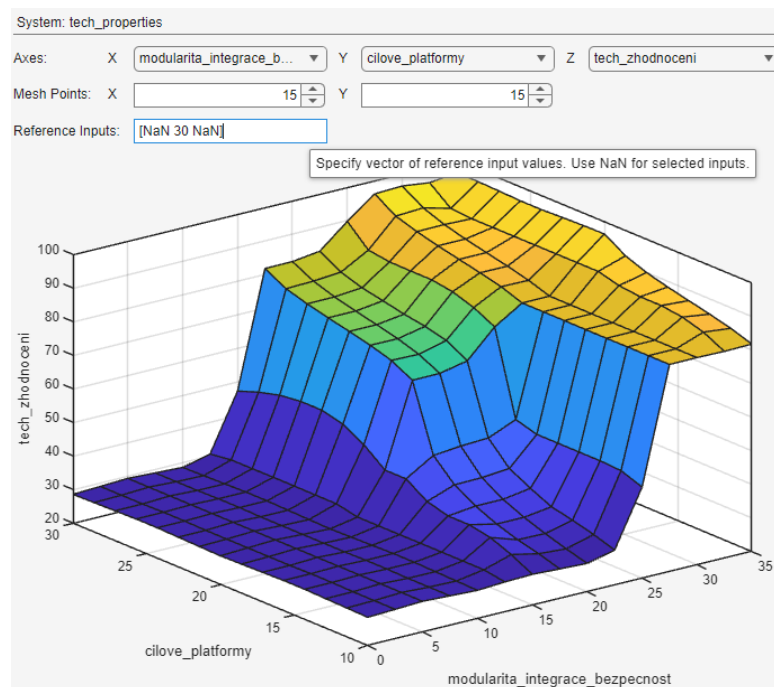


Obrázek 39: FIS pro vyhodnocení technických vlastností
(Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 40: Funkce členství vstupů a výstupů FIS tech_properties
(Zdroj: vlastní zpracování)

Definiční intervaly a jednotlivé funkce členství systému vyhodnocení technických vlastností jsou k vidění na obrázku 40. Funkce členství všech vstupů mají trojúhelníkový tvar. Vstup z pomocného subsystému je definován na rozmezí [0 35]. „Provozní model“ je definován na rozmezí [5 30] a „Cílové platformy“ na rozmezí [10 30]. Výstup popisující binární stav kategorie je definován na škále [0 100] pomocí lineární S funkce pro nežádoucí stav, která má hodnotu plného členství, dokud nedojde k hodnotě 74.99 a lineární Z funkce pro žádoucí stav, který nabývá plného členství hodnotou 75. Toto poměrně ostré vymezení je v souladu s myšlenkou převedení fuzzy výstupu na binární hodnotu. Neostrý přístup je více zachován u členských funkcí pro ohodnocení technické úrovně. Špatná úroveň je realizována také lineární S funkcí – všechna hodnocení menší než 55 jsou považována za plně špatná. Kolem přelomové hodnoty 60 se překrývá smíšená, dále kolem 75 dobrá a nakonec kolem 90 výborná úroveň technických vlastností.



Obrázek 41: Surface viewer subsystému tech_properties
(Zdroj: vlastní zpracování)

Obrázek 41 ukazuje plochu pokrytí pravidly subsystému pro vyhodnocení bloku technických vlastností v závislosti na kombinacích hodnocení cílových platform a hodnocení trojice modularita-integrace-bezpečnost při konstantní hodnotě provozního modelu 30 (maximum). Lze vidět, že v případech, kdy je provozní model i hodnocení trojice vysoké, převáží tyto klady v konečném hodnocení nad slabší podporou platformem.

3.3.4 Uživatelský skript

Interaktivní uživatelský skript lze použít z konzole (*Command Window*) ve vývojovém prostředí MATLAB. Po spuštění je uživateli zobrazeno jednoduché textové rozhraní (viz obrázek 42). Rozhraní obsahuje nápovědu se seznamem uživatelských akcí, – **Z** jako Zadání a zhodnocení systému, **V** jako Výpis výsledků dosud dosavadních vyhodnocení a **K** jako Konec programu. Nápověda se ukáže vždy při pokusu o zadání neexistující akce.

```
>> evalScript
=====
| VYHODNOCENÍ HR/DOCHÁZKOVÉHO SYSTÉMU PRO USNADNĚNÍ VÝBĚRU
=====
| DOSTUPNÉ AKCE
| Zadat a zhodnotit nový systém: Z
| Vypsát dosavadní výsledky: V
| Konec programu: K
=====
| Vybrat akci: Z
| Jmeno systemu: OptimSys
=====
| Zadej parametr - evidence prace (chybi=0 castecna=15 odpovidajici=30 nad ramec=35 ): 35
```

Obrázek 42: Spuštění a použití interaktivního skriptu

(Zdroj: vlastní zpracování)

Při zadávání nového systému uživatel vloží nejdříve název systému a poté po jednom vkládá číselné hodnoty přiřazené jednotlivým slovním hodnocením matice. Aby byla zachována symetrie s excelovým řešením a zadáváním parametrů v GUI variantě této aplikace, je dovoleno pouze zadávání hodnot parametrů explicitně specifikovaných u jednotlivých slovních atributů (viz poslední řádek obrázku 42). Jestliže je při kontrole zjištěno, že uživatel zadal jakýkoliv nesprávný vstup, je o ohodnocení tohoto parametru požádán znovu a takto pořád dokola, dokud není dodána platná hodnota.

Po zadání všech vstupních hodnot je provedeno vyhodnocení systému. Toto vyhodnocení realizuje samostatně definovaná funkce *evaluate_system()*, která jako vstupní argumenty přijímá všech 16 parametrů a uvnitř sebe volá další samostatné funkce, které postupně vyhodnocují jednotlivé fuzzy inferenční subsystémy modelu – *evaluate_func()*, *evaluate_tech()* a *evaluate_genProps()*. Každá z těchto funkcí načítá ze zdrojových souborů fuzzy modely, které potřebuje (pro jednoduchost jsou umístění těchto souborů zapsána přímo v tělech funkcí), a provede vyhodnocení funkcí *evalfis()*. Korektní pořadí volání propojuje všechny subsystémy do jednoho velkého systému. Implementace všech funkcí je analogická. Ukázkou je kód funkce *evaluate_tech()* v obrázku 43.

```

function [tech_score] = evaluate_tech(provozni_model,cilove_platformy, modularita_rozsiritelnost,...
    integrace, bezpecnost)
model_partial_tech_props = readfis("fis\\partial_tech_properties.fis");
model_tech_props = readfis("fis\\tech_properties.fis");

part_score = evalfis(model_partial_tech_props, [modularita_rozsiritelnost, integrace, bezpecnost]);
tech_score = evalfis(model_tech_props, [part_score, provozni_model, cilove_platformy]);
end

```

Obrázek 43: Funkce vyhodnocení technických vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkce *evaluate_system()* poté vrátí hodnocení dosažená ve všech kategoriích a celkové hodnocení systému, k číselným výsledkům jsou přiřazena slovní hodnocení odstupňovaná stejně jako v retransformačních maticích excelového modelu, výsledky jsou naformátovány a vypsány do konzole (viz obrázek 44) a uloženy do přehledu hodnocení provedených v rámci současného běhu skriptu, který je realizován dynamicky realokovaným polem struktur se jménem systému a numerickými výsledky. Historie výsledků je pro výpis naformátována stejně jako výpis aktuálního hodnocení.

```

| VYSLEDKY HODNOCENI
| OptimSys
-----
| Pokryti funkcionalit: 95.99 % -> Vyborne pokryti. Stav: Odpovidajici funkcionality
| Uroven technickych vlastnosti: 95.99 % -> Vyborna uroven. Stav: Zadouci vlastnosti
| Hodnoceni obecnych vlastnosti: 94.63 % -> Vyborne. Stav: Uspokojive
-----
| CELKOVE HODNOCENI SYSTEMU: 95.71 %
| VERBALNI HODNOCENI: Velmi vhodny system
| DOPORUCENI: Zvazovat
-----
| Pripad byl pridan do prehledu.
-----

```

Obrázek 44: Skript – zobrazení výsledků hodnocení

(Zdroj: vlastní zpracování)

Protože každý blok i celý systém mají jiná slovní hodnocení či odlišné slovní hodnoty, je na začátku skriptu pro každý systém definována tabulka, která je programovým zápisem transformační matice (příklad v obrázku 45). K vyhodnocení tabulek tohoto tvaru byla implementována funkce *verbal_evaluation()*, která porovnáním dosaženého skóre se spodní hranicí bodového rozsahu v prvním sloupci najde správné verbální hodnoty.

```

tech_result_table = table(...
    [90; 75; 60; 0], ...
    ["Vyborna uroven"; "Dobra uroven"; "Smisena uroven"; "Spatna uroven"], ...
    ["Zadouci"; "Zadouci"; "Nezadouci"; "Nezadouci"]);

```

Obrázek 45: Kód retransformační matice technických vlastností

(Zdroj: vlastní zpracování)

3.3.5 GUI aplikace

Funkcionality	Technické vlastnosti	Obecné vlastnosti
Evidence práce: Nad rámec	Provozní model: SaaS	Nároky na zavedení: Nízké
Absence a HO: Nad rámec	Cílové platformy: Web	Provozní náklady: Nízké
Profil zaměstnance: Nad rámec	Modularita, rozšiřitelnost: Velmi vysoká	Český jazyk: Česká firma
Datové exporty: Nad rámec	Možnosti integrace: Výborné	Přístupové terminály: Volitelné
Role a oprávnění: Flexibilní	Úroveň bezpečnosti: Výborná	Školení a návody: Obojí
Doplňkové funkcionality: Všechny		

Celkové skóre	Celkové hodnocení	Doporučení
95.71 %	Velmi vhodný systém	Zvažovat

Obrázek 46: GUI aplikace pro vyhodnocení systému – MATLAB

(Zdroj: vlastní zpracování)

GUI aplikace byla vytvořena v návrhovém prostředí App Designer. Cílem bylo, aby se co nejvíce podobala svému excelovému protějšku. Interaktivní část rozhraní je velice podobná, k výběru atributů slouží komponenta typu *DropDown*, tlačítka typu *Button* slouží k zavolání kódu pro vyhodnocení systému a k navrácení rozhraní do výchozího prázdného stavu. Textové pole s názvem systému zde slouží jen pro označení systému uživatelem při hodnocení a vytváření snímků obrazovky, název se nikam neukládá.

K vyhodnocení modelu jsou použity tytéž funkce jako ve skriptu (viz podsekcce 3.3.4). Kromě kódu pro inicializaci okna a volání těchto funkcí, obsahuje kód aplikace pouze nastavování výsledků v komponentách typu *Label* a barevnou indikaci významu výsledků na pozadí těchto komponent. K určení správné barvy je použit stejný mechanismus jako při výběru slovního hodnocení funkcí *verbal_evaluation()*.

Předností sdílení většiny kódu zajišťující vyhodnocení fuzzy modelu je nižší chybovost při implementaci, snazší možnost oprav či úprav sémantiky modelu a konzistentnost mezi výstupy skriptu a aplikace.

3.4 Aplikace na vybraných případech

Model v obou implementovaných verzích byl aplikován na vyhodnocení pěti dobře známých existujících softwarových řešení, jejichž funkce a další vlastnosti na pohled více či méně korespondují s neformální specifikací, a které jsou na trh uváděny jako systémy alespoň částečně pokrývající některé z oblastí personalistiky, docházky/přístupů, mezd, produktivity zaměstnanců a kontroly práce.

Výběr řešení, na nichž je model testován, není definitivní. Informace, na jejichž základě jsou slovně ohodnoceny jednotlivé sledované parametry, pocházejí vesměs z veřejných webových prezentací jejich prodejců, veřejně dostupné dokumentace, dalších méně spolehlivých webových zdrojů a v případech systémů *Toggl* a *Vema* také z osobní uživatelské zkušenosti autora. Takto získané informace jsou neúplné a nedokonalé. I v případě, že pocházejí z oficiálního zdroje, nemusí být zcela aktuální. Účelem aplikace modelu je tedy v této práci především vyzkoušení jeho funkčnosti na vzorku reálných případů a doporučení těch, které se předběžně jeví jako vhodné, k dalšímu zvážení.

Posouzení každého případu se skládá ze stručného uvedení systému, tabulky slovního ohodnocení parametrů a vyhodnocení pomocí obou aplikací.

3.4.1 ABRA Gen

ABRA Gen je ERP systém dodávaný českou společností *ABRA Software*, který mimo jiné obsahuje některé nástroje personalistiky. Nejedná se tedy o systém specificky zaměřený na produktivitu a správu lidských zdrojů, ale společnost v současnosti systém již používá k pokrytí některých svých procesů (viz podsekcce 2.4.3). Proto je nutno zohlednit možnost rozšíření o další připravené moduly a využívání již přítomných funkcí.

Systém je v současnosti provozován přímo ve firmě v režimu on-premise. Obsahuje možnosti základní evidence docházky, příchodů/odchodů, detail zaměstnance se všemi důležitými údaji, automatický přenos dat do výpočtu mezd, sledování absencí atd. Protože však jde o ERP systém, jeho primárními uživateli mají být pouze členové vedení a zaměstnanci vykonávající administrativu. Má velmi dobré možnosti datových exportů, obsahuje možnosti reportů a vizualizace v různých oblastech. Díky dobrému API, přizpůsobitelným exportům, možnosti importování dat a přidávání existujících předpřipravených či upravených modulů má velké možnosti integrace a je do budoucna rozšiřitelná. Je možné s ní snadno propojit některé systémy s přístupovými terminály.

Očividnou výhodou by bylo použití jednoho systému a odpadající nutnost řešit další integrace. Přizpůsobení a rozšíření by bylo výrazně méně náročné než zavádění celého složitějšího systému, ale přesto se jedná o spíše náročnou a nákladnou variantu. Zvýšení provozních nákladů plynoucích především z licence by však nebylo příliš velké. Velkou předností varianty je nabídka školení a propracovaná uživatelská dokumentace [61] [63].

Tabulka 19: Verbální ohodnocení systému ABRA Gen

(Zdroj: vlastní zpracování)

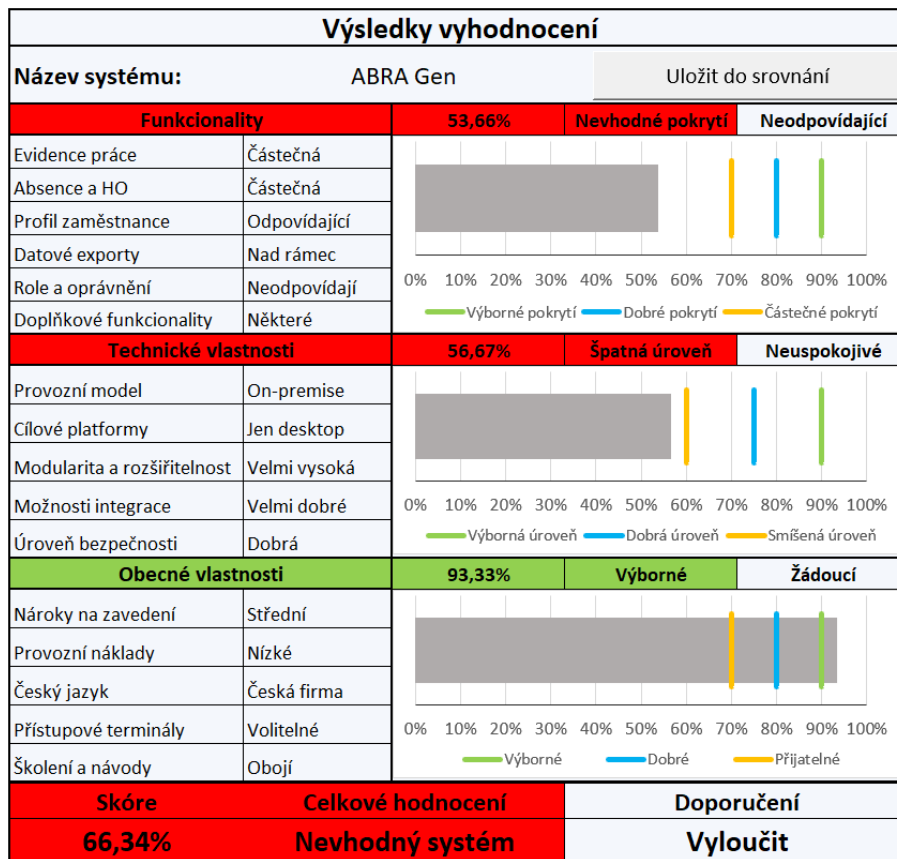
Funkcionality		Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Evidence práce	Částečná	Provozní model	On-premise	Nároky na zavedení	Střední
Absence a HO	Částečná	Cílové platformy	Jen desktop	Provozní náklady	Nízké
Profil zaměstnance	Odpovídající	Modularita a rozšiřitelnost	Velmi vysoká	Český jazyk	Česká firma
Datové experty	Nad rámec	Možnosti integrace	Velmi dobré	Přístupové terminály	Volitelné
Role a oprávnění	Neodpovídají	Úroveň bezpečnosti	Dobrá	Školení a návody	Obojí
Doplňkové funkcionality	Některé				

Tabulka 19 obsahuje verbální hodnocení parametrů systému *ABRA Gen*.

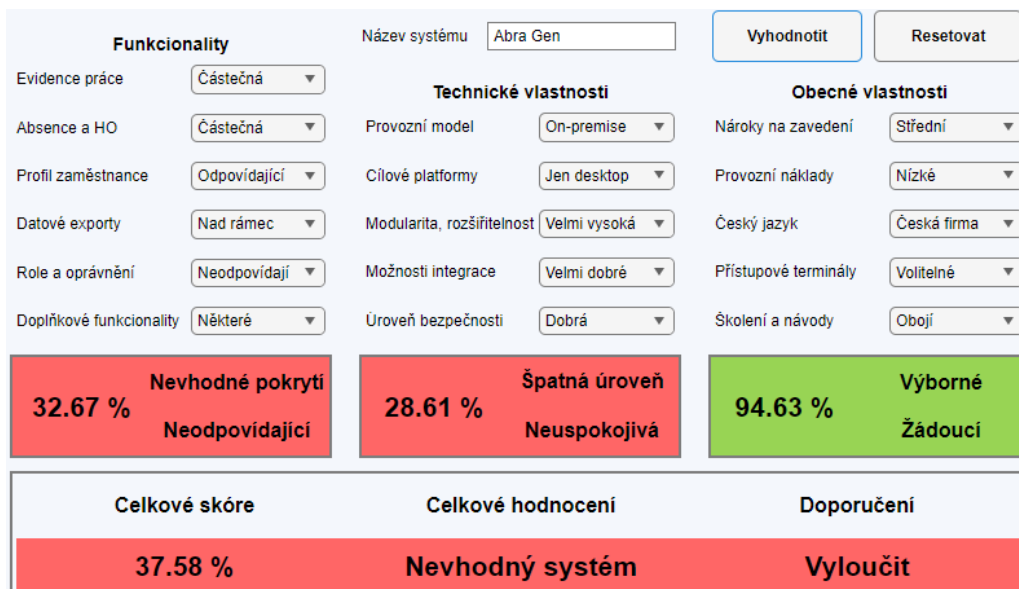
Obrázek 47 obsahuje kartu výsledků v Excelu, kde dosahuje celkového hodnocení 66,34 %. Přestože má výborné obecné vlastnosti (93, 33 %), je tato kategorie ve výsledku irelevantní, protože v oblasti funkcionalit dosahuje pouze 53,66 % a úroveň technických vlastností je hodnocena jako špatná s 56,67 %.

V obrázku 48 lze vidět výsledky z aplikace v MATLAB. Procentuální hodnocení v jednotlivých kategoriích i systému jako celku jsou odlišná, ale všechny výsledky spadají pod stejná slovní hodnocení.

Nedostatky této varianty tkví především v nevhodném pokrytí funkcionalit oproti požadavkům. Výsledek není příliš překvapivý, protože ERP systém pokrývající takovou šíři procesů není na žádanou oblast dostatečně specializován. Mezi technickými vlastnostmi lze jako viníky identifikovat nasazení on-premise a dostatečně dobré rozhraní pouze na desktop.



Obrázek 47: Výsledky systému ABRA Gen – Excel
(Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 48: Výsledky systému ABRA Gen – MATLAB
(Zdroj: vlastní zpracování)

3.4.2 Toggl Track

Toggl Track, podobně jako *Abra Gen* (viz 3.4.1), nelze považovat za všestranný personální či docházkový systém, ale byl zahrnut mezi systémy k vyhodnocení, protože jím mnoho zaměstnanců oddělení vývoje z vlastní iniciativy v současnosti nahrazuje chybějící automatizaci evidence práce.

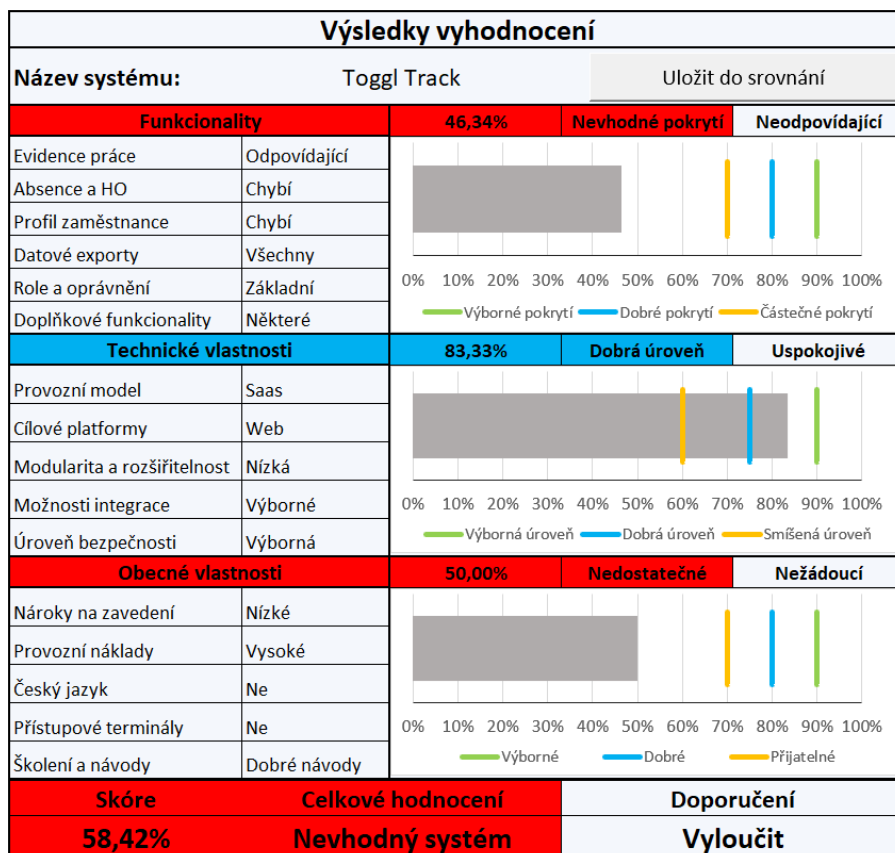
Hlavními funkcemi tohoto nástroje jsou měření času stráveného prací na úkolech, sledování úkolů v rámci projektů přiřazených zákazníkům, z těchto dat vycházející reporty produktivity a automatická tvorba podkladů pro mzdy a fakturaci. Ostatní funkce pokrývající personalistickou agendu chybí. *Toggl Track* je vyvíjen společností původem z Litvy a v současnosti nemá českou lokalizaci. Je nabízen jako *SaaS* na bázi měsíčního předplatného, jehož výše se odvíjí od vybraného plánu a počtu uživatelů. Protože se jedná o spíše jednoduchý systém, nelze o něm uvažovat v kontextu modulů, avšak nejvyšší plán obsahuje možnost určité míry přizpůsobení. Jeho předností je responzivní webové rozhraní a nativní aplikace na desktop i mobilní zařízení. Díky REST API a mnoha možnostem exportů a připravených integrací s populárními softwarovými produkty jej lze dobře využívat v kombinaci s jinými nástroji. Na internetu lze najít mnoho tipů, návodů a dobrou dokumentaci. Velkou předností jsou nízké nároky na zavedení, ale potenciální překážku představují provozní náklady vyplývající z předplatného (při velikosti firmy řádově několik stovek tisíc Kč ročně) [64].

Tabulka 20: Verbální ohodnocení systému Toggl Track

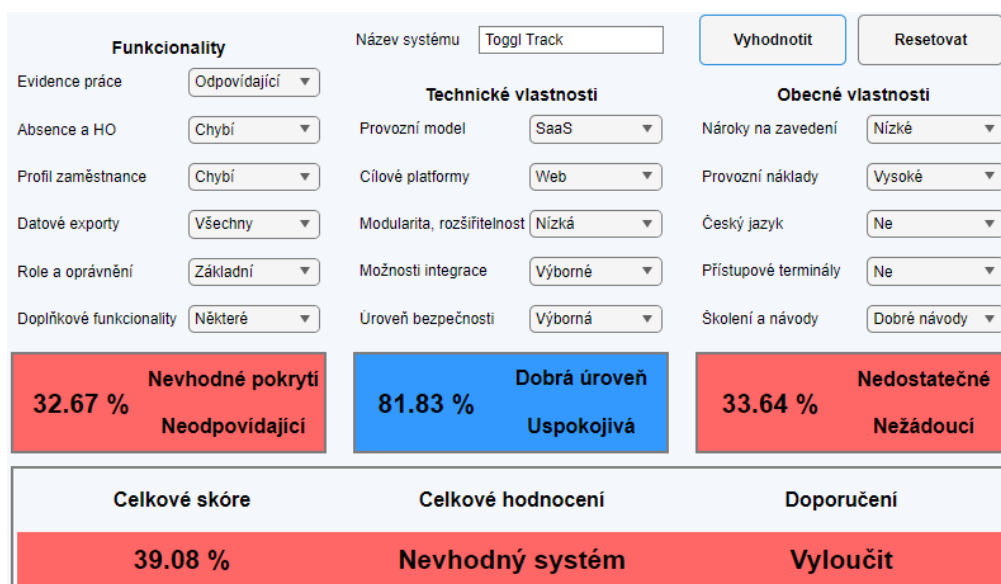
(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkcionality		Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Evidence práce	Odpovídající	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Nízké
Absence a HO	Chybí	Cílové platformy	Web	Provozní náklady	Vysoké
Profil zaměstnance	Chybí	Modularita a rozšiřitelnost	Nízká	Český jazyk	Ne
Datové exporty	Všechny	Možnosti integrace	Výborné	Přístupové terminály	Ne
Role a oprávnění	Základní	Úroveň bezpečnosti	Výborná	Školení a návody	Dobré návody
Doplňkové funkcionality	Některé				

Tabulka 20 obsahuje verbální hodnocení parametrů systému *Toggl Track*. Výsledky hodnocení v Excelu jsou na obrázku 49, výsledky z MATLAB na obrázku 50.



Obrázek 49: Výsledky systému Toggl – Excel
(Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 50: Výsledky systému Toggl Track – MATLAB
(Zdroj: vlastní zpracování)

Toggl Track si vede dobře v kategorii technických vlastností s velmi podobným skóre v Excelu i MATLAB (83,33 % a 81,83 %), ale velmi špatně v kategorii Funkcionalit, pro kterou ani v jednom modelu nedosáhl ani na 50 %. Hodnocení technických vlastností je srovnatelně špatné a v obou případech nedostatečné. Celkově je systém označen za nevhodný a doporučen k vyloučení z výběru. Lze učinit závěr, že jde o užitečnou pomůcku, ale nevhodnou volbu pro plošné zavedení.

3.4.3 Alveno

Docházkový a HR systém *Alveno*, poskytovaný jako *SaaS* s moderní webovou uživatelskou aplikací od brněnské firmy Iresoft, je už na první pohled plnohodnotným a komplexním softwarovým řešením personalistiky a docházky. Obsahuje velkou většinu klíčových funkcionalit, téměř všechny doplňkové a umožňuje rozšíření o modul plánování směn. Dobrou vlastností je přizpůsobitelnost šanonu zaměstnance a absencí. K evidenci docházky je možné použít buď biometrický/čipový terminál ve firmě nebo webovou aplikaci, díky které je možné začátek práce evidovat odkudkoliv. HR systém a systém docházky je možné používat odděleně nebo je propojit. Předností je snadná integrace s *ABRA Gen* podporovaná na obou stranách. Systém má REST API. Dobrá je vysoká míra přizpůsobení práv uživatelů, ať už pomocí rolí či zcela individuálně. Na internetu je k dispozici množství kvalitních videí a textových návodů, možnosti osobních školení jsou omezené. Firma garantuje rychlou základní implementaci plně on-line do 14 dnů. Provozní náklady jsou na předplatné podle rozsahu systému a velikosti firmy, případně pronájmu terminálů. V tomto případě by se jednalo o cca 100 000 Kč ročně [65].

Tabulka 21: Verbální ohodnocení systému Alveno

(Zdroj:vlastní zpracování)

Funkcionalita		Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Evidence práce	Částečná	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Nízké
Absence a HO	Nad rámec	Cílové platformy	Web	Provozní náklady	Nízké
Profil zaměstnance	Nad rámec	Modularita a rozšiřitelnost	Nízká	Český jazyk	Česká firma
Datové exporty	Všechny	Možnosti integrace	Dobré	Přístupové terminály	Volitelné
Role a oprávnění	Flexibilní	Úroveň bezpečnosti	Velmi dobrá	Školení a návody	Dobré návody
Doplňkové funkcionality	Většina				

Tabulka 21 obsahuje verbální hodnocení parametrů systému *Alveno*. Výsledky hodnocení v Excelu jsou na obrázku 51, výsledky z MATLAB na obrázku 52.

Výsledky vyhodnocení			
Název systému:		Alveno	Uložit do srovnání
Funkcionality		85,37%	Dobré pokrytí Odpovídající
Evidence práce	Částečná		
Absence a HO	Nad rámec		
Profil zaměstnance	Nad rámec		
Datové exporty	Všechny		
Role a oprávnění	Flexibilní		
Doplňkové funkcionality	Většina		
Technické vlastnosti		70,00%	Smíšená úroveň Neuspokojivé
Provozní model	SaaS		
Cílové platformy	Web		
Modularita a rozšiřitelnost	Nízká		
Možnosti integrace	Dobré		
Úroveň bezpečnosti	Velmi dobrá		
Obecné vlastnosti		93,33%	Výborné Žádoucí
Nároky na zavedení	Nízké		
Provozní náklady	Nízké		
Český jazyk	Česká firma		
Přístupové termíny	Volitelné		
Školení a návody	Dobré návody		
Skóre	Celkové hodnocení	Doporučení	
83,17%	Vhodný systém	Zvažovat	

Obrázek 51: Výsledky systému Alveno – Excel
(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkcionality		Název systému	Alveno	Vyhodnotit	Resetovat
Evidence práce	Částečná	Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Absence a HO	Nad rámec	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Nízké
Profil zaměstnance	Nad rámec	Cílové platformy	Web	Provozní náklady	Nízké
Datové exporty	Všechny	Modularita, rozšiřitelnost	Nízká	Český jazyk	Česká firma
Role a oprávnění	Flexibilní	Možnosti integrace	Dobré	Přístupové termíny	Volitelné
Doplňkové funkcionality	Většina	Úroveň bezpečnosti	Velmi dobrá	Školení a návody	Dobré návody
84.27 %	Dobré pokrytí Odpovídající	81.83 %	Dobrá úroveň Uspokojivá	94.63 %	Výborné Žádoucí
Celkové skóre	Celkové hodnocení	Doporučení			
84.23 %	Vhodný systém	Zvažovat			

Obrázek 52: Výsledky systému Alveno – MATLAB
(Zdroj: vlastní zpracování)

Alveno s celkovým skóre 83,17 % v Excelu a 84,23 % v MATLAB zřejmě může být vhodným systémem pro další zvážení. Pro krabicový systém s omezenými možnostmi přizpůsobení se jedná o pěkný výsledek, který vypovídá o dobrém návrhu systému, nicméně nízká modularita a rozšiřitelnost se v modelu Excel projevila hodnocením 70 %, tedy 5 % pod uspokojivou hranicí. MATLAB však tuto kombinaci parametrů vyhodnotil jako dobrou se skóre 81, 83 %, které hranici uspokojivosti překonává o 6 %. V případě nenalezení výrazně lepší alternativy se tato varianta jeví jako solidní volba.

3.4.4 Sloneek

Sloneek je v porovnání s dosud hodnocenými případy nováčkem na trhu. Jedná se o moderní řešení vyvíjené česko-slovenskou firmou, které klade důraz na vyšší flexibilitu a získání co nejlepších informací o personalistice a lidech ve firmě. Obecně řešení pokrývá a přesahuje funkcionální požadavky firmy, a přestože nabízí funkce, jejichž užití v současnosti není zvažováno, je ho díky rozdělení do mnoha modulů možné dobře přizpůsobit. U funkcí stojí za pozornost evidence práce, zahrnující měření času na úkolech a mnoho možností statistik a reportingu. *Sloneek* je prodáván jako *SaaS* s responzivním webovým rozhraním a mobilní aplikací. Je vybaven komplexním REST API a připravenými možnostmi integrace. Dodavatel klade důraz na aplikační a cloudovou bezpečnost a je transparentní ohledně svého zacházení s daty, zálohování atd. Přístupové terminály jsou spíše druhotnou záležitostí, nicméně existuje pro ně volitelná podpora. Dodavatel slibuje základní zavedení v rámci jednotek dnů. Náklady na provoz při ročním předplatném by se dle ceníku a dokumentace měly pohybovat okolo 100 000 Kč. Dokumentace je podrobná a srozumitelná, existují blogy a návody [66][67].

Tabulka 22: Verbální ohodnocení systému Sloneek

(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkcionality		Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Evidence práce	Nad rámec	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Nízké
Absence a HO	Odpovídající	Cílové platformy	Web	Provozní náklady	Nízké
Profil zaměstnance	Nad rámec	Modularita a rozšiřitelnost	Střední	Český jazyk	Česká firma
Datové exporty	Všechny	Možnosti integrace	Velmi dobré	Přístupové terminály	Volitelné
Role a oprávnění	Více rolí	Úroveň bezpečnosti	Velmi dobrá	Školení a návody	Dobré návody
Doplňkové funkcionality	Všechny				

Tabulka 22 obsahuje verbální hodnocení parametrů systému *Sloneek*. Výsledky hodnocení v Excelu jsou na obrázku 53, výsledky z MATLAB na obrázku 54.

Výsledky vyhodnocení			
Název systému:		Sloneek	Uložit do srovnání
Funkcionality		92,68%	Výborné pokrytí Odpovídající
Evidence práce	Nad rámec		
Absence a HO	Odpovídající		
Profil zaměstnance	Nad rámec		
Datové exporty	Všechny		
Role a oprávnění	Více rolí		
Doplnkové funkcionality	Všechny		
Technické vlastnosti			
Provozní model	SaaS		
Cílové platformy	Web		
Modularita a rozšiřitelnost	Střední		
Možnosti integrace	Velmi dobré		
Úroveň bezpečnosti	Velmi dobrá		
Obecné vlastnosti		93,33%	Výborné Žádoucí
Nároky na zavedení	Nízké		
Provozní náklady	Nízké		
Český jazyk	Česká firma		
Přístupové termíny	Volitelné		
Školení a návody	Dobré návody		
Skóre	Celkové hodnocení	Doporučení	
90,10%	Velmi vhodný systém	Zvažovat	

Obrázek 53: Výsledky systému Sloneek – Excel
(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkcionality		Název systému	Sloneek	Vyhodnotit	Resetovat
Evidence práce	Nad rámec	Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Absence a HO	Odpovídající	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Nízké
Profil zaměstnance	Nad rámec	Cílové platformy	Web	Provozní náklady	Nízké
Datové exporty	Všechny	Modularita, rozšiřitelnost	Střední	Český jazyk	Česká firma
Role a oprávnění	Více rolí	Možnosti integrace	Velmi dobré	Přístupové termíny	Volitelné
Doplnkové funkcionality	Všechny	Úroveň bezpečnosti	Velmi dobrá	Školení a návody	Dobré návody
95.99 %	Výborné pokrytí Odpovídající	81.83 %	Dobrá úroveň Uspokojivá	94.63 %	Výborné Žádoucí
Celkové skóre	Celkové hodnocení	Doporučení			
95.71 %	Velmi vhodný systém	Zvažovat			

Obrázek 54: Výsledky systému Sloneek – MATLAB
(Zdroj: vlastní zpracování)

Sloneek je oběma aplikacemi označen za velmi vhodný systém k dalšímu zvážení, se skóre přes 90,10 % v Excelu a 95,71 % v MATLAB. Ve všech třech kategoriích dosahuje pozitivního stavového hodnocení. Funkcionality jsou výborně pokryté, obecné vlastnosti dle specifik firmy jsou také výborné. Technická úroveň je kategorizována jako dobrá (Excel - 83,33 %, MATLAB – 81,83 %), mírnou slabinou je totiž střední rozšiřitelnost. Celkově je *Sloneek* ve všech ohledech lákavou možností a měl by zůstat v užším výběru.

3.4.5 Vema

Vema je tradiční český mzdový a personální systém dodávaný stejnojmennou společností. Poskytuje množství modulů z obou oblastí, které je možné ohebně kombinovat na základě potřeb zákazníka. Moduly pokrývají všechny ve firmách běžné oblasti provozní a znalostní úrovně personalistiky a tvorby mezd, přičemž jsou přítomny i některé nástroje vyšších organizačních úrovní. Součástí nabídky je i docházkový systém, který dříve silně spoléhal na fyzické přístupové terminály, ale nyní už nabízí i evidenci pracovní doby přes mobilní aplikaci. Jako uživatelský klient lze použít webovou aplikaci, ale ta je dobře použitelná pouze v desktopových prohlížečích a dodavatel ji tak i marketuje. Systém je nabízen i jako cloudová služba, jejíž cena se odvíjí od typu/počtu modulů a počtu zaměstnanců. Integrace s jinými systémy je možná skrze ODBC nebo automatizované exporty CSV, tyto možnosti jsou ale z pohledu podniku slabé. Nároky na zavedení jsou vyšší než u jiných případů kvůli režii, která plyne z delšího a složitějšího procesu implementace. Roční náklady na předplatné a servis by se dle srovnání s dohledatelnými smlouvami podobných rozsahů řešení měly pohybovat ve vyšších desítkách tis. Kč [68].

Tabulka 23: Verbální ohodnocení systému Vema

(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkcionality		Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Evidence práce	Částečná	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Vysoké
Absence a HO	Odpovídající	Cílové platformy	Vše nativní	Provozní náklady	Nízké
Profil zaměstnance	Odpovídající	Modularita a rozšiřitelnost	Vysoká	Český jazyk	Česká firma
Datové exporty	Všechny	Možnosti integrace	Špatné	Přístupové terminály	Volitelné
Role a oprávnění	Flexibilní	Úroveň bezpečnosti	Dobrá	Školení a návody	Obojí
Doplňkové funkcionality	Většina				

Tabulka 23 obsahuje verbální hodnocení parametrů systému *Vema*. Výsledky hodnocení v Excelu jsou na obrázku 55, výsledky z MATLAB na obrázku 56.

Výsledky vyhodnocení			
Název systému:		Vema	Uložit do srovnání
Funkcionality		80,49%	Dobré pokrytí Odpovídající
Evidence práce	Částečná		
Absence a HO	Odpovídající		
Profil zaměstnance	Odpovídající		
Datové exporty	Všechny		
Role a oprávnění	Flexibilní		
Doplnkové funkcionality	Většina		
Technické vlastnosti			63,33%
Provozní model	SaaS		
Cílové platformy	Vše nativní		
Modularita a rozšiřitelnost	Vysoká		
Možnosti integrace	Špatné		
Úroveň bezpečnosti	Dobrá		
Obecné vlastnosti		86,67%	Dobré Žádoucí
Nároky na zavedení	Vysoké		
Provozní náklady	Nízké		
Český jazyk	Česká firma		
Přístupové terminály	Volitelné		
Školení a návody	Obojí		
Skóre		Celkové hodnocení	
77,23%		Částečně vhodný systém	
		Doporučení	
		Vyloučit	

Obrázek 55: Výsledky systému Vema – Excel
(Zdroj: vlastní zpracování)

Funkcionality		Název systému	Vema	Vyhodnotit	Resetovat
Evidence práce	Částečná	Technické vlastnosti		Obecné vlastnosti	
Absence a HO	Odpovídající	Provozní model	SaaS	Nároky na zavedení	Vysoké
Profil zaměstnance	Odpovídající	Cílové platformy	Vše nativní	Provozní náklady	Nízké
Datové exporty	Všechny	Modularita, rozšiřitelnost	Vysoká	Český jazyk	Česká firma
Role a oprávnění	Flexibilní	Možnosti integrace	Špatné	Přístupové terminály	Volitelné
Doplnkové funkcionality	Většina	Úroveň bezpečnosti	Dobrá	Školení a návody	Obojí
84.27 %		66.83 %		84.33 %	
Dobré pokrytí Odpovídající		Smíšená úroveň Neuspokojivá		Dobré Žádoucí	
Celkové skóre		Celkové hodnocení		Doporučení	
74.32 %		Částečně vhodný systém		Vyloučit	

Obrázek 56: Výsledky systému Vema – MATLAB
(Zdroj: vlastní zpracování)

System *Vema* dle očekávání disponuje dobrým pokrytím funkcionalit, čemuž nasvědčují obě implementace, i když v excelové verzi je skóre 80,49 %, což je velmi blízko hranici neuspokojivého výsledku. Zcela úplné pokrytí totiž není. Obecné vlastnosti jsou také dobré a dosahují ohodnocení 86,67 % a 84,33 %. Technická úroveň je však vzhledem k potřebám podniku smíšená. Jako hlavní viníky lze identifikovat omezenou podporu cílových platforem a zejména možnosti integrace, které nekorespondují s představami podniku. *Vema* je s celkovými skóre 77, 23 % (Excel) a 74,32 % (MATLAB) částečně vhodným systémem, u něž se lze přiklonit spíše k vyloučení z dalšího výběru. Pro úplnost je však nutné doplnit, že při hodnocení tohoto případu bylo obtížné dohledat některé aktuální informace a systém mohl být na vstupu podhodnocen.

3.5 Zhodnocení výsledků

Výsledná skóre hodnocení všech řešení v jednotlivých dílčích kategoriích a hodnocení každého systému jako celku jsou znázorněna v tabulce 24. Barvy označující jednotlivé hodnoty korespondují se čtyřmi stupni hodnocení v Excelu i v MATLAB. Při porovnání výsledků mezi oběma modely jsou u nejhorsích kategorií (červená barva) vidět odchylky mezi 17–30 %, jinak jsou si hodnoty skóre bližší – vesměs řádově jednotky procent. Odchylky jsou dány především jinými metodami vyhodnocení v modelech a vlivem, který mají ve FIS modelech v MATLAB inferenční pravidla – znalosti reprezentované těmito pravidly nemusejí vždy odpovídat excelovému mechanismu výpočtu skóre.

Ve všech případech a kategoriích kromě technických vlastností u *Alveno* také modely zařadily daný systém ke stejnému stupni hodnocení a na něm založeném stavu. V této výjimce šlo o krajní situaci, kdy vstupy dle MATLAB plnily pravidla pro dobrou úroveň.

Tabulka 24: Porovnání výsledků posuzovaných případů

(Zdroj: vlastní zpracování)

Výsledky		ABRA Gen	Toggl Track	Alveno	Sloneek	Vema
Funkcionality	Excel	53,66 %	46,34 %	85,37 %	92,68 %	80,49 %
	MATLAB	32,67 %	32,67 %	84,27 %	95,99 %	84,27 %
Technické vlastnosti	Excel	56,67 %	83, 33 %	70 %	83,33 %	63,33 %
	MATLAB	28,61 %	81, 83 %	81,83 %	81,83 %	66,83 %
Obecné vlastnosti	Excel	93,33 %	50 %	93,33 %	93,33 %	86,67 %
	MATLAB	94,63 %	33,64 %	94,63 %	94,63 %	84, 33 %
Celkové skóre	Excel	66,34 %	58,42 %	83,17 %	90,10 %	77,23 %
	MATLAB	37,58 %	39, 08 %	84,23 %	95,71 %	74,32 %

Navržené modely byly ozkoušeny na několika reálných případech softwarových řešení, která pokrývají různé personální procesy, mají různé technické vlastnosti a do různé míry odpovídají představám konkrétního podniku. Výsledky hodnocení těchto případů naznačují, že modely mají rozumně zvolené a odstupňované parametry, vhodně ohodnocené vstupy, dostatečně přísně nastavené výstupy a dostatečné rozlišovací možnosti, aby dokázaly poskytnout nové informace usnadňující rozhodování o výběru.

Průzkum a hodnocení reálných případů ukázal, že model je možné i vylepšit. V kategorii funkcionalit se během testování ukázalo, že parametr „Evidence práce“ může být vzhledem k šíři pod něj zahrnutých funkcí buď více odstupňován nebo dokonce rozdělen na dva nové parametry. V kategorii technických vlastností bylo někdy neintuitivní ohodnocení parametru „Cílové platformy“, který by mohl být zobecněn např. na „Podporu UI“. Tyto úpravy mohou přispět ke snazšímu verbálnímu hodnocení parametrů a lepšímu rozlišení navrženého modelu, ale nejsou nezbytnou podmínkou použitelnosti.

Z výběru pěti hodnocených případů si ve všech kategoriích vedl nejlépe HR systém *Sloneek*, jehož přednostmi je zejména výborné pokrytí funkcionalit a výborné obecné vlastnosti z hlediska specifických potřeb a zvyklostí podniku. Úroveň technických vlastností je přijata jako dobrá a v kontextu připravených řešení se tak jedná o velmi vhodnou volbu, kterou lze managementu přednostně doporučit k dalšímu zvážení. Protože dodavatel *Sloneeka* garantuje prvotní spuštění v rámci hodin a zkušební období zdarma, lze další zvážení snadno provést vyzkoušením přímo ve firmě [66].

3.6 Finanční náklady modelů

Modely byly implementovány v rámci akademické práce a autor si nenárokuje finanční odměnu. Jedinými náklady na použití obou modelů je tedy pořízení komerčních licencí nástrojů MS Excel a MATLAB.

Licenci MS Excel lze dle oficiální nabídky Microsoftu k začátku května 2024 pořídit buď zakoupením jednorázové licence pro instalaci na jedno zařízení ve verzi MS Office 2021 nebo jako součást některé varianty předplaceného balíčku nástrojů Microsoft 365 [69]. Srovnání hlavních možných variant zahrnujících plnohodnotnou desktopovou verzi Excelu je uvedeno v tabulce 25. Pro účely používání modelu se jako nejvhodnější jeví pořízení ročního (případně opakovaného měsíčního) předplatného a poté další prodloužení v případě potřeby.

Tabulka 25: Srovnání komerčních licencí MS Excel

(Zdroj: vlastní zpracování dle oficiálního webu [69])

Produkt	Typ licence	Cena (Kč)
Office pro domácnosti a podnikatele 2021	Natrvalo pro 1 PC	8 299
Samotný MS Excel 2021	Natrvalo pro 1 PC	4 099
Microsoft 365 Apps pro firmy	Roční předplatné	~2 935 (117,6 €)

Tabulka 26 obsahuje přehled možností komerčního licencování MATLAB a nezbytného rozšíření *Fuzzy Logic Toolbox*. Pořízení ročního předplatného se opět jeví jako vhodnější.

Tabulka 26: Srovnání komerčních licencí MATLAB

(Zdroj: vlastní zpracování dle oficiálního webu [70])

Produkt	Platnost licence	Cena (EUR)	~ Cena (Kč)
MATLAB	Roční	900	22 460
MATLAB	Trvalá	2 250	56 150
Fuzzy Logic Toolbox	Roční	520	12 977
Fuzzy Logic Toolbox	Trvalá	1 300	32 442

Celkové náklady na pořízení ročních variant licencí jsou uvedeny v tabulce 27. Samotná cílová společnost již vlastní licence MS Office, týkají se jí tedy jen náklady na MATLAB.

Tabulka 27: Náklady na pořízení licencí

(Zdroj: vlastní zpracování)

Produkt	Cena (EUR)	~ Cena (Kč)
Microsoft 365 Apps pro firmy – roční předplatné	117,6	2 935
MATLAB – roční předplatné	900	22 460
Fuzzy Logic Toolbox – roční předplatné	520	12 977
Celkem	1 537,6	38 372

3.7 Očekávaný přínos řešení

Hlavním produktem této práce jsou implementace rozhodovacích modelů v Excelu a v MATLAB založených na fuzzy logice, které může podnik využít pro podporu rozhodování o výběru nového softwarového řešení IS pro pokrytí chtěných oblastí personalistiky. Souvisejícím výstupem je posouzení pěti případů, které se firmy přímo týkají, protože dva z nich jsou systémy, které jsou v jejím podnikovém prostředí už nějakým způsobem používány, a zbývající tři jsou v Česku dobře známými kandidáty na řešení. Jedno řešení je doporučeno ke zvýšené pozornosti vedení. Seznámení s touto zřejmě vhodnou variantou může zvýšit iniciativu vedení k zaměření pozornosti na oblast automatizace personalistiky a potenciálně vést k rozhodnutí o jejím výběru. Management má volnou ruku ve využití modelů k rozhodnutí o variantách, jež nejsou v práci uvedeny.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout a implementovat modely využívající fuzzy logiku, které by posloužily k podpoře výběru vhodného docházkového/HR systému pro konkrétní středně velkou společnost. Tyto modely měly být dále využity k vyhodnocení několika skutečných softwarových řešení, z nichž jedno mělo být doporučeno k dalšímu zvážení.

Po výběru metod a vytyčení dílčích cílů postupu práce byla nejdříve shrnuta základní matematická teorie fuzzy logiky a následně teorie fuzzy modelování a tvorby fuzzy inferenčních systémů. Po uvedení příkladů praktického využití těchto systémů byly popsány postupy návrhu fuzzy rozhodovacích modelů v MS Excel a MATLAB. Ke konci byla stručně shrnuta východiska z oblasti informačních a personálních systémů.

Ve druhé kapitole byla krátce představena zkoumaná společnost. Následně byla provedena její všeobecná strategická analýza z hlediska interních a externích faktorů. Kde to bylo možné, převládala snaha zaměřit se na faktory ovlivňující oblasti ICT a personalistiky. K určení faktorů obecného prostředí byla použita analýza PESTLE. K lepšímu pochopení oborového okolí posloužil Porterův model pěti sil. Interní situace společnosti byla analyzována pomocí McKinseyho analýzy 7S. Z výstupů těchto dílčích analýz byla sestavena závěrečná souhrnná analýza SWOT.

Bylo zjištěno, že společnost se na svém trhu těší dobré pozici a její oblasti podnikání přejí dlouhodobé politické a technologické trendy. Silnými stránkami společnosti jsou zejména dlouho budované obchodní vztahy, diferenciací produktové nabídky firmy, cenné know-how, schopnost přizpůsobit se trhu, schopnost technické inovace a dobrá kvalifikovanost i osobní vlastnosti pracovníků, k jejichž spokojenosti přispívá příjemná firemní kultura.

Na pozici a rozvoj společnosti má však nepříznivý účinek nerovnováha mezi jejími interními faktory v oblasti strategie a systémů. Patrnou dílčí slabinu představuje absence komplexního softwarového řešení docházkového/HR systému. Společnost spoléhá na zastaralý a pracný proces evidence činnosti na úkolech, práce a docházky, přípravy podkladů pro zaměstnanecké mzdy a fakturace zákazníkům. V širším smyslu se chybějící automatizace odráží ve většině agendy HR, zejména na provozní a znalostní úrovni.

Analytická část byla uzavřena soupisem neformálních požadavků na vhodné softwarové řešení z hlediska funkcionalit, technických vlastností a dalších potřeb a představ podniku.

V návrhové části práce byl na základě neformálních požadavků vytvořen model pro podporu rozhodování. Model obsahuje celkem 16 vstupních kritérií rozdělených do kategorií Funkcionality, Technické vlastnosti a Obecné vlastnosti. Tato kritéria jsou nejdříve vyhodnocena zvlášť v rámci každé kategorie a poté napříč všemi kategoriemi pro hodnocení celého systému. Výsledky jsou vyjádřeny procentuálním skóre, verbálním hodnocením vyjadřujícím míry uspokojení požadavků/vhodnosti systému, binárními hodnoceními stavu každé kategorie a doporučení, zda systém zvážit, či vyloučit z výběru.

Model byl implementován v prostředích MS Excel a MATLAB. Pro implementaci v MATLAB byl model rozdělen do celkově sedmi dílčích subsystémů, které byly implementovány zvlášť a poté provázány. Tím byla zajištěna snazší tvorba a nižší výpočetní náročnost modelu v porovnání s naivním řešením. Obě provedení modelu byla doplněna o GUI, čímž vznikly dvě plnohodnotné uživatelské aplikace. Následně byla obě aplikace použity na pěti skutečných softwarových řešení pokrývajících v odlišné hloubce a rozsahu různé aspekty podnikové personalistiky. Porovnání výsledků mezi modely ukázalo téměř úplnou shodu ve slovním hodnocení všech případů.

Na základě porovnání skóre a slovních hodnocení bylo pro pokrytí potřeb společnosti doporučeno konkrétní SW řešení personalistiky, které dosáhlo nejlepších výsledků a bylo celkově označeno jako velmi vhodné. Společnost se může dále ubírat směrem této volby nebo použít připravené rozhodovací modely k vyhodnocení jiných alternativ.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PERRY, T.S. Lotfi A. Zadeh [fuzzy logic inventor biography]. Online. *IEEE spectrum*. 1995, roč. 32, č. 6, s. 32-35. ISSN 0018-9235. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/6.387136>. [cit. 2024-01-09].
- [2] RUTKOWSKI, Leszek. *Flexible neuro-fuzzy systems: structures, learning and performance evaluation*. Vydání: 1. Kluwer international series in engineering and computer science. Boston: Kluwer Academic Publishers, c2004. ISBN 1-4020-8042-5.
- [3] JURA, Pavel. *Fuzzy logika v modelování a řízení dynamických systémů: současný stav, perspektivy a výuka*. Vydání: 1. Brno: VUTIUM, 2005. ISBN 80-214-3019-2.
- [4] MOHAN, Chander. *An introduction to fuzzy set theory and fuzzy logic*. London: MV Learning, [2015]. ISBN 978-81-309-2751-0.
- [5] ZADEH, Lotfi A. Is there a need for fuzzy logic? Online. *Information Sciences*. 2008, roč. 178, č. 13, s. 2751-2779. ISSN 00200255. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.02.012>. [cit. 2024-01-11].
- [6] SINGH, Harpreet; GUPTA, Madan M.; MEITZLER, Thomas; HOU, Zeng-Guang; GARG, Kum Kum et al. Real-Life Applications of Fuzzy Logic. Online. *Advances in Fuzzy Systems*. 2013, roč. 2013, č. 1, s. 1-3. ISSN 1687-7101. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2013/581879>. [cit. 2024-01-12].
- [7] ZADEH, L.A. Fuzzy logic = computing with words. Online. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 1996, roč. 4, č. 2, s. 103-111. ISSN 10636706. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/91.493904>. [cit. 2024-01-12].
- [8] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-605-8.
- [9] DOSTÁL, Petr. *Soft computing v podnikatelství a veřejné správě*. Vydání: první. Brno: Akademické nakladatelství CERM, [2015] -2022. ISBN 978-80-7623-083-5.
- [10] BEN YAHIA, Nesrine; BEN SAOUD, Narjès Bellamine a BEN GHEZALA, Henda. Integrating fuzzy case-based reasoning and particle swarm optimization to support decision making. Online. *International Journal of Computer Science Issues*. 2012, roč. 9, č. 3, s. 117-124. ISSN 1694-0814. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/265798833_Integrating_fuzzy_case-based_reasoning_and_particle_swarm_optimization_to_support_decision_making. [cit. 2024-05-11].
- [11] THE MATHWORKS, INC. *Pi-shaped membership function – MATLAB*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1989, 2023-08-31. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/pimf.html>. [cit. 2024-01-18].

- [12] CODECRUCKS. *What is fuzzy membership function – A complete guide*. Online. CODECRUCKS. CodeCrucks. 2023, 2023-03-08. Dostupné z: <https://codecrucks.com/what-is-fuzzy-membership-function-complete-guide/>. [cit. 2024-01-20].
- [13] HUGHES, Sophie a SINGH KHUMAN, Arjab. Automatic Camera Flash Using a Mamdani Type One Fuzzy Inference System. Online. In: CARTER, Jenny; CHICLANA, Francisco; KHUMAN, Arjab Singh a CHEN, Tianhua (ed.). *Fuzzy Logic*. Cham: Springer International Publishing, 2021, s. 221-233. ISBN 978-3-030-66473-2. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66474-9_13. [cit. 2024-01-21].
- [14] MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. *Fuzzy logika*. Online. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Elektronické studijní materiály. 2000, 1. 1. 2024. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21852. [cit. 2024-01-19].
- [15] GHOSH, Manas a SING, Jamuna Kanta. Interval type-2 fuzzy set induced fuzzy rank-level fusion for face recognition. Online. *Applied Soft Computing*. 2023, roč. 145, č. 1, s. 1-12. ISSN 15684946. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110584>. [cit. 2024-01-21].
- [16] HUBBLE, Adam; MOORIN, Jack a KHUMAN, Arjab Singh. Artificial Intelligence in FPS Games: NPC Difficulty Effects on Gameplay. Online. In: CARTER, Jenny; CHICLANA, Francisco; KHUMAN, Arjab Singh a CHEN, Tianhua (ed.). *Fuzzy Logic*. Cham: Springer International Publishing, 2021, s. 165-190. ISBN 978-3-030-66473-2. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66474-9_11. [cit. 2024-01-21].
- [17] MAMA, Rachid a MACHKOUR, Mustapha. Fuzzy querying with SQL: Fuzzy view-based approach. Online. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2021, roč. 40, č. 5, s. 9937-9948. ISSN 10641246. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/JIFS-202551>. [cit. 2024-01-21].
- [18] STIRLING, Jonathan; CHEN, Tianhua a BUCHOLC, Magda. Diagnosing Alzheimer's Disease Using a Self-organising Fuzzy Classifier. Online. In: CARTER, Jenny; CHICLANA, Francisco; KHUMAN, Arjab Singh a CHEN, Tianhua (ed.). *Fuzzy Logic*. Cham: Springer International Publishing, 2021, s. 69-82. ISBN 978-3-030-66473-2. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66474-9_5. [cit. 2024-01-21].
- [19] STIRLING, Jonathan; CHEN, Tianhua a ADAMOU, Marios. Autism Spectrum Disorder Classification Using a Self-organising Fuzzy Classifier. Online. In: CARTER, Jenny; CHICLANA, Francisco; KHUMAN, Arjab Singh a CHEN, Tianhua (ed.). *Fuzzy Logic*. Cham: Springer International Publishing, 2021, s. 83-94. ISBN 978-3-030-66473-2. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66474-9_6. [cit. 2024-01-21].
- [20] APPEL, Orestes; CHICLANA, Francisco; CARTER, Jennifer a FUJITA, Hamido. A Fuzzy Approach to Sentiment Analysis at the Sentence Level. Online. In: CARTER, Jenny; CHICLANA, Francisco; KHUMAN, Arjab Singh a CHEN, Tianhua (ed.). *Fuzzy Logic*. Cham: Springer International Publishing, 2021, s. 11-34. ISBN 978-3-030-66473-2. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66474-9_2. [cit. 2024-01-21].

- [21] REFSNES DATA. *Excel Introduction*. Online. REFSNES DATA. W3Schools. 2024. Dostupné z: https://www.w3schools.com/EXCEL/excel_introduction.php. [cit. 2024-02-08].
- [22] RAVIKIRAN, A. S. *How to Create UserForms in Excel?* Online. SIMPLILEARN SOLUTIONS. Simplilearn. 2023, 2023-02-23. Dostupné z: <https://www.simplilearn.com/tutorials/excel-tutorial/userform-in-excel>. [cit. 2024-02-08].
- [23] JAHIU, Dhurata; CANNON, Linda; JERABEK, Alex; CAPUTO, Linda; SCHONNING, Nick et al. *Getting started with VBA in Office*. Online. MICROSOFT. Microsoft Learn. 2022, 2022-08-06. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office>. [cit. 2024-02-12].
- [24] MICROSOFT. *Introduction to Python in Excel*. Online. MICROSOFT. Microsoft Support. 2023, 2023-08-16. Dostupné z: <https://support.microsoft.com/en-gb/office/introduction-to-python-in-excel-55643c2e-ff56-4168-b1ce-9428c8308545>. [cit. 2024-02-12].
- [25] MOLER, Cleve. *A Brief History of MATLAB*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1989, 2018. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/company/technical-articles/a-brief-history-of-matlab.html>. [cit. 2024-02-12].
- [26] THE MATHWORKS, INC. *General Applications*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/simulink/general-applications.html>. [cit. 2024-02-19].
- [27] THE MATHWORKS, INC. *Live Editor Introduction*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: https://www.mathworks.com/help/matlab/matlab_prog/live-editor-introduction.html. [cit. 2024-02-28].
- [28] THE MATHWORKS, INC. *Access MATLAB Add-On Toolboxes*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/thingspeak/matlab-toolbox-access>. [cit. 2024-02-28].
- [29] THE MATHWORKS, INC. *Get Started With Fuzzy Logic Toolbox*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: https://www.mathworks.com/help/fuzzy/getting-started-with-fuzzy-logic-toolbox.html?s_tid=CRUX_lftnav. [cit. 2024-02-28].
- [30] THE MATHWORKS, INC. *Fuzzy Inference System Modeling*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-inference-system-modeling.html?s_tid=CRUX_lftnav. [cit. 2024-02-28].
- [31] THE MATHWORKS, INC. *Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: <https://ww2.mathworks.cn/help/fuzzy/types-of-fuzzy-inference-systems.html>. [cit. 2024-02-29].

- [32] THE MATHWORKS, INC. *Define Membership Functions Using Fuzzy Logic Designer*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/define-membership-functions-using-fuzzy-logic-designer.html>. [cit. 2024-02-29].
- [33] THE MATHWORKS, INC. *Define Fuzzy Rules Using Fuzzy Logic Designer*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/define-fuzzy-rules-using-fuzzy-logic-designer.html>. [cit. 2024-02-29].
- [34] THE MATHWORKS, INC. *Build Fuzzy Systems Using Fuzzy Logic Designer*. Online. THE MATHWORKS, INC. MathWorks. 1994, 2024-01-01. Dostupné z: <https://se.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html>. [cit. 2024-03-10].
- [35] BASL, Josef a BLAŽÍČEK, Roman. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Management v informační společnosti. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [36] SODOMKA, Petr a KLČOVÁ, Hana. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2878-7.
- [37] ŽUFAN, Jan. *Informační systémy v moderním personálním řízení*. Vzdělávání dospělých. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-955-5.
- [38] AION CS. *Zákon č. 110/2019 Sb.* Online. AION CS. Zákony pro lidi. 2019, 2019-04-24. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-110>. [cit. 2024-05-09].
- [39] MALLYA, Thaddeus. *Základy strategického řízení a rozhodování*. Expert (Grada). Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1911-5.
- [40] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Strategie rozvoje inteligentních dopravních systémů 2021 - 2027 s výhledem do roku 2050*. Vydání: 1. 2021. Dostupné z: https://www.its-knihovna.cz/CDV/media/ITS-Knihovna/Strategie%20ČR/Strategie%20rozvoje%20ITS/Strategie-rozvoje-ITS-2021-vFin_4-1-2021.pdf. [cit. 2024-03-31].
- [41] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Exportní strategie ČR 2023-2033*. Online. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2023, 2023-08-31. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/zahranicni-obchod/podpora-exportu/exportni-strategie/exportni-strategie-cr-2023-2033--276506/>. [cit. 2024-04-16].
- [42] ČNB. *Prognóza ČNB – zima 2024*. Online. ČNB. Česká národní banka. 2024, 2024-02-08. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/prognoza/>. [cit. 2024-03-21].
- [43] NEXTPAGE MEDIA. *Úrokové sazby*. Online. NEXTPAGE MEDIA. <https://www.penize.cz/urokove-sazby>. 2024, 2024-03-21. Dostupné z: <https://www.penize.cz/urokove-sazby>. [cit. 2024-03-31].

- [44] ČSÚ. *Aktuální populační vývoj v kostce*. Online. ČSÚ. Český statistický úřad. 2023, 2024-03-01. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/aktualni-populacni-vyvoj-v-kostce>. [cit. 2024-03-22].
- [45] ALI, Sabina. *Konec nadvlády programátorů. Pozic ubývá, na jednu se hlásí stále víc lidí*. Online. MAFRA A. S. IDNES.cz. 2024, 2024-03-16. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/umela-intelligence-it-trh-prace-ajtaci-programatori-mzdy.A240315_140415_ekonomika_alis. [cit. 2024-04-01].
- [46] FACCIO, Maurizio; GRANATA, Irene; MENINI, Alberto; MILANESE, Mattia; ROSSATO, Chiara et al. Human factors in cobot era: a review of modern production systems features. Online. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2023, roč. 34, č. 1, s. 85-106. ISSN 0956-5515. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10845-022-01953-w>. [cit. 2024-04-16].
- [47] HINES, Kristi. *History Of ChatGPT: A Timeline Of The Meteoric Rise Of Generative AI Chatbots*. Online. ALPHA BRAND MEDIA. Search Engine Journal. 2023, 2023-06-04. Dostupné z: <https://www.searchenginejournal.com/history-of-chatgpt-timeline/488370/>. [cit. 2024-04-01].
- [48] THE NEW YORK TIMES COMPANY. *Will A.I. Boost Productivity? Companies Sure Hope So*. Online. THE NEW YORK TIMES COMPANY. The New York Times. 2024, 2024-04-01. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/2024/04/01/business/economy/artificial-intelligence-productivity.html>. [cit. 2024-04-03].
- [49] SWANEY, Ronda. *GenAI: The next frontier in AI security threats*. Online. IBM. Security Intelligence. 2024, 2024-04-03. Dostupné z: <https://www.securityintelligence.com/articles/gen-ai-next-ai-security-threat/>. [cit. 2024-04-04].
- [50] SEYFOR A. S. *Povinnosti zaměstnavatele*. Online. SEYFOR A. S. MoneyS3 blog. 2020, 2020-11-24. Dostupné z: <https://money.cz/novinky-a-tipy/mzdy-a-personalistika/4-povinnosti-na-ktere-zamestnavatele-nejcasteji-zapominaji>. [cit. 2024-03-27].
- [51] AION CS. *Zákon č. 133/1985 Sb*. Online. AION CS. Zákony pro lidi. 2010, 2024-03-22. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>. [cit. 2024-03-27].
- [52] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/2555 ze dne 14. prosince 2022 o opatřeních k zajištění vysoké společné úrovně kybernetické bezpečnosti v Unii a o změně nařízení (EU) č. 910/2014 a směrnice (EU) 2018/1972 a o zrušení směrnice (EU) 2016/1148 (směrnice NIS 2) (Text s významem pro EHP). In: 2022. Dostupné z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj>. [cit. 2024-04-02].
- [53] NOVÁKOVÁ, Barbora. *NIS2: Nový zákon o kybernetické bezpečnosti. Na co se připravit?* Online. O2 CZECH REPUBLIC A.S. CyberNews. 2023, 2023-09-05. Dostupné z: <https://o2cybernews.cz/clanky/nis2-novy-zakon-o-kyberneticke-bezpecnosti-na-co-se-pripravit>. [cit. 2024-03-27].

- [54] KURZY.CZ. *Copernicus: Rok 2023 byl nejteplejším rokem v historii měření. Globální teplota se přiblížila hranici 1,5 °C*. Online. KURZY.CZ. Kurzy.cz. 2024, 2024-01-09. Dostupné z: <https://zpravy.kurzy.cz/754431-copernicus-rok-2023-byl-nejteplejsim-rokem-v-historii-mereni-globalni-teplota-se-priblizila>. [cit. 2024-03-27].
- [55] HARVARD BUSINESS SCHOOL. *The Five Forces*. Online. HARVARD BUSINESS SCHOOL. INSTITUTE FOR STRATEGY & COMPETITIVENESS. 2024. Dostupné z: <https://www.isc.hbs.edu/strategy/business-strategy/Pages/the-five-forces.aspx>. [cit. 2024-05-05].
- [56] AŽD PRAHA S. R. O. *Zabezpečovací a řídicí systémy pro dopravu*. Online. 2024, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.azd.cz/cs>. [cit. 2024-04-02].
- [57] MIKROELEKTRONIKA SPOL S. R. O. *Mikroelektronika s. r. o., Vysoké Mýto*. Online. 1991, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.mikroelektronika.com/cs>. [cit. 2024-04-02].
- [58] BUSE S. R. O. *Buse | Burdova speciální elektronika*. Online. 2017, 2023-12-19. Dostupné z: <https://www.buse.cz/cs/>. [cit. 2024-04-17].
- [59] TELMAX S. R. O. *Telmax*. Online. 2015, 2024-01-01. Dostupné z: <https://www.telmax.eu/cs/default.aspx>. [cit. 2024-04-02].
- [60] FINSTAT S. R. O. *EmTest, a. s. - zisk, tržby, hospodarske výsledky*. Online. FINSTAT S. R. O. FinStat. 2005, 2024-04-02. Dostupné z: <https://www.finstat.sk/36427101>. [cit. 2024-04-02].
- [61] ABRA SOFTWARE A. S. *ERP systém ABRA Gen*. Online. ABRA SOFTWARE A. S. Informační systémy a ERP pro každou firmu. 2024, 2024-04-18. Dostupné z: <https://www.abra.eu/erp-system-abra-gen/>. [cit. 2024-04-18].
- [62] MICROSOFT. *HSTACK function*. Online. MICROSOFT. Microsoft Support. 2024. Dostupné z: <https://support.microsoft.com/en-us/office/hstack-function-98c4ab76-10fe-4b4f-8d5f-af1c125fe8c2>. [cit. 2024-05-01].
- [63] ABRA SOFTWARE. *Nápověda ABRA Gen*. Online. 2024. Dostupné z: <https://help.abra.eu/cs/24.0/G4/Content/Home.htm>. [cit. 2024-05-02].
- [64] TOGGL. *Toggl Track*. Online. 2024. Dostupné z: <https://toggl.com/>. [cit. 2024-05-02].
- [65] IRESOFT S.R.O. *On-line docházkový a HR systém pro moderní kancelář – Alveno*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.alveno.cz/>. [cit. 2024-05-04].
- [66] SLONEEK. *Sloneek|HR systém se kterým vyřešíte celou cestu zaměstnance*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.sloneek.cz/>. [cit. 2024-05-04].
- [67] SLONEEK. *Centrum nápovědy*. Online. 2022, 2024-04-22. Dostupné z: <https://knowledgebase.sloneek.com/cs/hc>. [cit. 2024-05-05].
- [68] VEMA. *Mzdový a personální informační systém*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.vema.cz/>. [cit. 2024-05-04].

- [69] MICROSOFT. *Microsoft 365 - předplatné aplikací Office*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/microsoft-365>. [cit. 2024-05-10].
- [70] THE MATHWORKS INC. *Pricing and Licensing – MATLAB & Simulink*. Online. THE MATHWORKS INC. MathWorks. 1994. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/pricing-licensing.html>. [cit. 2024-05-10].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: ostře vymezená množina (vlevo) a fuzzy množina	15
Obrázek 2: Základní vlastnosti fuzzy množin	16
Obrázek 3:Fuzzy množina s konvexní funkcí členství	17
Obrázek 4: Fuzzy množina s nekonvexní funkcí členství	17
Obrázek 5: Fuzzy průnik.....	18
Obrázek 6: Fuzzy algebraický součin	18
Obrázek 7: Fuzzy sjednocení	19
Obrázek 8: Fuzzy algebraický součet	19
Obrázek 9: Fuzzy doplněk	19
Obrázek 10: Fuzzy omezený rozdíl	19
Obrázek 11: Fuzzy omezený součet	19
Obrázek 12: Trojúhelníková funkce členství	20
Obrázek 13: Lichoběžníková funkce (vlevo), Γ a L (vpravo)	21
Obrázek 14: Nelineární funkce členství Π (vlevo), Z a S (vpravo).....	21
Obrázek 15: Členská funkce zvonovitého tvaru	22
Obrázek 16: Proces vyhodnocování fuzzy systémem.....	22
Obrázek 17: Fuzzy Logic Designer v Matlab R2023	29
Obrázek 18: Editor členských funkcí kritéria	30
Obrázek 19: Editor inferenčních pravidel IF-THEN	31
Obrázek 20: Interaktivní náhled inference pravidel	32
Obrázek 21: Interaktivní náhled pokrytí povrchu	32
Obrázek 22: Roviny chápání informačního systému v podniku.....	33
Obrázek 23: Informační pyramida podle organizačních úrovní podniku	34
Obrázek 24: Personální složení firmy BBE Trans dle činnosti	39
Obrázek 25: Porterův model pěti sil	45
Obrázek 26: Schéma McKinseyho modelu 7S	50
Obrázek 27: Souhrnná matice SWOT analýzy podniku	57
Obrázek 28: Tabulkové GUI aplikace s ovládacími prvky a přehledem výsledků.....	72
Obrázek 29: Okno pro zadání a vyhodnocení parametrů systému	73
Obrázek 30: Validace vstupů před vyhodnocením.....	74
Obrázek 31: Schéma propojení subsystémů – blok Funkcionality	76
Obrázek 32: Schéma propojení subsystémů – blok Technické vlastnosti	76
Obrázek 33: Schéma propojení subsystémů – blok Obecné vlastnosti	77
Obrázek 34: Schéma propojení bloků do FIS pro celkové hodnocení	77
Obrázek 35: FIS partial_tech_properties	78
Obrázek 36: Editor funkcí členství – kritérium Modularita a rozšiřitelnost.....	79
Obrázek 37: Editor sady pravidel subsystému partial_tech_properties.....	79
Obrázek 38: Surface viewer subsystému partial_tech_properties	80
Obrázek 39: FIS pro vyhodnocení technických vlastností	81
Obrázek 40: Funkce členství vstupů a výstupů FIS tech_properties	81
Obrázek 41: Surface viewer subsystému tech_properties	82
Obrázek 42: Spuštění a použití interaktivního skriptu.....	83
Obrázek 43: Funkce vyhodnocení technických vlastností.....	84

Obrázek 44: Skript – zobrazení výsledků hodnocení	84
Obrázek 45: Kód retransformační matice technických vlastností	84
Obrázek 46: GUI aplikace pro vyhodnocení systému – MATLAB.....	85
Obrázek 47: Výsledky systému ABRA Gen – Excel.....	88
Obrázek 48: Výsledky systému ABRA Gen – MATLAB.....	88
Obrázek 49: Výsledky systému Toggl – Excel	90
Obrázek 50: Výsledky systému Toggl Track – MATLAB.....	90
Obrázek 51: Výsledky systému Alveno – Excel.....	92
Obrázek 52: Výsledky systému Alveno – MATLAB	92
Obrázek 53: Výsledky systému Sloneek – Excel	94
Obrázek 54: Výsledky systému Sloneek – MATLAB	94
Obrázek 55: Výsledky systému Vema – Excel	96
Obrázek 56: Výsledky systému Vema – MATLAB	96

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Slovní transformační matice	26
Tabulka 2: Hodnotová transformační matice	26
Tabulka 3: Stavová matice analyzované varianty	27
Tabulka 4: Retransformační matice	27
Tabulka 5: Výsledky hodnocení varianty	27
Tabulka 6: Výsledky Porterovy analýzy pěti sil	49
Tabulka 7: IFE matice silných a slabých stránek.....	59
Tabulka 8: EFE matice příležitostí a hrozeb	60
Tabulka 9: Slovní transformační matice funkcionalit.....	68
Tabulka 10: Hodnotová transformační matice funkcionalit.....	68
Tabulka 11: Slovní transformační matice technických vlastností.....	69
Tabulka 12: Hodnotová transformační matice technických vlastností	69
Tabulka 13: Slovní transformační matice obecných vlastností.....	70
Tabulka 14: Hodnotová transformační matice obecných vlastností	70
Tabulka 15: Retransformační matice kategorie funkcionalit	70
Tabulka 16: Retransformační matice kategorie technických vlastností.....	71
Tabulka 17: Retransformační matice obecných vlastností.....	71
Tabulka 18: Retransformační matice pro systém jako celek	71
Tabulka 19: Verbální ohodnocení systému ABRA Gen.....	87
Tabulka 20: Verbální ohodnocení systému Toggl Track.....	89
Tabulka 21: Verbální ohodnocení systému Alveno.....	91
Tabulka 22: Verbální ohodnocení systému Sloneek	93
Tabulka 23: Verbální ohodnocení systému Vema	95
Tabulka 24: Porovnání výsledků posuzovaných případů	97
Tabulka 25: Srovnání komerčních licencí MS Excel.....	99
Tabulka 26: Srovnání komerčních licencí MATLAB	99
Tabulka 27: Náklady na pořízení licencí	99

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: MS Excel - FuzzyEvalApp.xlsxm.....	I
Příloha 2: MATLAB – evalApp.mlapp	II
Příloha 3: MATLAB – evalScript.m	III
Příloha 4: MATLAB – evaluate_func.m	IV
Příloha 5: MATLAB – evaluate_genProps.m	V
Příloha 6: MATLAB – evaluate_system.m	VI
Příloha 7: MATLAB – evaluate_tech.m	VII
Příloha 8: MATLAB – verbal_evaluation.m	VIII
Příloha 9: MATLAB – fis/core_functionalities.fis	IX
Příloha 10: MATLAB – fis/functionalities.fis	X
Příloha 11: MATLAB – fis/general_props.fis	XI
Příloha 12: MATLAB – fis/overall_system.fis	XII
Příloha 13: MATLAB – fis/partial_general_props.fis	XIII
Příloha 14: MATLAB – fis/partial_tech_properties.fis	XIV
Příloha 15: MATLAB – fis/tech_properties.fis	XV