

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta ekonomicko-správní**  
**Ústav systémového inženýrství a informatiky**

**Výběr vhodného ERP systému**

**Bc. Josef Čáp**

**Diplomová práce**  
**2021**

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Josef Čáp**  
Osobní číslo: **E19580**  
Studijní program: **N0688A140007 Informatika a systémové inženýrství**  
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**  
Téma práce: **Výběr vhodného ERP systému**  
Zadávající katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

### Zásady pro vypracování

Cílem práce je návrh aplikace pro výběr vhodného ERP systému. Aplikace bude realizována v programu MATLAB prostřednictvím Graphic User Interface (GUI).

Práce bude obsahovat:

- definice příkladu modelu výběru ERP systému;
- charakteristiku vybrané problematiky vícekritériálního rozhodování;
- popis postupu návrhu aplikace v MATLABu pomocí GUI;
- realizace modelu výběru ERP systému prostřednictvím aplikace.

Rozsah pracovní zprávy: **cca 55 stran**  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

APP BUILDING: Develop apps interactively using App Designer, or programmatically using MATLAB® functions. MathWorks® [online]. Natick (Massachusetts): MathWorks®, 2020 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/matlab/gui-development.html>.

FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. 2010. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, ISBN 978-80-86929-59-0.

KOU, G. 2013. Data processing for the AHP/ANP. New York: Springer. ISBN 36-422-9212-7.

MATLAB®: App Building [online]. (R2020a). Natick (Massachusetts): MathWorks®, 2020 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/creating\\_guis.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/creating_guis.pdf).

SAATY, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-054371-2.

SAATY, T. L., 2016. Decision making in complex environments: The Analytic Network Process (ANP) 29 for Dependence and Feedback. Pittsburgh: University of Pittsburgh. ISBN 1-888603-00-3.

SAATY, T. L., VARGAS, L. G. 2006. Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Application with Benefits, Opportunities, Costs and Risks. New York: Springer Science+Business Media. ISBN 0-387-33859-4.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **1. září 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2021**

L.S.

---

**prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D.**  
děkan

---

**RNDr. Ing. Oldřich Horák, Ph.D.**  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2020

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji:

Práci s názvem Výběr vhodného ERP systému jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 4. 2021

Bc. Josef Čáp v. r.

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Mnohokrát děkuji doc. Ing. Jiřímu Křupkovi, PhD. za jeho cenné rady, nasměrování správnou cestou, materiály, ochotu pomoci a odborné vedení, které mi pomohly tuto diplomovou práci napsat. Zároveň chci poděkovat celé mé rodině za jejich podporu během celého mého studia a při psaní této diplomové práce.

## **ANOTACE**

*Diplomová práce je zaměřena na řešení rozhodovacího problému pro příklad „Výběru vhodného ERP systému“. Jejím cílem je návrh a realizace aplikace nástrojem App Designer v MATLABu. Práce stručně charakterizuje MATLAB a věnuje se jeho interaktivnímu vývojovému nástroji App Designer. Popisuje vybrané metody vícekriteriálního rozhodování, ukazuje návrh a postup tvorby aplikace v App Designeru. Využitím vytvořené aplikace je pomocí metod vícekriteriálního hodnocení TOPSIS a Saatyho metodou realizován výběr vhodného ERP systému.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*ERP systém, vícekriteriální rozhodování, MATLAB, App Designer, GUI, aplikace*

## **TITLE**

Selection of a Suitable ERP System

## **ANNOTATION**

*The diploma thesis is focused on solving a decision problem for the example of "Selection of a Suitable ERP System". Its goal is the design and implementation of an application using the App Designer tool in MATLAB. The work briefly characterizes MATLAB and deals with its interactive development tool App Designer. Describes selected methods of multiple-criteria decision-making, shows the design and process of creating an application in App Designer. Using the created application, the selection of a suitable ERP system is realized using the methods of multiple-criteria evaluation of TOPSIS and Saaty method.*

## **KEYWORDS**

*ERP system, multiple-criteria decision-making, MATLAB, App Designer, GUI, application*

# OBSAH

ÚVOD.....	12
<b>1. VYMEZENÍ POJMŮ .....</b>	<b>13</b>
<b>2. VÝVOJ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ .....</b>	<b>15</b>
2.1. MODEL CMM.....	19
2.2. ZMĚNY PODNIKOVÝCH PROCESŮ .....	21
2.3. VYUŽITÍ SOFTWAREVÝCH TECHNOLOGIÍ .....	23
2.4. SOUČASNOST .....	26
<b>3. MATLAB .....</b>	<b>28</b>
3.1. FUNKCIONALITY .....	28
3.1.1. Matice.....	29
3.1.2. Skripty.....	29
3.1.3. Grafy .....	30
3.1.4. Funkce .....	31
3.2. APP DESIGNER.....	33
3.2.1. Návrh aplikace .....	33
3.2.2. Kódování aplikace.....	35
3.2.3. Přenos dat mezi aplikacemi.....	37
<b>4. METODY VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ.....</b>	<b>41</b>
4.1. ANALYTICKO HIERARCHICKÝ PROCES.....	41
4.2. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ .....	42
4.3. DÍLČÍ OHODNOCENÍ ALTERNATIV .....	45
4.3.1. Saatyho metoda .....	45
4.3.2. TOPSIS metoda .....	46
4.4. VÝBĚR ALTERNATIVY .....	52
<b>5. NÁVRH A TVORBA APLIKACE.....</b>	<b>53</b>
5.1. NÁVRH APLIKACE.....	53
5.2. TVORBA APLIKACE .....	54
5.2.1. Společné aplikace .....	59
5.2.2. Odlišné aplikace.....	75
5.3. SAATYHO METODA.....	76
5.3.1. Dílčí ohodnocení alternativ .....	76
5.3.2. Konečné ohodnocení alternativ .....	77
5.4. TOPSIS METODA .....	84
5.4.1. Dílčí ohodnocení alternativ .....	85
5.4.2. Konečné ohodnocení alternativ .....	91
<b>6. VÝBĚR ERP SYSTÉMU .....</b>	<b>102</b>
6.1. CÍL ROZHODOVACÍHO PROCESU.....	102
6.2. PODMÍNKY .....	103
6.2.1. Mandatorní kritéria .....	103
6.2.2. Fakultativní kritéria.....	104
6.3. ERP SYSTÉMY SPLŇUJÍCÍ MANDATORNÍ KRITÉRIA .....	105
6.4. ŘEŠENÍ.....	109
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>112</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>115</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>118</b>

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1:</b> Životní cyklus produktů a doba návrhu procesů podle odvětví .....	21
<b>Tabulka 2:</b> Saatyho relativní bodová stupnice .....	43
<b>Tabulka 3:</b> Stanovení vah Saatyho metodou .....	44
<b>Tabulka 4:</b> Hodnoty RI podle Saatyho (Wharton) .....	45
<b>Tabulka 5:</b> Dílčí ohodnocení Saatyho metodou .....	46
<b>Tabulka 6:</b> TOPSIS – popis tabulky .....	47
<b>Tabulka 7:</b> TOPSIS – stanovení preferencí .....	47
<b>Tabulka 8:</b> TOPSIS - normalizované ohodnocení .....	48
<b>Tabulka 9:</b> TOPSIS - normalizované vážené ohodnocení .....	48
<b>Tabulka 10:</b> TOPSIS - PIS a NIS.....	49
<b>Tabulka 11:</b> TOPSIS – Euklidovská vzdálenost od PIS.....	50
<b>Tabulka 12:</b> TOPSIS – Euklidovská vzdálenost od NIS .....	50
<b>Tabulka 13:</b> TOPSIS – Výpočet relativní vzdálenosti alternativ od bazálního řešení .....	51
<b>Tabulka 14:</b> TOPSIS –Relativní vzdálenosti alternativ od bazálního řešení .....	51
<b>Tabulka 15:</b> Fakultativní kritéria.....	104
<b>Tabulka 16:</b> Alternativy .....	106
<b>Tabulka 17:</b> Charakteristika alternativ část 1.....	106
<b>Tabulka 18:</b> Charakteristika alternativ část 2.....	107

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1:</b> Kybernetický systém .....	17
<b>Obrázek 2:</b> Hodnotový řetězec.....	18
<b>Obrázek 3:</b> Matice v MATLAB-u .....	29
<b>Obrázek 4:</b> Skript .....	30
<b>Obrázek 5:</b> Skládání sloupcový graf.....	31
<b>Obrázek 6:</b> Skládání sloupcový graf - skript .....	31
<b>Obrázek 7:</b> Tlačítko.....	34
<b>Obrázek 8:</b> Rozbalovací nabídka .....	34
<b>Obrázek 9:</b> Číselné editovatelné pole .....	34
<b>Obrázek 10:</b> Textové editovatelné pole .....	35
<b>Obrázek 11:</b> Spinner .....	35
<b>Obrázek 12:</b> Popisek.....	35
<b>Obrázek 13:</b> Vyhledávač komponentů .....	36
<b>Obrázek 14:</b> Editovatelné řádky .....	37
<b>Obrázek 15:</b> Přenos dat mezi aplikacemi .....	37
<b>Obrázek 16:</b> Vstupní argumenty .....	38
<b>Obrázek 17:</b> Spouštěcí funkce .....	38
<b>Obrázek 18:</b> Spuštění dialogové aplikace.....	38
<b>Obrázek 19:</b> Definování soukromého vlastnictví .....	39
<b>Obrázek 20:</b> Veřejná funkce .....	39
<b>Obrázek 21:</b> Definování soukromého vlastnictví 2 .....	40
<b>Obrázek 22:</b> Veřejná funkce prostřednictvím zpětného volání .....	40
<b>Obrázek 23:</b> Čtyř úrovně hierarchie .....	42
<b>Obrázek 24:</b> TOPSIS – Celkové ohodnocení alternativ.....	52



<b>Obrázek 25:</b> Úvodní aplikace.....	54
<b>Obrázek 26:</b> Hlavní aplikace pro Saatyho metodu .....	55
<b>Obrázek 27:</b> Hlavní aplikace pro metodu TOPSIS.....	56
<b>Obrázek 28:</b> Hlavní aplikace pro Saatyho metodu – programátorský pohled .....	57
<b>Obrázek 29:</b> Hlavní aplikace pro metodu TOPSIS – programátorský pohled.....	58
<b>Obrázek 30:</b> Aplikace - Názvy kritérií a počet subkritérií .....	59
<b>Obrázek 31:</b> Vlastnictví kořenové aplikace .....	60
<b>Obrázek 32:</b> Veřejné funkce pro uložení dat.....	61
<b>Obrázek 33:</b> Zpětnovazební funkce - otevření aplikace .....	61
<b>Obrázek 34:</b> Vlastnictví dialogové aplikace .....	61
<b>Obrázek 35:</b> Definice vstupních argumentů.....	62
<b>Obrázek 36:</b> Uložení dat v dialogové aplikaci spouštěcí funkcí .....	62
<b>Obrázek 37:</b> Přenos dat do kořenové aplikace .....	62
<b>Obrázek 38:</b> Aplikace - Názvy kritérií a počet subkritérií pro 3 kritéria .....	63
<b>Obrázek 39:</b> Ukázka úprav komponent .....	64
<b>Obrázek 40:</b> Aplikace - Názvy subkritérií.....	65
<b>Obrázek 41:</b> Aplikace - Váhy kritérií a subkritérií.....	67
<b>Obrázek 42:</b> Schéma odvození sil preferencí .....	68
<b>Obrázek 43:</b> Odvození sil preferencí – kód část 1. ....	69
<b>Obrázek 44:</b> Odvození sil preferencí – kód část 2. ....	70
<b>Obrázek 45:</b> Výpočet CR a stanovení vah kritérií a subkritérií – kód – část 1.....	71
<b>Obrázek 46:</b> Výpočet CR a stanovení vah kritérií a subkritérií – kód – část 2.....	72
<b>Obrázek 47:</b> Výpočet CR a stanovení vah kritérií a subkritérií – kód – část 3.....	73
<b>Obrázek 48:</b> Aplikace - Názvy alternativ .....	74
<b>Obrázek 49:</b> Aplikace - Zobrazit názvy alternativ .....	75
<b>Obrázek 50:</b> Aplikace - Dílčí ohodnocení alternativ - K1 .....	77
<b>Obrázek 51:</b> Konečné ohodnocení - Saatyho metoda část 1. ....	78
<b>Obrázek 52:</b> Konečné ohodnocení - Saatyho metoda část 2. ....	79
<b>Obrázek 53:</b> Konečné ohodnocení - Saatyho metoda část 3. ....	80
<b>Obrázek 54:</b> Kritéria - Saatyho metoda část 1. ....	81
<b>Obrázek 55:</b> Kritéria - Saatyho metoda část 2. ....	82
<b>Obrázek 56:</b> Kritérium1 - Saatyho metoda část 1. ....	83
<b>Obrázek 57:</b> Kritérium1 - Saatyho metoda část 2. ....	84
<b>Obrázek 58:</b> Aplikace - Dílčí ohodnocení alternativ - K1 – metoda TOPSIS .....	86
<b>Obrázek 59:</b> Výpočet normalizovaného ohodnocení - TOPSIS - část 1.....	87
<b>Obrázek 60:</b> Výpočet normalizovaného ohodnocení - TOPSIS - část 2.....	88
<b>Obrázek 61:</b> Výpočet normalizovaného ohodnocení - TOPSIS - část 3.....	89
<b>Obrázek 62:</b> TOPSIS – uložení preferovaných výší hodnot a přenos dat .....	90
<b>Obrázek 63:</b> TOPSIS - zpřístupnění tlačítek .....	92
<b>Obrázek 64:</b> TOPSIS - normalizované vážené ohodnocení .....	93
<b>Obrázek 65:</b> TOPSIS – PIS a NIS .....	94
<b>Obrázek 66:</b> TOPSIS - výpočet euklidovských vzdáleností část 1.....	95
<b>Obrázek 67:</b> TOPSIS - výpočet euklidovských vzdáleností část 2.....	96
<b>Obrázek 68:</b> TOPSIS - výpočet euklidovských vzdáleností část 3.....	97
<b>Obrázek 69:</b> Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS část 1.....	98
<b>Obrázek 70:</b> Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS část 2.....	99
<b>Obrázek 71:</b> Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS část 3.....	100
<b>Obrázek 72:</b> Kritéria – metoda TOPSIS.....	101

<b>Obrázek 73:</b> Kritérium1 – metoda TOPSIS .....	101
<b>Obrázek 74:</b> Konečné ohodnocení – Saatyho metoda.....	110
<b>Obrázek 75:</b> Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS .....	110
<b>Obrázek 76:</b> Porovnání výsledků .....	111
<b>Obrázek 77:</b> Úvodní aplikace.....	119
<b>Obrázek 78:</b> Hlavní aplikace .....	120
<b>Obrázek 79:</b> Názvy kritérií a počet subkritérií.....	121
<b>Obrázek 80:</b> Názvy subkritérií .....	122
<b>Obrázek 81:</b> Váhy kritérií a subkritérií.....	123
<b>Obrázek 82:</b> Váhy kritérií a subkritérií – vypočteno CR .....	124
<b>Obrázek 83:</b> Názvy alternativ .....	125
<b>Obrázek 84:</b> Kritérium 1 - Saatyho metoda.....	126
<b>Obrázek 85:</b> Kritérium 1 - metoda TOPSIS .....	127
<b>Obrázek 86:</b> Kritérium 2 - Saatyho metoda.....	128
<b>Obrázek 87:</b> Kritérium 2 - metoda TOPSIS .....	129
<b>Obrázek 88:</b> Kritérium 3 - Saatyho metoda.....	130
<b>Obrázek 89:</b> Kritérium 3 - metoda TOPSIS .....	131
<b>Obrázek 90:</b> Kritérium 4 - Saatyho metoda.....	132
<b>Obrázek 91:</b> Kritérium 4 - metoda TOPSIS .....	133
<b>Obrázek 92:</b> Kritérium 5 - Saatyho metoda.....	134
<b>Obrázek 93:</b> Kritérium 5 - metoda TOPSIS .....	135
<b>Obrázek 94:</b> Kritérium 6 - Saatyho metoda.....	136
<b>Obrázek 95:</b> Kritérium 6 - metoda TOPSIS .....	137
<b>Obrázek 96:</b> Kritérium 7 - Saatyho metoda.....	138
<b>Obrázek 97:</b> Kritérium 7 - metoda TOPSIS .....	139
<b>Obrázek 98:</b> Konečné ohodnocení - metoda TOPSIS – neupraveno.....	140
<b>Obrázek 99:</b> Konečné ohodnocení - metoda TOPSIS – upraveno.....	141
<b>Obrázek 100:</b> Dílčí ohodnocení kritérií – Saatyho metoda .....	141
<b>Obrázek 101:</b> Dílčí ohodnocení kritérií – metoda TOPSIS .....	141
<b>Obrázek 102:</b> Kritérium Implementace - Saatyho metoda .....	142
<b>Obrázek 103:</b> Kritérium Implementace – metoda TOPSIS .....	143
<b>Obrázek 104:</b> Kritérium Finance - Saatyho metoda .....	143
<b>Obrázek 105:</b> Kritérium Finance – metoda TOPSIS.....	144
<b>Obrázek 106:</b> Kritérium Logistika - Saatyho metoda .....	144
<b>Obrázek 107:</b> Kritérium Logistika – metoda TOPSIS .....	145
<b>Obrázek 108:</b> Kritérium Výroba - Saatyho metoda .....	145
<b>Obrázek 109:</b> Kritérium Výroba – metoda TOPSIS.....	146
<b>Obrázek 110:</b> Kritérium Specializace - Saatyho metoda .....	146
<b>Obrázek 111:</b> Kritérium Specializace – metoda TOPSIS .....	147
<b>Obrázek 112:</b> Kritérium Architektura - Saatyho metoda .....	147
<b>Obrázek 113:</b> Kritérium Architektura – metoda TOPSIS .....	148
<b>Obrázek 114:</b> Kritérium Využití v praxi - Saatyho metoda .....	148
<b>Obrázek 115:</b> Kritérium Využití v praxi – metoda TOPSIS.....	149

## **SEZNAM ZKRATEK**

AHP	Analyticko Hierarchický Proces
BI	Business Intelligence
BPMS	Business Process Management System
CI	Consistency Index
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
CR	Consistency Ratio
ERP	Enterprise Resource Planning
GUI	Graphic User Interface
MATLAB	Matrix Laboratory
NIS	Negative Ideal Point
PIS	Positive Ideal Point
RI	Random Index
TOPSIS	Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution

## Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na výběr vhodného enterprise resource planning (ERP) systému pro firmu využitím metod vícekriteriálního rozhodování prostřednictvím aplikace, která je vytvořena v maticové laboratoři (matrix laboratory – MATLAB) nástrojem App Designer.

V této práci jsou nejdříve vymezeny základní pojmy, které budou čtenáře provázet celou touto prací, poté je popsána historie vývoje ERP systémů a jejich důležitost a přínosy pro organizace. Následuje kapitola, kde je charakterizován MATLAB, některé jeho funkcionality, reálné využití v praxi a jeho nástroj App Designer. Následně jsou popsány metody vícekriteriálního rozhodování. Metody Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) a Saatyho metoda jsou detailně popsány krok po kroku a co je nutné k jejich aplikaci.

Je předveden postup, jak byla vytvořena aplikace pomocí App Designeru, která nabízí možnost vytvářet aplikace s přívětivým grafickým uživatelským rozhraním. Vytvořená aplikace využívá metody vícekriteriálního rozhodování, konkrétně Saatyho metodu a metodu TOPSIS. Navržený postup obsahuje vysvětlivky, obrázky programu a části kódu.

Závěrem byla aplikace využita pro výběr vhodného ERP systému pro fiktivní firmu ABC s.r.o. Na základě požadavků vrcholového managementu firmy ABC byla využita vytvořená aplikace a byl zhotoven výstup, na jehož základě byl nalezen vhodný ERP systém pro danou firmu.

Cílem práce je návrh aplikace pro výběr vhodného ERP systému. Aplikace bude realizována v programu MATLAB prostřednictvím Graphic User Interface (GUI).

## 1. VYMEZENÍ POJMŮ

V rámci této práce bude popsána problematika výběru ERP systému. Pro výběr ERP systému nás budou provázet mnohé důležité pojmy, které je dobré znát pro dobrou orientaci v textu. V této kapitole budou vymezeny. Jedná se o tyto pojmy: Informační systém, ERP, Business intelligence (BI), MATLAB a vícekritériální rozhodování.

Informační systém je množina integrovaných komponent do jednoho celku, který je vytvořen za účelem sběru, ukládání, zpracování a distribuci dat. Informační systémy jsou používány dnešními organizacemi i pro další účely, například jde o řízení produkce a komunikaci s dodavateli a zákazníky. Informační systémy jsou také důležitým faktorem pro konkurenci schopnost organizace na trhu (Zwass, 2020).

Využití nachází i v automatizaci procesů. Ať už se jedná o vytvoření transakcí na elektronických trzích, zpracování transakčních dat, hledání zákazníků reklamami na internetu nebo řízení lidských zdrojů (Zwass, 2020).

Dnes jsou na trhu společnosti, které mají postavené podnikání výhradně na informačních systémech. Jedná výhradně o elektronické obchody, elektronické úložiště, vyhledávače, poskytovatelé hudby, filmů a videoher (Zwass, 2020).

Informační systémy začínají být významně používány i veřejnou sférou. Příkladem je neustálá elektronizace veřejné správy, ale třeba i jako místo pro distanční výuku (Zwass, 2020).

ERP je balíček aplikací, které jsou nabízené organizacím v balíčcích různými společnostmi. Aplikace v jednotlivých balíčcích jsou spolu kompatibilní. Vzájemná kompatibilita aplikací dovoluje organizacím přenášet data z jedné aplikace do druhé. ERP informační systémy byly na trh uvedeny v 90. letech 20. století a dovolily organizacím zautomatizovat procesy a sdílet data napříč odděleními. Jednalo se hlavně o oddělení zásobování, účetnictví a lidských zdrojů (Harmon, 2014, s. 12-14, s. 417-418).

Chce-li organizace překonat svou konkurenci a dosáhnout svých cílů v co největší míře, je nutná rychlá a stálá inovace, která stojí na získaných znalostech a kultuře organizace. Získané znalosti v rámci organizace musí být decentralizovanému managementu přístupné (Kale, 2016, s. 1).

BI je proces, kde jsou pomocí nových technologií a aplikací získávány, ukládány, transformovány a analyzovány data. Tento proces sbírání a ukládání velkého množství dat je důležitý pro proces dolování dat, kde se objevují nové znalosti, které bude možné využít pro zlepšení podnikový procesů, usnadnění rozhodování a získání konkurenční výhody (Kale, 2016, s. 32-33, s. 267).

Získané znalosti jsou klíčové pro řízení společnosti. Na základě získaných znalostí o trhu, transakcích, výrobních procesech a dalších jsou prováděny rozhodnutí tak, aby organizace dosáhla svých cílů (Kale, 2016, s. 33).

MATLAB je program, který je používán vědci a inženýry na celém světě. Pomocí tohoto programu lze vytvářet systémy analyzující jevy reálného světa. Tento program je využíván například v odvětví automobilovém, zdravotním, telekomunikačním, vesmírným a finančním (MathWorks®, 2020d).

Při rozhodování se stává, že se člověk rozhoduje mezi mnoha podobnými alternativami na základě několika kritérií. Cílem je zjištění, která alternativa je pro daný rozhodovací problém nejvhodnější. Pro tyto rozhodovací problémy se používají metody vícekritériálního rozhodování (Jablonský, 2007, s. 271).

## 2. VÝVOJ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

Jádrem každé dnešní firmy jsou ERP systémy. Vzhledem k velké významnosti těchto systémů je nutné vybrat takový, který bude minimalizovat náklady finanční i časové. Uživatelé ERP systémů musí být s nimi co nejvíce spokojeni, protože spokojenost jejich uživatelů má vliv na frekvenci jejich užívání (Costa et. al., 2016, s. 659).

ERP systémy se každou dekádu používají ve větší míře. V roce 2013 se celková hodnota trhu ERP systémů pohybovala kolem 22,4 miliard dolarů. Vzhledem k velikosti hodnoty tohoto trhu se jedná o velmi kompetitivní trh. Největší část tohoto trhu zabíraly v roce 2013 následující společnosti: SAP, Oracle, Sage, Infor a Microsoft. Těchto 5 společností společně dokázaly zabrat zhruba 53% podíl trhu ERP systémů (Pang, Dharmasthira, Eschinger, Brant, & Motoyoshi, 2013 citace dle Costa et. al., 2016. s. 659).

Management všech společností musí měnit struktury organizací tak, aby byly flexibilní, adaptivní a mohly rychle reagovat na nové příležitosti na trhu s nejnižšími náklady a rizikem jak je to jen možné. Aby toto bylo uskutečnitelné, je nutné jednotnou metodou popsat jaké prvky a vazby se podílejí na vykonávání činností v rámci organizace (Kale, 2016, s. 1, s. 53).

Ziskové i neziskové organizace chtějí co nejvíce dosahovat svých cílů. Ať už se jedná o maximalizaci zisku, či jiný cíl. Proto jsou manažeři motivováni pro zlepšování podnikový procesů (Harmon, 2014, s. xxvii-xxviii, s. 1).

Lidé se už od počátku věků učí vytvářet produkty lépe, rychleji a levněji. Koncem 18. století začala průmyslová revoluce, díky které vznikly továrny. Pracovníci museli mít určité znalosti pro různé úkony. Manažeři museli vymýšlet nové způsoby jak lidi a procesy organizovat (Harmon, 2014, s. xxvii-xxviii, s. 1).

V roce 1885 se vyráběly první automobily. Automobily se vyráběly ručně a byly neustále vylepšované (Harmon, 2014, s. xxvii). Továren na výrobu automobilů

nebylo mnoho a výroba se pohybovala okolo několika stovek kusů vozů ročně na jednu automobilovou společnost (Womack, Jones a Roos, 1990, s. 21). Řemeslníci, kteří automobily vyráběli, byli velmi zdatní, pracovali samostatně a mnohdy věděli o své práci více než jejich manažeři (Womack, Jones a Roos, 1990, s. 21-23).

V roce 1903 založil Henry Ford společnost „*Ford Motor Company*“. Zavedl manufakturní způsob práce, kde každý zaměstnanec dělal pouze několik úkonů (Harmon, 2014, s. xxvii). Henry Ford tento nový způsob manufakturní práce nazval sériová výroba (Womack, Jones a Roos, 1990, s. 26-27). Každý zaměstnanec byl součástí nějakého oddělení. Pro zavedení manufakturního druhu výkonu práce musel Ford naplánovat návaznost procesů tak, aby na sebe navazovaly tak, aby to bylo co nejefektivnější a nemrhalo se časem (Harmon, 2014, s. xxvii-xxviii).

Díky tomu, že Ford velmi efektivně zorganizoval procesy výroby, byla firma schopna vyrábět automobily mnohem levněji (Harmon, 2014, s. xxviii). Díky zjednodušení výrobního procesu, nebylo nutné zaměstnávat zdatné řemeslníky. Zatímco v roce 1913 trvala výroba 1 automobilu 750 hodin, v roce 1914 již jen 93 hodin (Womack, Jones a Roos, 1990, s. 29).

Díky tomu, že Ford velmi efektivně zorganizoval procesy výroby, byla firma schopna vyrábět automobily mnohem levněji (Harmon, 2014, s. xxviii). Dalším důležitým faktorem byla univerzalita a nahraditelnost dílů, konzistentní kvalita dílů a jednoduché zapojení dílů do sebe (Womack, Jones a Roos, 1990, s. 27). Vyšší produktivita vedla k nižším cenám, vyšším obrátům a vyšším ziskům. Následně byli zaměstnanci Ford Motor Company díky své vysoké produktivitě nejvíce finančně oceňovanými zaměstnanci v automobilovém odvětví (Harmon, 2014, s. xxviii).

Úspěch Henryho Forda byl obrovský. Dokázal významně zlepšit výrobní procesy inovací a optimalizací výkonu procesů. Tento pokrok byl natolik významný, že dokázal změnit celý ekonomický sektor (Harmon, 2014, s. xxviii).

Další významnou osobností této doby byl Frederick Winslow Taylor. Taylor v roce 1911 vydal knihu, ve které se snažil shrnout dobré praktiky talentovaných manažerů.



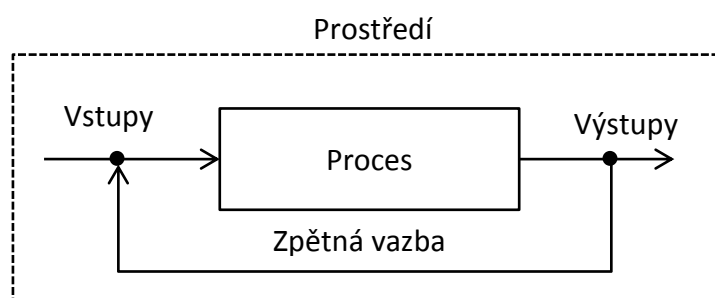
Cílem knihy bylo vybrat dobré metody pro zefektivnění podnikových procesů. Taylor ve své knize prosazoval především systematicčnost (Harmon, 2014, s. 1).

Způsoby vykonávání podnikových procesů byly vylepšeny díky automobilům, rádiu, telefonu, tramvajím a televizi. Další éra zefektivňování procesů začala po 2. světové válce implementací počítačů a softwarových systémů (Harmon, 2014 s. 1).

Systémové myšlení začalo být na vzestupu v 60. letech 20. Století. Díky rozvoji výpočetních systémů, se věda začala zabývat rozvojem kontrolních systémů. Začaly se zkoumat biologické a sociální vědy z pohledu systémové teorie. Do těchto teorií přispěli i vědci zabývající se managementem (Harmon, 2014, s. 1-2).

Systém je definován jako dvojice množiny prvků a vazeb mezi nimi. Každý systém je možné charakterizovat podle jeho chování a struktury (Balátě, 2003, s. 26).

Kybernetické systémy jsou takové systémy, které sami dokáží regulovat své chování. Seberegulace chování probíhá na základě vstupů a navíc probíhá i reakce na svůj výstup díky zpětné vazbě. Na následujícím obrázku 1 je zobrazen model řízení podle Norberta Weinera (Shafritz et. al., 2017, s. 260-261):



**Obrázek 1:** Kybernetický systém

*Zdroj: upraveno podle (Shafritz et. al., 2017, s. 261).*

Využití systémového myšlení v organizaci dovoluje manažerům vytvořit modely, kde jsou zobrazeni zaměstnanci a procesy jako prvky v rámci systému (firmy) a zobrazuje, jaké mají vazby s jinými prvky. Tyto modely zdůrazňují fakt, že jednotlivec je součástí jednoho velkého celku a má částečný vliv na celý zbytek systému. Tuto metodu dobře popsal Michael E. Porter (Harmon, 2014, s. 2).

Michael E. Porter vytvořil koncept hodnotového řetězce, kde je proces rozdělen na části a díky tomu lze změřit, jak nákladná každá část procesu je. Hodnotový řetězec je strukturovaný, statický a orientovaný model. Měří se, jak je spokojený zákazník na začátku procesu výroby a jak jsou jeho požadavky naplňovány v rámci procesu. Úkolem manažerů je změnit proces tak, aby uspokojil zákazníka co nejvíce s co nejnižšími náklady (Kale, 2016, s. 53, s. 231).

Diagram hodnotového řetězce je zobrazen na následujícím obrázku 2:



**Obrázek 2:** Hodnotový řetězec

*Zdroj: (Pecháčová, 2013).*

Hodnotového řetězce se skládá z primárních a podpurných činností. Primární činnosti vytváří hodnotu pro konečného zákazníka, podpurné činnosti nikoliv. Marže je rovna zisku na prodanou jednotku. Podpurné procesy, jsou informační technologie, lidské zdroje, účetnictví a dalších. Jsou součástí **všech** nutných činností. Toto je důležité pro vypočtení celkových nákladů na výrobu produktu (Harmon, 2014, s. 3) a (Pecháčová, 2013).

Počátek 90. let 20. století je dalším důležitým milníkem. Došlo k nové průmyslové revoluci, tentokrát v podobě prvních počítačů. Počítače se začaly používat pro finanční operace (Harmon, 2014, s. 8-17).

Začalo se uvažovat o částečné i úplné automatizaci procesů. Tyto úvahy a implementace probíhají dodnes. Obvykle se automatizuje pouze část firemních procesů a s dostatečně velkou časovou prodlevou, aby se mohli zaměstnanci těmto změnám přizpůsobit a případné chyby byly bez velkých ztrát odstraněny (Harmon, 2014, s. 8-17).

## 2.1. Model CMM

Manažeři s cílem zefektivnit podnikové procesy změnou jejich provádění se zabývají již několik dekad. Každé odvětví je jinak sofistikované a firmy samotné jsou také různě komplexní. Příkladem může být odvětví softwarového inženýrství. Firmy v oblasti vývoje softwaru se snaží najít optimální způsob výkonu nutných procesů. Ministerstvo obrany Spojených států amerických financovalo výzkum zabývající se optimalizací procesů softwarového inženýrství. Výsledkem studie byl model Capability Maturity Model (CMM), který znázorňoval etapy, kterými si vývojářské firmy software prochází v rámci chápání a řízení jejich procesů. Tento model byl publikován v knize vydané v roce 1995. Model obsahuje 5 etap, které jsou seřazeny od malého po velké pochopení podnikových procesů. Ačkoliv je tento model určen pro firmy v oblasti vývoje softwaru, lze jej aplikovat na společnosti jakékoliv velikosti v jakémkoliv oboru. Model popisuje jednotlivé fáze. Díky tomu se každá organizace může dozvědět, v jaké etapě se nachází, a jaká je zhruba cesta kupředu (Harmon, 2014, s. xxix).

Velkým předpokladem daného modelu je, že podniky, které znají své procesy naprosto perfektně, vytváří své produkty ve stejném množství a kvalitě. Zatímco firmy, které nemají moc znalostí o svých procesech, mají produkty v různé kvalitě a kvantitě (Harmon, 2014, s. xxix).

Jednotlivé etapy v rámci modelu CMM jsou podle (Harmon, 2014, s. xxx) a (Select Business Solutions, Inc.) popsány takto:

- První etapa: **Prvotní**. Proces se skládá z úkonů, které jsou prováděny náhodně. Není zadána posloupnost úkonů, ani zodpovědnost jednotlivých

zaměstnanců za daný úkon. Procesy jsou nestabilní. Úspěšnost organizace není dána procesy, ale lidským úsilím.

- Druhá etapa: **Opakovatelný**. Projektový manažeři vytvořili základní projektový plán, kde jsou stanoveny termíny, jsou definovány funkce a ceny. Osvědčené projektové plány lze využít pro uskutečnění nových podobných projektů. Procesy, které již byly provedeny, lze podle vytvořených projektových plánů zopakovat. Znalosti ohledně zefektivnění práce jsou zachovány.
- Třetí etapa: **Definovaný**. Projektové plány jsou vytvořeny v souladu s podnikovými praktikami pro výrobu a údržbu produktů. Součástí je dokumentace, kde jsou definovány standardy. Dokumentace je vytvořena jak pro management, tak i pro jejich podřízené. Způsoby vykonávání práce jsou konzistentní pro všechny procesy, jelikož jsou v souladu s podnikovými standardy.
- Čtvrtá etapa: **Řízené**. Detailní informace o výrobních procesech a kvalitě výrobků jsou získávána a uchovávána. Podnikové procesy a kvalita produktů je kontrolována a kvantitativně ohodnocena. Díky kvantitativním datům je jednoduché zhodnotit úspěšnost experimentů a je možné zhodnotit možné způsoby změn procesů. Zároveň lze lehce kvantitativně změřit naplnění stanovených cílů.
- Pátá etapa: **Optimalizace**. Proces nepřetržitého hledání inkrementálního vylepšení výkonu procesů, s využitím zpětné vazby, zkoušením nových technologií, nápadů a inovací.

Po modelu CMM byla vytvořena nová aktualizovaná verze Capability Maturity Model Integration (CMMI) (Harmon, 2014, s. xxxi).

V době vzniku modelu CMM byly všechny studované organizace buď v etapě 2. nebo 3. Firmy ačkoliv měly definovány procesy, tak nebyly definovány dostatečně detailně. Manažeři měli nastavené kompetence tak, že nebyly schopni procesy

dostatečně dobře optimalizovat. Dnes se většina firem nachází v etapě 4., a snaží se dostat do etapy 5 (Harmon, 2014, s. xxxi).

Nutným kritériem, zda-li se vyplatí organizace posunout procesy do vyšší etapy je závislé na délce životního cyklu daného produktu. Každý úspěšný produkt, který je uveden na trh se prodává zprvu s exponenciálním nárůstem, poté nárůst při přiblížení se horní hranici zpomaluje. V čase se prodej kusů dá znázornit S křivkou. Po dosažení vrcholu naplnil produkt požadavky trhu, trh je nasycen. Jelikož není již o produkt zájem, produkce výrobku končí. Délka výroby se nazývá životním cyklem produktu (Kale, 2016, s. 212-215).

Délky životního cyklu jsou různé dle segmentu trhu a druhu produktu. Následující tabulka 1 ukazuje, jaké statky mají jak dlouhé životní cykly (Kale, 2016, s. 212-213):

**Tabulka 1:** Životní cyklus produktů a doba návrhu procesů podle odvětví

Popis	Životní cyklu (v letech)	Doba návrhu (v letech)
Finanční služby	0,2	0,2
Maloobchod, zábava	1	1
Software	2	2
Automobily	4	4
Těžba	11	6
Tabák	11	1
Komunikační systémy	20	20

*Zdroj: Upraveno podle: (Kale, 2016, s. 213).*

## 2.2. Změny podnikových procesů

Organizace začaly přemýšlet o komplexních procesech s využitím hodnotového řetězce. Začaly si uvědomovat, že nejde o optimalizaci subprocesů, ale o optimalizaci celého procesu. Došlo se k názoru, že komplexnost procesů je nevhodná a že není nutné vylepšit jen části procesu, ale vylepšit proces jako celek. Ponechávaly se jen důležité procesy, které přinášely společnosti nejvyšší hodnotu, bylo vytvořeno méně pracovních skupin a méně oddělení (Harmon, 2014, s. 4-8).

Změnu podnikových procesů inicioval Michael Hammer v roce 1990. Hammer požadoval radikální změnu podnikových procesů a informační technologie měly být hlavním původcem této změny. Měly změnit procesy tak, aby se výrazně zlepšilo měření výkonů, jako například jsou kvalita, náklady, rychlost a obsluha zákazníka (Kale, 2016, s. 247).

Michael Hammer prosazoval zásady, které je nutné dodržovat. Jedná se o následující principy (Kale, 2016, s. 247):

- Organizovat procesy a lidi kolem finální produkce, nikoliv kolem úkonů.
- Vykonavatel práce by měl mít k dispozici relevantní informace, na základě nichž by se měl řídit a rozhodovat.
- Zaměstnanci pracující v sériové výrobě, by měli vědět, jaké procesy před procesem který vykonávají, byly provedeny, jak se vykonaly a proč byly vykonány.
- Všechny data a informace o procesech by měly být uloženy v nemateriální formě a měly by být dostupné na jednom místě.

Michael Hammer upozorňoval, že díky dostupností počítačů byly některé procesy, hlavně v rámci účetnictví automatizovány, ale oddělení ve firmě nebyly koordinovány. Za příklad dával situaci, kdy výrobní oddělení byly neustále nuceny vytvářet dokumentaci o výrobě účetnickému oddělení, aby měly přesná data. Nevýhodou bylo to, že pokud zaměstnanci výrobního oddělení museli neustále pracovat na dokumentaci a nemohli se věnovat výrobě. Mohlo se také stát, že výrobní oddělení předělalo výrobu produktu tak, že výsledný produkt byl vyroben rychleji a ve vyšší kvalitě, ale byl hůře prodejný. Horší prodejnost samozřejmě dělala problémy prodejnímu oddělení. Michael Hammer upozornil, že tyto problémy je možné vyřešit implementací nových informačních technologií. Bohužel však bylo nutné všechny procesy naprosto předělat tak, aby podporovaly zapojení informačních technologií (Harmon, 2014, s. 9).

Implementace informačních technologií však nebylo to jediné, co bylo nutné zavést. Organizace měla být podle Michael Hammera navržena tak, aby oddělení se nesnažila jen maximalizovat svojí vlastní výkonnost na úkor jiných oddělení, ale za cílem zvýšení výkonnosti celé organizace. Tohoto se mohlo docílit tak, že byly procesy definovány jako sled procesů od začátku do konečného výstupu. Úkolem informačních technologií bylo automatizovat všechny procesy, které jdou, ale zároveň měla podpořit propojenost oddělení (Harmon, 2014, s. 9-10).

### **2.3. Využití softwarových technologií**

Softwarové technologie stály za změnami vykonávání procesů ve firmách v 90. letech 20. století. Některé procesy byly automatizovány. Byly využívány softwarové aplikace s názvem „workflow“ systémy (Harmon, 2014, s. 12).

Systémy „workflow“ lze popsat jako sérii příkazů. Tyto příkazy byly používány pro přenos informací a i pro změnu procesů, které mají fyzické objekty vykonávat. Jelikož jsou tyto systémy definovány staticky, musí být vše pevně zakódováno. Pevné zakódování nepovoluje změnit příkazy a je vhodné používat tyto systémy pouze pro velmi specifické, stabilní a velmi dobře popsané postupy (Kale, 2016, s. 260).

Díky tomu, že byly vytvořeny modely systémovým myšlením. Zachycovaly modely procesy, které v rámci společnosti jsou prováděny a zároveň zobrazovaly vazby mezi procesy a lidmi. Bylo možné „workflow“ systémy aplikovat na automatizaci procesů. V modelech bylo uvedeno, kdo má mít přístup k jakým dokumentům, tedy byl definován tok („flow“) informací a následnost procesů (Harmon, 2014, s. 12).

Ačkoliv „workflow“ systémy umožňovaly automatizovat distribuci elektronických dokumentů, nebylo možné je využít pro automatizaci procesů napříč odděleními, ani v rámci celé organizace (Harmon, 2014, s. 12).

Softwarové aplikace byly prodávány samostatně. Každá aplikace uměla něco jiného, například distribuci dokumentů. V této době se však začaly vytvářet tzv. ERP systémy, které nabízely svým klientům aplikace jako moduly. Výhodou ERP systému bylo, že byly nabízeny moduly, které spolu byly kompatibilní. Data se dala bezproblémově přenést z jedné aplikace do druhé (Harmon, 2014, s. 12-13) a (Kale, 2016, s. 76-77).

Data byla v rámci ERP systému ukládána pouze jednou na jedno místo, ze kterého si aplikace všech podnikových oddělení mohla brát data. Tato jednotnost propojila oddělení organizace (Kale, 2016, s. 76-77).

Pokud měla společnost zájem o ERP systém, poskytovatel ERP systému vyslal do společnosti analytika, který jim navrhnul, jaké moduly by bylo vhodné zakoupit, jak jsou stávající zavedené moduly kompatibilní, s těmi co nabízí, a zda-li by nebylo vhodné je nahradit jinými (Harmon, 2014, s. 12-13).

Aplikace v rámci ERP balíčku byly flexibilní, dovolovaly měnit nastavení aplikací, bylo možné rozšířit si ERP systém o další moduly a tyto nové moduly bezproblémově rychle implementovat. Díky kompatibilitě, rychlé implementaci a možnosti rozšířit ERP systém o nové moduly, bylo možné velmi rychle splnit požadavky organizace rychlým nákupem nových modulů (Kale, 2016, s. 77-78).

Díky plošnému užití ERP systému společnosti na celém výrobním trhu, bylo možné organizovat moduly, které byly specificky zaměřené na oddělení, která jsou v rámci každé společnosti. Například byly vytvořeny balíčky modulů pro automatizaci procesů v rámci oddělení zásob, lidských zdrojů a účetnictví (Harmon, 2014, s. 12-13).

Možnost realizace ERP systémů plošně, je možná díky možnost použití stejného kódu napříč různými organizacemi. Kódování stejných funkcionalit se nevyplatí finančně ani časově. Velmi brzy i programovací jazyky začaly obsahovat balíčky (knihovny), kde byly již některé funkcionality zakódovány. Nejen, že se zvýšila



produktivita programátorů, ale zároveň díky ERP systémům se mohli programátoři zaměřovat na nové výzvy a to efektivněji a levněji (Kale, 2016, s. 78).

Velkým úspěchem ERP systémů bylo negování tvrzení Michaela Hammera, který tvrdil, že pro úspěšné zavedení IT systémů a automatizaci podnikových procesů je nutné všechny procesy uzpůsobit informačním systémům a je tedy nevyhnutelné, všechny procesy od základu předělat. ERP systémy totiž nabídly organizacím možnost automatizovat část podnikových procesů, které ve firmě už probíhají. Nabídly také řešení problémů s využitím softwaru, který pracoval napříč odděleními a byl tedy odstraněn hlavní problém, kde se oddělení snažily maximalizovat své výsledky i na úkor výsledků jiných oddělení. Zavedení ERP systémů leželo na ramenech IT oddělení a ERP systémy pomohli všem společnostem zefektivnit své procesy o trochu za malých změn (Harmon, 2014, s. 13).

Automatizace procesů měla za následek snížené náklady na mzdy a zvýšenou produktivitu organizací. Všechny firmy v důsledku ERP systémů zvažovaly, jaké procesy by bylo zautomatizovat, zda se vyplatí procesy pozměnit, aby mohly být automatizovány, či nikoliv. Tvůrci modulů pro ERP systém se snažily zautomatizovat co nejvíce podnikových procesů, co to jen šlo (Harmon, 2014, s.12-14) a (Kale, 2016, s. 78).

Všechny procesy se nepodařilo zautomatizovat, zvláště procesy, kde probíhá interakce se zákazníky a rozhodování v rámci managementu. Některé organizace mají natolik specifické procesy, že je nepravděpodobné, aby někdy bylo možné zakoupit si moduly, které tyto procesy zvládne podporovat. Takovéto procesy musely stále být vytvářeny IT oddělením, které muselo znát cíle společnosti, cíle projektu, komunikovat s manažery atd. (Harmon, 2014, s. 12-14).

Do této doby měly informační systémy pouze podpůrnou roli v organizaci. Po zavedení ERP systémů do provozu se staly důležitou součástí strategie organizací (Kale, 2016, s. 79).

## 2.4. Současnost

Ke konci 90. let 20. století byly zpopularizovány ERP systémy a začaly vznikat nové technologie pro podporu komunikace mezi zaměstnanci, dodavateli a zákazníky. Nejznámějšími novými technologie byly: Internet, e-mail a web (Harmon, 2014, s. 14).

Díky vzniku mobilní telefonů je možné se na internet připojit kdykoliv a kdekoliv. Organizace všech velikostí využívají internet. Společnosti používají internet ke komunikaci s dodavateli, zaměstnanci, a nakonec i se zákazníky. Lidé prohlíží internet na svých zařízeních a vyhledávají organizace, aby se podívali, jaké produkty a služby nabízí. Zároveň s organizacemi komunikují a zasílají objednávky. Toto přináší organizacím nejen velkou příležitost, ale zároveň i velkou hrozbu, jelikož zákazníci mohou lehce porovnávat podobné produkty. Firmy musely změnit svůj přístup k marketingu. Úkolem firem se stalo využít internet pro najetí nových zákazníků a udržení stávajících. Zároveň se objevily myšlenky, zda-li nebude nutné skoro všechny podnikové procesy. Zatímco některé firmy tuto změnu nezvládly, jiné byly tak revoluční, že navždy ovlivnily vývoj ekonomických segmentů. Například Amazon a Apple (Harmon, 2014, s. 14-15) a (Kale, 2016, s. 109-112).

Dnes organizace využívají počítače, ERP systémy a internet. Podnikové procesy byly upraveny a automatizovány v čím dál větší míře. Nicméně idea, že bude nutné přepracovat veškeré podnikové procesy, byla znovuzrozena. Velkou měrou k tomuto směru přispěl internet. Organizace viděli velkou příležitost ve využití a kombinaci veškerých nových technologií. Problém však byl stejný, jako před zavedením ERP systémů s jejich moduly, jednotlivé aplikace a jejich výstupy nemusely být spolu kompatibilní. Toto vedlo k tlaku vytvořit ještě větší softwarové aplikace s více funkcionalitami, a tudíž i většími požadavky po IT zaměstnancích (Harmon, 2014, s. 14-16).

Byl vytvořen nový software Business Process Management System (BPMS). BPMS funguje podobně jako ERP systém, řídí a zaznamenává veškeré aktivity procesů, lidí

a softwaru. Součástí BPMS jsou modely, které si organizace v rámci systému vytvořila a mohla měnit jejich prvky, vazby a pravidla. Po zhruba deseti letech byly do BPMS systémů implementovány analytické nástroje, které managementu umožnily dolování dat, vytváření analýz atd. (Harmon, 2014, s. 16-17).

Neustálé využívání internetového prostředí a využívání různých softwarových nástrojů pro podporu procesů, automatizaci procesů, sběru dat, uzpůsobování procesů, aby byly vstupy i výstupy měřitelné, ukládání dat, transfer dat a analýzy vede společnosti všech velikostí k stále rozsáhlejšímu využívání softwarových nástrojů. Může se jednat o jednotlivé aplikace, moduly z ERP systému, nebo BPMS systému. Aplikace softwarových řešení si vyžaduje stále větší uzpůsobování podnikových procesů k vyšší flexibilitě, jednodušší automatizaci, nižším nákladům a vyšší kvalitě produktů (Harmon, 2014, s. 14-19).

Posledním přístupem se stal BI. Informační systémy BI mají nejen funkcionality, které mají BPMS systémy, ale zároveň dovolují organizacím získané znalosti v rámci firmy uložit, transformovat a sdílet je v rámci organizace. Sdílení znalostí podporuje inovace a rozhodování. Inovace a lepší rozhodování dávají organizacím konkurenční výhodu a dovolují organizacím dosáhnout cílů dříve a ve větší míře (Kale, 2016, s. 32-33).

### 3. MATLAB

MATLAB je program, který celosvětově používají miliony vědců a inženýrů. Nástroje tohoto programu dovolují uživatelům vytvářet v prostředí MATLAB-u systémy pro analýzu reálného světa. Reálného využití se tento program dočkává například v odvětví zdravotního, finančního, telekomunikačního, automobilového, či vesmírného (MathWorks®, 2020d).

Mezi funkcionality MATLAB-u podle (MathWorks®, 2020d) patří například: Maticové počty, grafická vizualizace dat prostřednictvím mnoha druhů grafů, vytvořené aplikace, řešící problémy v oblasti klasifikace dat, řídicích systémů a další. Dále možnost vytvářet vlastní aplikace s grafickým uživatelským rozhraním (Graphic User Interface - GUI). MATLAB nabízí i mnoho dalších funkcionalit a díky možnosti sdílení programů mezi uživateli je těchto funkcionalit v čase neustále přibývá.

Prostřednictvím programu MATLAB lze aplikovat metody strojového učení, zpracování obrazu, robotiky, systémového řízení a další (MathWorks®, 2020d).

MATLAB má vytvořené dokumentační soubory, ve kterých jsou popsány funkcionality, které nabízí. MATLAB nabízí velké množství obsáhlých dokumentací. Odkazy na dokumentace, které byly v rámci této práce použity, jsou dostupné zde: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/index.html](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/index.html) a zde: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/stats/index.html?s\\_cid=doc\\_ftr](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/stats/index.html?s_cid=doc_ftr).

#### 3.1. Funkcionality

V rámci této podkapitoly budou lehce předvedeny různé funkcionality, které MATLAB nabízí svým uživatelům.

### 3.1.1. Matice

Matice jsou naprostým jádrem matice MATLAB. Veškerá data jsou vždy ukládána do vícerozměrných polí, bez ohledu na datový typ proměnných. Jedná-li se o právě dvourozměrné pole, tak hovoříme o matici (MathWorks®, 2020d).

Při tvorbě matice je vhodné nejdříve přiřadit matici nějakou proměnnou, například „a“. Dále se matice vytváří následujícím postupem: Začátek definice matice je definován otevřenou hranatou závorkou („[“). Konec vymezení matice je zaznamenán uzavřenou hranatou závorkou („]“). Sloupcové prvky se dělí buď mezerou, nebo čárkou („，“). Řádkové prvky se oddělují středníkem („;“) (MathWorks®, 2020d, s. 1-3 - 1-5).

Příklad definice matice je na následujícím obrázku 3 (MathWorks®, 2020d, s. 1-5):

a = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 10]
Výsledek:
a =
1      2      3
4      5      6
7      8      10

**Obrázek 3:** Matice v MATLAB-u

*Zdroj: Upraveno podle (MathWorks®, 2020d, s. 1-5).*

### 3.1.2. Skripty

Skript je nejjednodušší možný program, jaký lze v MATLAB-u vytvořit. Jedná se o za sebou nepřetržitě jdoucí příkazy. Tyto příkazy jsou vhodné například pro výpočet obsahu a objemu matematicky definovaných těles. Pro připomenutí si co dané příkazy dělají, je vhodné popisovat, co dané příkazy vykonávají. Pro tento typ dokumentace se používají tzv. komentáře, které se píšou přímo do souboru, v němž je skript uložen. Komentáře se oddělují od příkazů znaménkem procento (%) (MathWorks®, 2020d).

Naprosto nevyhnutelnou součástí každého složitějšího skriptu je rozhodování, či opakování nějaké části kódu. Pro automatizaci rozhodnutí, jaká část skriptu

se má provést, se používá příkaz „if“ a s ním související příkazy „elseif“, „else“ a ukončuje se příkazem „end“. Příkazy se rozhodují na základě nějakého programátorem definovaného pravidla (kondice), proto se někdy nazývají kondičními skripty (MathWorks®, 2020d, s. 1-21 – 1-23).

Na následujícím obrázku 4 jsou příklady jednoduchého skriptu. Jedná se o kondiční skript, kde hodnota proměnné „číslo“ ovlivňuje výstupní hodnotu proměnné „váha“. Za znaménkem procento (%) jsou uvedeny poznámky autora skriptu (MathWorks®, 2020d, s. 1-21 – 1-23):

```
číslo = 25           % Definice proměnné číslo
if číslo < 34       % Podmínka číslo < 34
    váha = „nízká“ % Přiřazení hodnoty váze, pokud číslo < 34
elseif číslo < 67   % Alternativní podmínka, číslo < 67
    váha = „střední“ % Přiřazení hodnoty váze, pokud číslo > 34 a <67
else                % Pokud předchozí podmínky nebyly splněny
    váha = „vysoká“ % Přiřazení hodnoty váze, pokud číslo není < 34 ani <67
end                % Ukončení kondičního skriptu
```

**Obrázek 4:** Skript

*Zdroj: Upraveno podle (MathWorks®, 2020d, s. 1-23).*

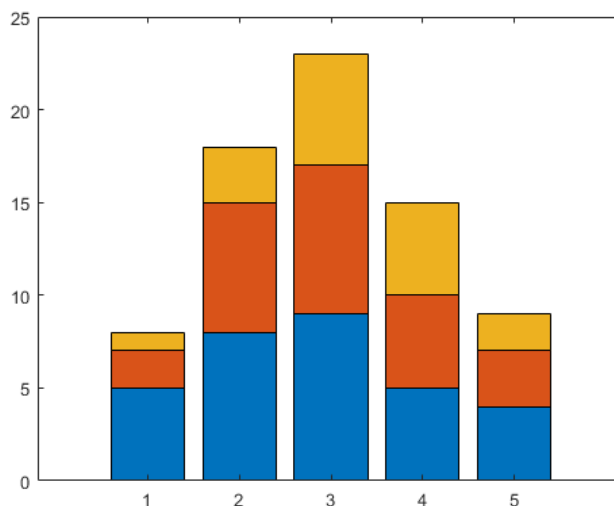
### 3.1.3. Grafy

Pokud je to možné, je vhodné vždy data vizualizovat. Vizualizace dat pomáhá odhalit trendy a vzory. Grafy jsou velmi důležité pro všechny analýzy. Především v prvotních fázích, kdy se analytik seznamuje s daty. Dobré pochopení data je dobrým prediktorem pro pochopení výstupů modelů (MathWorks®, 2020d).

V rámci této práce, bude použit pouze 1 typ grafu. Nicméně MATLAB umí vytvářet řadu grafů pro různé účely. Bude využit skládaný sloupcový graf.

Sloupcové grafy jsou vhodné pro porovnávání výsledků pro daný počet výstupů, tedy je vhodné, když jsou výstupní proměnné kategoriální. Velikou výhodou sloupcových grafů je možnost porovnat pomocí velikosti sloupců, nejen výsledné hodnoty, ale i které vstupní proměnné měly jak velký vliv na konečné výsledky (MathWorks®, 2020c).

Na následujícím obrázku 5 je zobrazen skládaný sloupcový graf, kde jsou na horizontální ose vypsány výstupní kategoriální proměnné, v tomto případě se jedná o následující: 1, 2, 3, 4 a 5. Na vertikální ose je napsána velikost vstupních proměnných, je jimi popsáno, jak moc daný vstup přispěl k výsledné hodnotě sloupce dané výstupní proměnné (MathWorks®, 2020c).



**Obrázek 5:** Skládaný sloupcový graf

*Zdroj: (MathWorks®, 2020c, s. 2-3).*

Výše uvedený graf byl vytvořen příkazy, které jsou uvedeny na následujícím obrázku 6:

```

Y = [5,2,1
8,7,3
9,8,6
5,5,5
4,3,2]; % Vstupní data
Figure % Otevření nového okna s grafem
bar(Y, 'stacked') % Typ grafu, vstupní data, upřesnění typu grafu

```

**Obrázek 6:** Skládaný sloupcový graf - skript

*Zdroj: upraveno podle (MathWorks®, 2020c, s. 2-3).*

### 3.1.4. Funkce

Velkou výhodou programu MATLAB je obrovský repozitář funkcí které nabízí. Zveřejněná dokumentace na stránkách MathWorks, zabývající se funkcemi má více

jak 15 000 stránek. Tento objem stránek je implicitním důkazem, jak moc je tato složka důležitou součástí tohoto programu.

Uživatelé mohou vytvářet vlastní funkce, ale také mohou využít již definované funkce. Zatímco skripty pracují pouze s daty definovanými v pracovním prostředí, funkce si vytváří vlastní interní proměnné, které uživatel na své pracovní ploše neuvidí. Funkcím se obvykle zadávají vstupní hodnoty do závorek. (MathWorks®, 2020d).

Důležitost velkého výběru funkcí je bezesporu velká nabídka definovaných matematických rovnic a postupů. Ačkoliv by bylo možné vytvořit si tyto skripty každý sám, bylo by to velké mrhání časem, když lze tyto dlouhé skripty sdílet jednoduše pomocí funkcí.

Užitečnost funkcí lze uvést na následujícím příkladu: Maticové počty mohou být při standardním řešení papírem a tužkou mnohdy velmi časově nákladné, chybovost může být vysoká a můžeme narazit na velmi vysoká čísla, s kterými se nám bude počítat hůře. Naštěstí výpočetní technika je dělaná na komputace a program MATLAB je vytvořen na výpočty matic. Díky již definovaným funkcím je MATLAB naprosto jasná volba, jinak bychom museli zvažovat, zda-li je lepší se trápit s počtem, či s programováním postupu.

V rámci práce, byly použity především funkce „*eig*“. Funkce „*eig(A)*“ vypočítá vlastní čísla zadané čtvercové matice „*A*“ (MathWorks®, 2020b, s. 1-3266). Dále byla použita funkce „*max*“. Funkce „*max(A)*“ napíše nejvyšší hodnotu dané proměnné „*A*“ (MathWorks®, 2020b, s. 1-7892). Obdobně funkce „*min*“ při zápisu „*min(A)*“ napíše nejnižší hodnotu proměnné „*A*“ (MathWorks®, 2020b, s. 1-8123). Také byla použita funkce „*str2double*“, která se používá pro změnu datového typu. Při zápisu „*X = str2double('3.1416')*“ bude vstupní hodnota uložena jako datový typ „*string*“, po použití funkce bude hodnota uložena jako datový typ „*double*“ ( $X = 3.1416$ ). (MathWorks®, 2020b, s. 1-12161). V neposlední řadě byla použita funkce „*geomean*“.



Funkce „*geomean(X)*“ spočítá geometrický průměr proměnné „*X*“ (Statistics and Machine Learning Toolbox™, 2020, s. 33-4641).

## 3.2. App Designer

MATLAB App Designer je nástroj, který dovoluje programátorovi vytvořit aplikaci, která funguje v MATLAB-u, či na webu, nebo na ploše osobního počítače. App Designer nabízí programátorovi již hotové grafické uživatelské rozhraní spolu s mnoha interaktivními komponenty. Zároveň je možné využít funkce, které MATLAB nabízí (MathWorks®, 2020a).

Podle (MathWorks®, 2020a) se prostředí skládá z 2 na sobě závislých částech. První částí tohoto prostředí je „*Design View*“, do kterého programátor umísťuje komponenty. Konečný uživatel, uvidí pouze to, co je zobrazeno v „*Design View*“, které uživateli nabízí GUI. Druhou částí prostředí je „*Code View*“. Do tohoto prostředí se dostane pouze programátor a konečný uživatel tuto část programu neuvidí. Nastavují se zde a nastavuje základní vlastnosti komponent a zapisují se skripty.

V literatuře (MathWorks®, 2020a) je uvedeno, že právě v „*Code View*“ jsou implementovány skripty, na základě kterých jsou prováděny operace. Tyto skripty mohou a měly by být ovlivněny uživatelskými vstupy, které byly zadány uživatelem prostřednictvím interaktivních komponentů v „*Design View*“. Výsledky těchto operací mohou být zobrazeny různými metodami uživateli.

Programátor umísťuje komponenty do grafického uživatelského rozhraní a programuje jejich chování primárně v kódovém rozhraní (MathWorks®, 2020a).

### 3.2.1. Návrh aplikace

Prostřednictvím „*Design View*“ programátor umísťuje do aplikace komponenty, které uživatel uvidí a se kterými může interagovat (MathWorks®, 2020a). V této podkapitole budou předvedeny komponenty, které byly v rámci projektu použity.

Následující komponenty byly použity:

- Tlačítko,
- Rozbalovací nabídka,
- Číselné editovatelné pole,
- Textové editovatelné pole,
- Spinner,
- Popisky.

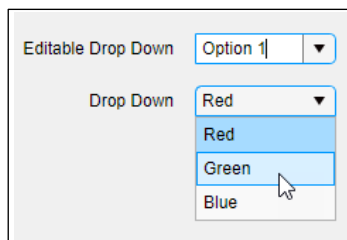
Tlačítko je spuštěno uživatelským kliknutím na tento komponent. Podle (MathWorks®, 2020a) je tlačítko znázorněno na následujícím obrázku 7:



**Obrázek 7:** Tlačítko

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 5-2).*

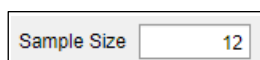
Rozbalovací nabídka nabízí uživateli nabídku možností, ze kterých si může 1 vybrat. Dle (MathWorks®, 2020a) je rozbalovací nabídka znázorněna na následujícím obrázku 8:



**Obrázek 8:** Rozbalovací nabídka

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 5-3).*

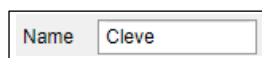
Číselné editovatelné pole dovoluje uživateli zadat do pole číselné hodnoty. Jak podle (MathWorks®, 2020a) vypadá číselné editovatelné pole je vidět na následujícím obrázku 9:



**Obrázek 9:** Číselné editovatelné pole

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 5-3).*

Do textového editovatelného pole zapisuje uživatel data, která budou systémem ukládána jako textová data. Jak tento komponent vypadá dle (MathWorks®, 2020a) je zobrazeno na následujícím obrázku 10:



**Obrázek 10:** Textové editovatelné pole

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 5-3).*

Komponent „Spinner“ dovoluje uživateli zadávat celá čísla buď zadáním, nebo klikáním na šipky. Uživateli může být omezeno, jaké hodnoty smí být do komponentu zadány. Znárodnění jak tento komponent podle (MathWorks®, 2020a) vypadá je ukázáno na následujícím obrázku 11:



**Obrázek 11:** Spinner

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 5-4).*

Popisky dovolují programátorovi vložit do GUI text, který si může uživatel přečíst. Příklad, jak by měly popisky podle (MathWorks®, 2020a) vypadat je uvedeno na následujícím obrázku 12:



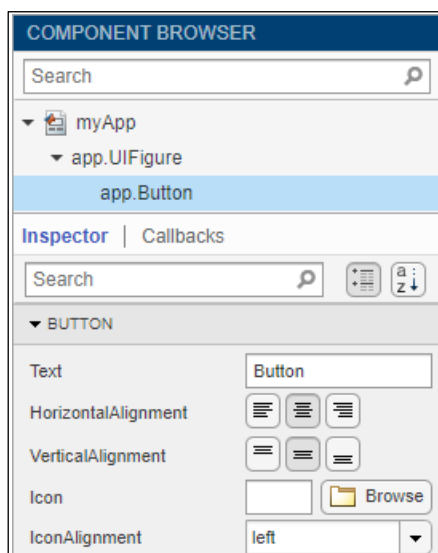
**Obrázek 12:** Popisek

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 5-3).*

### 3.2.2. Kódování aplikace

Programátor využije nastavení vlastností komponentů v „Design view“ a zároveň naprogramuje skripty prostřednictvím tzv. „callback“ funkcí v „Code view“. Úkolem této podkapitoly je objasnit základní charakteristiky „Code view“, tedy jak se programátor kóduje aplikace prostřednictvím „App Designer“ (MathWorks®, 2020a).

Nastavování základních vlastností komponent se provádí pomocí vyhledávače komponentů, kde se nejdříve komponent nalezne a vybere, a poté se mu mohou nastavit určité vlastnosti. Například lze nastavit neviditelnost komponentu, deaktivace komponentu, popisek komponentu a další. Podle (MathWorks®, 2020a) lze ilustrovat vyhledávač komponentů, jak je ukázáno na obrázku 13:



**Obrázek 13:** Vyhledávač komponentů

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-2).*

Pokud chceme, aby potom, co uživatel klikne na tlačítko, se spustil skript, musíme nejdříve kliknout pravým tlačítkem myši na tlačítko, a poté vybrat možnost přidání funkce zpětného volání. Funkce zpětného volání dovolují programátorovi psát skript, který se má provést po kliknutí na ono tlačítko (MathWorks®, 2020a).

Podle (MathWorks®, 2020a) není programátorovi dovoleno v „Code view“ psát kód kamkoli. Kód smí programátor psát pouze na řádky, které nemají barvu pozadí šedou, nýbrž bílou. Jak zhruba tyto editovatelné a needitovatelné řádky vypadají je uvedeno na následujícím obrázku 14:

```

14 % Component initialization
15
16 properties (Access = private)
17     X = 5 % Average value
18 end
19
20
21 % Callbacks that handle component events
22 methods (Access = private)
23
24     % Button pushed function: Button
25     function ButtonPushed(app, event)
26         disp('Hello World');
27     end

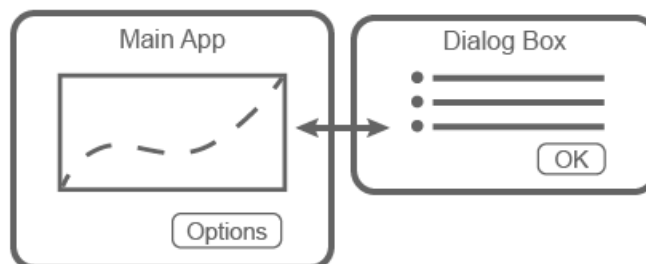
```

**Obrázek 14:** Editovatelné řádky

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-3).*

### 3.2.3. Přenos dat mezi aplikacemi

Naprostou nezbytností pro komplexnější programy je vytvoření více vzájemně propojených aplikací (oken). Proto je nutné si ukázat příklad jak se podle (MathWorks®, 2020a) přenáší data mezi aplikacemi. Tento proces lze vizualizovat obrázkem 15:



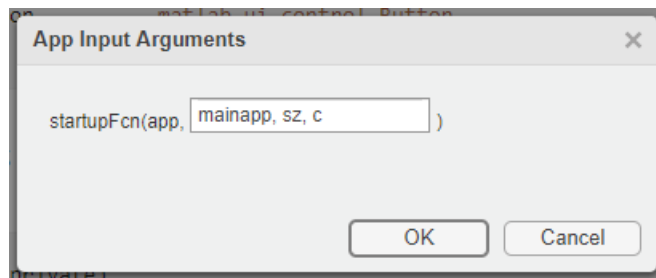
**Obrázek 15:** Přenos dat mezi aplikacemi

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-10).*

Nejdříve je nutné si vymezit, která aplikace bude kořenová. Dále musíme definovat, která aplikace bude kořenovou aplikací otevírána pro získání dat, této aplikaci budeme říkat dialogová aplikace. Data budou získána interakcí uživatele s komponenty aplikace (MathWorks®, 2020a).

Otevřeme dialogovou aplikaci a v ní definujeme vstupní argumenty, jak je například uvedeno v obrázku 16. Vstupní argumenty jsou proměnné, které budou přijaty od kořenové aplikace. Proměnné jsou odděleny čárkami. Doporučuje se jako

první proměnnou určit „mainapp“ a napsat kód, který je uveden v obrázku 17 do spouštěcí funkce (MathWorks®, 2020a, s. 7-10 – 7-11).



**Obrázek 16:** Vstupní argumenty

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-11).*

```
function startupFcn(app,mainapp,sz,c)
% Store main app object
app.CallingApp = mainapp;
% Process sz and c inputs
...
end
```

**Obrázek 17:** Spouštěcí funkce

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-11).*

V kořenové aplikaci je vhodné vytvořit tlačítko s definovanou funkcí zpětného volání. Tato funkce musí obsahovat kód, který spustí danou dialogovou aplikaci a přenesení do ní proměnné, které má dialogová aplikace definovány jako vstupní argumenty. Příklad, jak tento skript může vypadat je uveden na následujícím obrázku 18 (MathWorks®, 2020a):

```
function OptionsButtonPushed(app,event)
% Call dialog box with input values
app.DialogApp = DialogAppExample(app,szvalue,cvalue);
end
```

**Obrázek 18:** Spuštění dialogové aplikace

*Zdroj: Upraveno podle (MathWorks®, 2020a, s. 7-11).*

Dále se musí definovat v kořenové aplikaci soukromé vlastnictví. Pokud tam definujeme dialogové aplikace této kořenové aplikace, bude je mít kořenová aplikace uložena v paměti. Jak je možné toto provést je uvedeno na obrázku 19 (MathWorks®, 2020a):

```
properties (Access = private)
DialogApp % Dialog box app
end
```

**Obrázek 19:** Definování soukromého vlastnictví

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-11).*

Nyní, když jsou data přenesena z kořenové aplikace do dialogové, je nutné data zadaná uživatelem v dialogové aplikaci poslat zpátky do kořenové aplikace. Tohoto lze dosáhnout tak, že se v hlavní aplikaci vytvoří veřejná funkce. Tato funkce musí obsahovat argumenty, které se převezmou z dialogové aplikace. První proměnnou musí být „app“. Po zapsání proměnných se napíše kód, který se uskuteční. Jak může zápis takovéto funkce vypadat je uvedeno na následujícím obrázku 20 (MathWorks®, 2020a):

```
function updateplot(app,sz,c)
% Process sz and c
...
end
```

**Obrázek 20:** Veřejná funkce

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-12).*

Dalším krokem je vytvoření soukromého vlastnictví v dialogové aplikaci. Tuto nutné provést, aby měla dialogová aplikace uloženou kořenovou aplikaci v paměti. Jak může vypadat kód je uvedeno na následujícím obrázku 21 (MathWorks®, 2020a):

```
properties (Access = private)
CallingApp % Main app object
end
```

**Obrázek 21:** Definování soukromého vlastnictví 2

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-12).*

Nakonec je nutné vytvořit v dialogové aplikaci veřejnou funkci prostřednictvím zpětného volání. Příklad této funkce je uveden na následujícím obrázku 22. Pokud je tato funkce navázána na tlačítko, tak po stisknutí tlačítka se vybrané proměnné přenesou do kořenové aplikace. Toto je možné provést tak, že v kódu se zavolá na veřejnou funkci kořenové aplikace. Proměnné jsou odděleny čárkou. Dále předposlední řádek nám tuto dialogovou aplikaci zavře (MathWorks®, 2020a).

```
function ButtonPushed(app,event)
% Call main app's public function
updateplot(app.CallingApp,app.EditField.Value,app.DropDown.Value);
% Delete the dialog box
delete(app)
end
```

**Obrázek 22:** Veřejná funkce prostřednictvím zpětného volání

*Zdroj: (MathWorks®, 2020a, s. 7-12).*



## 4. METODY VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ

Rozhodování je považováno za jednu, ne-li nejdůležitější manažerskou funkci, kde manažer vybírá mezi alespoň dvěma alternativami na základě několika kritérií (Fotr a Švecová, 2010, s. 17-20).

Podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 1) pokud je nutné se rozhodovat mezi mnoha alternativami na základě mnoha kritérií, není jednoduché se rozhodnout. Pro řešení těchto komplexních úloh se využívají metody vícekriteriálního rozhodování. Pro jejich řešení je nutné provést následující etapy:

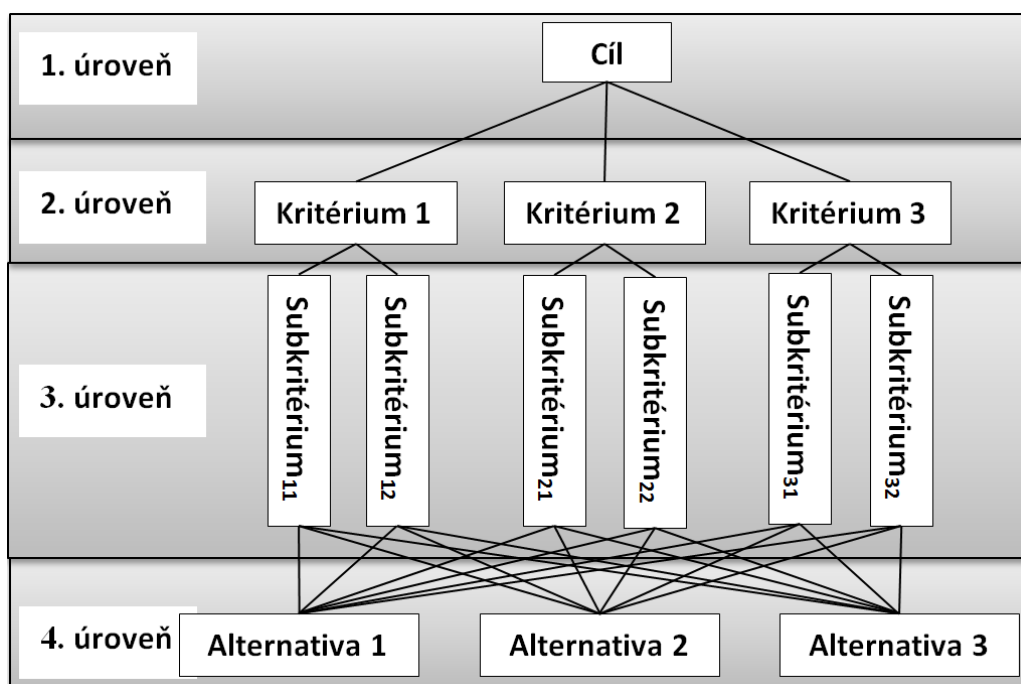
- První je identifikace problému. Určí se množství a specifika alternativ a kritérií.
- Ve druhé etapě je nutné sesbírat data a informace o preferencích tak, aby se dala vzít v úvahu při jejich stanovování. Tedy i pro stanovení vah kritérií.
- Třetí fází je dílčí ohodnocení alternativ v závislosti na splnění daných kritérií.
- Posledním krokem je výběr správné metody pro vyhodnocení dat. Výsledky těchto metod pomohou řešiteli k vybrání vhodné alternativy.

### 4.1. Analyticko hierarchický proces

Analyticko hierarchický proces (AHP) je metoda, jak lze měřit relativní priority prostřednictvím čísel párovým porovnání prvků ve víceúrovňových hierarchických strukturách. Tyto hodnoty mohou být odvozeny z explicitně daných číselných dat nebo z implicitně daných lidských priorit. Tato metoda je možná díky brání v úvahu několika faktorů najednou. Při stanovování priority faktoru jsou ovlivněny i priority ostatních (Saaty a Vargas, 2006, s. 1-2).

Nejdříve je vhodné vytvořit model právě řešeného rozhodovacího problému jako hierarchickou strukturu. Každá úroveň hierarchie obsahuje nějaký prvek, respektive prvky. Prvky jsou v hierarchii uspořádány tak, že v první úrovni je nejobecnější prvek rozhodovacího problému, například cíl a čím v nižší úrovni je prvek umístěn, tím je specifitější. Mezi všemi prvky sousedících úrovní jsou vazby a vztahy. Metoda AHP párově porovnává prvky na stejných úrovních hierarchie (Jablonský, 2007, s. 282).

Na následujícím obrázku 23 je zobrazen model čtyř úrovně hierarchické struktury (Saaty a Vargas, 2006, s. 7) a (Tzeng a Huang, 2011, s. 16):



**Obrázek 23:** Čtyř úrovně hierarchie

*Zdroj: Upraveno podle (Saaty a Vargas, 2006, s. 7) a (Tzeng a Huang, 2011, s. 16).*

## 4.2. Stanovení vah kritérií

Podle (Fotr a Švecová, 2010, s. 163-171) je stanovení vah kritérií velmi důležité pro vyčíslení, jakou prioritu má dané kritérium ve sledovaném rozhodovacím problému. Váhy kritérií lze stanovovat různými metodami, například bodovou stupnicí, alokací 100 bodů, preferenčních pořadí, ale i Saatyho metodou.

Aby bylo možné stanovit váhy kritérií, je nejdříve nutné všechna kritéria párově porovnat, kdy řešitel stanovuje své preference mezi danými páry kritérií. Je vhodné vytvořit tabulku a kritéria napsat do prvního řádku respektive sloupce dané tabulky a ve stejném pořadí (Fotr a Švecová, 2010, s. 171).

Při stanovování preferencí není rozhodovatelem pouze určeno, které kritérium je preferováno nad druhým, ale je určena i síla této preference. Síla této preference se určuje bodovou stupnicí. Je vhodné využít bodovou stupnici s popisnými slovy, kterou doporučuje Saaty a je zobrazena v následující tabulce 2 (Fotr a Švecová, 2010, s. 171):

**Tabulka 2:** Saatyho relativní bodová stupnice

Síla preference	Definice	Poznámka
1	Stejně preference	Oba prvky jsou stejně důležité
3	Trocha preference	Jeden prvek je na základě zkušeností trochu preferován
5	Silná preference	Zkušenostmi je jeden prvek posuzován za silně důležitější než druhý.
7	Velmi silná preference	Velmi silná preference jednoho prvku nad druhým je natolik silná, že se dá empiricky dokázat.
9	Naprostá preference	Preference jednoho prvku nad druhým je natolik velká, že ji nejde více kvantifikovat.

*zdroj: Upraveno podle (Saaty a Vargas, 2006, s. 3).*

Saatyho relativní bodová stupnice obsahuje kromě výše zmíněných sil preferencí i jejich mezistupně. Jedná se tedy o síly preferencí 2, 4, 6 a 8. (Saaty a Vargas, 2006, s. 3).

Tabulka se vyplňuje tak, že párově porovnáváme prvky v 1. Řádku a sloupci tabulky. Výsledek tohoto porovnání se napíše do buňky v tabulce v příslušícím řádku a sloupci porovnávaných prvků (Fotr a Švecová, 2010, s. 168-173)

Pokud párově porovnáváme stejné prvky, poté je síla preference rovna 1. Pokud je řádkový prvek stejně důležitý, respektive důležitější, než sloupcový prvek, poté se daná hodnota zvolí podle tabulky 2, není-li tomu tak, tak se určí síla preference sloupcového prvku nad řádkovým prvkem dle tabulky 2 a výsledná hodnota je převrácená (Fotr a Švecová, 2010, s. 171-173).

Po vyplnění tabulky se vypočtou geometrické průměry pro každý řádek. Geometrické průměry nám stanoví váhu daného kritéria. Je vhodné váhy normovat. Normalizujeme váhy tak, že vydělíme váhu daného kritéria součtem všech kritérií (Fotr a Švecová, 2010, s. 163, s. 173).

Příklad výpočtu vah kritérií Saatyho metodou je uvedeno v následující tabulce 3, kde „Geo. Pr.“ jsou geometrické průměry a „Norm. váhy“ jsou normované váhy.

**Tabulka 3:** Stanovení vah Saatyho metodou

	Kafe	Víno	Čaj	Pivo	Sody	Mléko	Voda	Geo. Pr.	Norm. váhy
Kafe	1	9	5	3	1	1	1/3	1,72	<b>0,17</b>
Víno	1/9	1	1/3	1/9	1/9	1/9	1/9	0,18	<b>0,02</b>
Čaj	1/5	3	1	1/3	1/5	1/3	1/9	0,39	<b>0,04</b>
Pivo	1/3	9	3	1	1/3	1	1/3	1,00	<b>0,10</b>
Sody	1	9	5	3	1	3	1/3	2,02	<b>0,20</b>
Mléko	1	9	3	1	1/3	1	1/3	1,17	<b>0,12</b>
Voda	3	9	9	3	3	3	1	3,51	<b>0,35</b>

*zdroj: Upraveno podle (Saaty a Vargas, 2006, s. 4) a (Fotr a Švecová, 2010, s. 174).*

Po zadání preferencí je nutno otestovat, zda-li jsou zadané preference konzistentní. Nutnost Konzistence lze dokázat tak, že pokud preferuji jablko 2x více než hrušku a hrušku 2x více než pomeranč, pak je logické, že musím preferovat jablko 4x více než pomeranč. Skutečnost, že však rozhodovatel mohl přiřadit jablku preferenci nad pomerančem např. 3x, 5x, nebo třeba i 1/2x způsobí nekonzistence v tabulce (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 13).

Vzhledem k tomu, že každý člověk má číselně ohodnocovat své preference je výskyt nekonzistence nevyhnutelný. Pro odhalení nekonzistencí byly vytvořeny parametry consistency ratio (CR), consistency index (CI) a random index (RI). Pokud je hodnota  $CR \leq 0,1$ , poté je nekonzistence zadaných preferencí přijatelné, v opačném případě je nutné změnit stanovené preference (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 13).

Parametr CI se podle (Jablonský, 2007, s. 276-278) počítá podle následujícího vzorce (1), kde „ $\lambda_{max}$ “ je největší vlastní číslo matice, „ $k$ “ je rozměr matice a „ $CI$ “ je index konzistence:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}. \quad (1)$$

CR se vypočítá podle (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 13) následujícím způsobem (2), kde „ $CI$ “ je index konzistence a „ $RI$ “ je index konzistence náhodných matic:

$$CR = \frac{CI}{RI}. \quad (2)$$

RI udává hodnotu CI z 500 náhodně vyplněných matic. Hodnota RI se liší podle rozměru matice (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 13). Pro výpočet RI použili různí autoři

různé metody simulace. Někteří autoři počítali RI i z jiného počtu náhodně vygenerovaných matic než 500. Saaty na Whartonově univerzitě počítal RI na základě 500 matic. V rámci této práce budou využita data od pana Saatyho. Hodnoty RI od pana Saatyho (Wharton) jsou uvedeny v následující tabulce 4, kde „rozměr“ je rozměr matice a „RI“ je index konzistence náhodných matic (Alonso a Lamata, 2006, s. 449):

**Tabulka 4:** Hodnoty RI podle Saatyho (Wharton)

<i>RI</i>	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41
<i>rozměr</i>	3	4	5	6	7	8

*zdroj: Upraveno podle (Alonso a Lamata, 2006, s. 449).*

### 4.3. Dílčí ohodnocení alternativ

Po výpočtu vah kritérií je nutné vypočítat, jak dobře jsou daná kritéria splňována jednotlivými alternativami. Bude se tedy určovat, jaká alternativa je preferována pro dané kritérium před druhou. Vypočítají se lokální váhy, ze kterých se nakonec vypočtou globální váhy. Pro každé kritérium bude vždy vytvořena tabulka, do které se budou psát výsledky párového porovnání, podobně jako v podkapitole 4.2 (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 15) a (Jablonský, 2007, s. 282-284).

#### 4.3.1. Saatyho metoda

Saatyho metoda byla z velké části popsána v podkapitole 4.2, kde byla použita pro výpočet vah kritérií. V této podkapitole bude předvedeno, jak se Saatyho metoda používá pro dílčí ohodnocení alternativ.

Podle (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 15-17) a (Jablonský, 2007, s. 287) bude výpočet dílčího ohodnocení alternativ Saatyho metodou velmi podobný jako výpočet vah kritérií v podkapitole 4.2. Vytvoří se tabulka pro každé kritérium, kde budou bodovou stupnicí uvedenou v tabulce 2 stanovovány preference alternativ v závislosti na daném kritériu.

V následující tabulce 5 budou podle (Jablonský, 2007, s. 287) porovnávány země (alternativy) vzhledem k tomu, jak dobře splňují kritérium HDP. Jako příklad uvádí

(Jablonský, 2007, s. 287) to, že „podle HDP je ČR silně preferována před Bulharskem“. Platí, že „Geo. Pr.“ jsou geometrické průměry a „Norm. váhy“ jsou normované váhy.

**Tabulka 5:** Dílčí ohodnocení Saatyho metodou

HDP	ČR	Bul	Mad	Pol	Rus	SI	Geo. Pr.	Norm. váhy
ČR	1	5	3	5	5	3	3,22	<b>0,39</b>
Bul	1/5	1	1/5	1/3	3	1/3	0,49	<b>0,06</b>
Mad	1/3	5	1	5	5	5	2,43	<b>0,30</b>
Pol	1/5	3	1/5	1	3	1	0,84	<b>0,10</b>
Rus	1/5	1/3	1/5	1/3	1	1/3	0,34	<b>0,04</b>
SI	1/3	3	1/5	1	3	1	0,92	<b>0,11</b>

zdroj: Upraveno podle (Jablonský, 2007, s. 287) a (Fotr a Švecová, 2010, s. 174).

#### 4.3.2. TOPSIS metoda

TOPSIS, tedy technika pro seřazení preferencí podle podobností ideálnímu řešení je jednou z novějších metod vícekritériálního rozhodování. Tato metoda byla navržena v roce 1981. Konceptem této metody je, že se vybere taková alternativa, která se nejvíce blíží optimálnímu řešení, ale zároveň je i co nejvzdálenější nejhoršímu řešení. Vzdálenosti se určí Euklidovskou vzdáleností (Tzeng a Huang, 2011, s. 69).

Optimálním řešením lze charakterizovat jako nejlepší možnou alternativu. Tato varianta (alternativa) je specifická svým vektorem nejlepších kritériálních hodnot. Tuto alternativu lze nazývat „ideální varianta“. Ideální varianta se také nachází co nejdále od nejhorší alternativy, ke které lze referovat „bazální varianta“ (Jablonský, 2007, s. 281).

V následující tabulce 6 jsou uvedeny alternativy: „ $A = \{A_k \mid k = 1, \dots, n\}$ “, kritéria: „ $K = \{K_j \mid j = 1, \dots, m\}$ “, řešitelem stanovené preference určující, jak daná alternativa splňuje dané kritérium: „ $X = \{x_{kj} \mid k = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$ “, a v neposlední řadě váha daného kritéria: „ $w = \{w_j \mid j = 1, \dots, m\}$ “ (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-70).

**Tabulka 6:** TOPSIS – popis tabulky

	Kritéria				
Alternativy	$K_1$	$K_2$	...	$K_{m-1}$	$K_m$
$A_1$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	...	$X_{1,m-1}$	$X_{1,m}$
$A_2$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	...	$X_{2,m-1}$	$X_{2,m}$
...	...	...	...	...	...
$A_{n-1}$	$X_{n-1,1}$	$X_{n-1,2}$	...	$X_{n-1,m-1}$	$X_{n-1,m}$
$A_n$	$X_{n,1}$	$X_{n,2}$	...	$X_{n,m-1}$	$X_{n,m}$
$w$	$w_1$	$w_2$	...	$w_{m-1}$	$w_m$

zdroj: Upraveno podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-70).

Metoda TOPSIS bude demonstrována na následujícím příkladu: Představme si, že zvažujeme, zda by bylo vhodné používat stávající zařízení, či ho nahradit jiným, přičemž máme na výběr z dalších 3 systémů. Manažeři vybrali za kritéria odolnost, kapacitu a spolehlivost. Manažeři stanovili váhy kritérií a ohodnotily i jak alternativy naplňují daná kritéria. Hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce 7, kde „ $w$ “ jsou váhy kritérií (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-71):

**Tabulka 7:** TOPSIS – stanovení preferencí

	Kritéria		
Alternativy	Odolnost	Kapacity	Spolehlivost
$A_1$	5	8	4
$A_2$	7	6	8
$A_3$	8	8	6
$A_4$	7	4	6
$w$	0,3	0,4	0,3

zdroj: Upraveno podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-71).

Poté, co máme tabulky s těmito parametry vyplněnou, je nutné transformovat ohodnocení všech alternativ, jak splňují dané kritérium tak, aby hodnota patřila do intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ . Principem zároveň je, že měřítko váhy se určuje v rámci každého kritéria zvlášť. Pro tuto normalizace se použije následující vzorec (3), kde „ $r$ “ jsou výsledná normalizovaná ohodnocení, „ $k$ “ jsou indexy alternativ a „ $j$ “ jsou indexy kritérií. Proměnná „ $x_{kj}$ “ jsou řešitelem stanovené preference určující, jak daná alternativa („ $k$ “) splňuje dané kritérium („ $j$ “). (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-71):

$$r_{kj} = \frac{x_{kj}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n x_{kj}^2}}, k = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m. \quad (3)$$

Normalizací tabulky 7 vzorcem (3) se vypočte následující tabulka 8, kde „w“ jsou váhy kritérií (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-71):

**Tabulka 8:** TOPSIS - normalizované ohodnocení

Alternativy	Kritéria - normalizované ohodnocení		
	$r_1$	$r_2$	$r_3$
$A_1$	0,3656	0,5963	0,3244
$A_2$	0,5119	0,4472	0,6489
$A_3$	0,5850	0,5963	0,4867
$A_4$	0,5119	0,2981	0,4867
$w$	0,3	0,4	0,3

*zdroj: Upraveno podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).*

Po vypočtení normalizovaného hodnocení se vypočte normalizované vážené hodnocení. Tohoto se dosáhne využitím následujícího vzorce (4), kde „w“ jsou váhy kritérií, „r“ jsou normalizovaná ohodnocení, „v“ jsou normalizované vážené ohodnocení, „k“ jsou indexy alternativ a „j“ jsou indexy kritérií. Vypočte se následující tabulka 9 (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72):

$$v_{ij}(x) = w_j r_{kj}(x), k = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m. \quad (4)$$

**Tabulka 9:** TOPSIS - normalizované vážené ohodnocení

Alternativy	Kritéria - normalizované vážené ohodnocení		
	$v_1$	$v_2$	$v_3$
$A_1$	0,1097	0,2385	0,0973
$A_2$	0,1536	0,1789	0,1947
$A_3$	0,1755	0,2385	0,1460
$A_4$	0,1536	0,1193	0,1460

*zdroj: Upraveno podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).*

Nyní se nalezne v rámci každého kritéria alternativa s nejlepším možným bodem řešení (PIS) a nejhorším možným bodem řešení (NIS). Positive ideal point (PIS) a negative ideal point (NIS) se vypočte tak, že se hledá v rámci každého kritéria nejvyšší, respektive nejnižší hodnota (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).



Matematicky jsou operace pro výpočet PIS a NIS definovány následujícími rovnicemi (5), (6), (7) a (8), kde „ $v$ “ jsou normalizované vážené ohodnocení, „ $k$ “ jsou indexy alternativ a „ $j$ “ jsou indexy kritérií. Pokud je kritérium maximalizační, což znamená, že vyšší hodnota je preferována před nižší, poté  $j \in J_1$ , takže se použijí na výpočet PIS a NIS rovnice (5) a (7), jinak je kritérium minimalizační, takže  $j \in J_2$  a pro zjištění parametrů PIS a NIS se aplikují rovnice (6) a (8) (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) a (Jablonský, 2007, s. 281-282, s. 286-287).

$$PIS = A^+ = \{v_1^+(x), v_2^+(x), \dots, v_j^+(x), \dots, v_m^+(x)\} = \{(\max_k v_{kj}(x) | j \in J_1) | k = 1, \dots, n\}, \quad (5)$$

$$PIS = A^+ = \{v_1^+(x), v_2^+(x), \dots, v_j^+(x), \dots, v_m^+(x)\} = \{(\min_k v_{kj}(x) | j \in J_2) | k = 1, \dots, n\}, \quad (6)$$

$$NIS = A^- = \{v_1^-(x), v_2^-(x), \dots, v_j^-(x), \dots, v_m^-(x)\} = \{(\min_k v_{kj}(x) | j \in J_1) | k = 1, \dots, n\}, \quad (7)$$

$$NIS = A^- = \{v_1^-(x), v_2^-(x), \dots, v_j^-(x), \dots, v_m^-(x)\} = \{(\max_k v_{kj}(x) | j \in J_2) | k = 1, \dots, n\}. \quad (8)$$

Využitím vzorců (5),(6),(7) a (8) vyjde následující tabulka 10, kde „PIS“ je nejlepším možným bodem řešení, „NIS“ je nejhorším možným bodem řešením a „ $v$ “ jsou normalizované vážené ohodnocení.

**Tabulka 10:** TOPSIS - PIS a NIS

	Kritéria - normalizované vážené ohodnocení		
Bod	$v_1$	$v_2$	$v_3$
<b>PIS</b>	0,1755	0,2385	0,1947
<b>NIS</b>	0,1097	0,1193	0,0973

*zdroj: Vlastní zpracování podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).*

Nyní, když se úspěšně spočetly nejlepší a nejhorší možné body hodnocení v rámci daných kritérií je nutné spočítat euklidovskou vzdálenost každého kritéria k jeho PIS a NIS. Poté se sečtou a odmocní Euklidovské vzdálenosti v rámci dané alternativy pro výpočet celkové Euklidovské vzdálenosti od PIS, respektive NIS v rámci dané alternativy (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).

Pro výpočet Euklidovské vzdálenosti od PIS se podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) využije následující vzorec (5) nebo (6) a pro NIS vzorec (7) nebo (8), kde „ $v$ “ jsou normalizované vážené ohodnocení, „ $D_k^*$ “ jsou vzdálenosti řešení od PIS, „ $D_k^-$ “ jsou vzdálenosti řešení od NIS, „ $k$ “ jsou indexy alternativ a „ $j$ “ jsou indexy kritérií. Aplikací vzorců (9) a (10) vzniknou následující tabulky 11 a 12, kde „ $v$ “ jsou normalizované vážené ohodnocení, „ $k$ “ jsou indexy alternativ a „ $j$ “ jsou indexy kritérií:

$$D_k^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^+(x)]^2}, k = 1, \dots, n, \quad (9)$$

$$D_k^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^-(x)]^2}, k = 1, \dots, n. \quad (10)$$

**Tabulka 11:** TOPSIS – Euklidovská vzdálenost od PIS

Alternativy	Kritéria - Euklidovská vzdálenost od PIS			Celková vzdálenost
	$v_1$	$v_2$	$v_3$	
<b>A<sub>1</sub></b>	0,0043	0	0,0095	<b>0,1175</b>
<b>A<sub>2</sub></b>	0,0005	0,0036	0	<b>0,0635</b>
<b>A<sub>3</sub></b>	0	0	0,0024	<b>0,0487</b>
<b>A<sub>4</sub></b>	0,0005	0,0142	0,0024	<b>0,1307</b>

*zdroj: Vlastní zpracování podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).*

**Tabulka 12:** TOPSIS – Euklidovská vzdálenost od NIS

Alternativy	Kritéria, Euklidovská vzdálenost od NIS.			Celková vzdálenost
	$v_1$	$v_2$	$v_3$	
<b>A<sub>1</sub></b>	0	0,0142	0	<b>0,1193</b>
<b>A<sub>2</sub></b>	0,0019	0,0036	0,0095	<b>0,1223</b>
<b>A<sub>3</sub></b>	0,0043	0,0142	0,0024	<b>0,1446</b>
<b>A<sub>4</sub></b>	0,0019	0	0,0024	<b>0,0655</b>

*zdroj: Vlastní zpracování podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).*

Dále využijeme vypočtených celkových Euklidovských vzdáleností alternativ od PIS a NIS pro dané kritérium. Vypočítá se, jak moc je každá alternativa vzdálená od bazální varianty. Pro tento výpočet se použije vzorec (11), kde „ $C_k^*$ “ je relativní vzdálenost alternativy od bazálního řešení, „ $D_k^*$ “ jsou vzdálenosti řešení od PIS, „ $D_k^-$ “ jsou vzdálenosti řešení od NIS a „ $k$ “ jsou indexy. „ $C_k^*$ “ nabývá hodnot

od 0 do 1. Po aplikaci vzorce (11) vznikne následující tabulka 13 (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) a (Jablonský, 2007, s. 281-282):

$$C_k^* = \frac{D_k^-}{(D_k^* + D_k^-)}, k = 1, \dots, n, \quad (11)$$

**Tabulka 13:** TOPSIS – Výpočet relativní vzdálenosti alternativ od bazálního řešení

Alternativy	$D_k^*$	$D_k^-$	$C_k^*$
<b>A<sub>1</sub></b>	0,1175	0,1196	<b>0,5037</b>
<b>A<sub>2</sub></b>	0,0635	0,1223	<b>0,6581</b>
<b>A<sub>3</sub></b>	0,0487	0,1446	<b>0,7482</b>
<b>A<sub>4</sub></b>	0,1307	0,0655	<b>0,3340</b>

*zdroj: Upraveno podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72).*

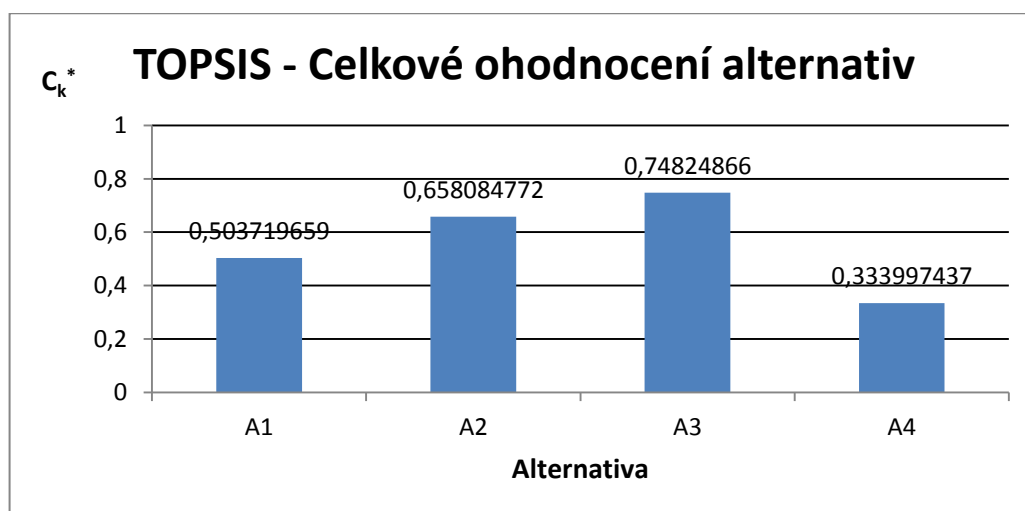
Předposledním krokem bude to, že alternativy seřadíme sestupně, podle hodnoty „ $C_k^*$ “. Vznikne následující tabulka 14 (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) a (Jablonský, 2007, s. 281-282, s. 286-287):

**Tabulka 14:** TOPSIS –Relativní vzdálenosti alternativ od bazálního řešení

Alternativy	$C_k^*$
<b>A<sub>3</sub></b>	0,7482
<b>A<sub>2</sub></b>	0,6581
<b>A<sub>1</sub></b>	0,5037
<b>A<sub>4</sub></b>	0,3340

*zdroj: Upraveno podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) a (Jablonský, 2007, s. 281-282, s. 286-287).*

Nakonec, když jsou hodnoty v tabulce 14 sestupně seřazeny, je lehké nalézt alternativu s nejvyšší hodnotou „ $C_k^*$ “. V tomto případě je na základě metody TOPSIS možné tvrdit, že nejlepší možnou volbou je daném případě alternativa třetí (A<sub>3</sub>). Výsledek je také vyobrazen v následujícím grafu na obrázku 24 (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) a (Jablonský, 2007, s. 281-282, s. 286-287):



**Obrázek 24:** TOPSIS – Celkové ohodnocení alternativ

*zdroj: Vlastní zpracování v MS Excel podle (Tzeng a Huang, 2011, s. 69-72) a (Jablonský, 2007, s. 281-282, s. 286-287).*

#### 4.4. Výběr alternativy

Po stanovení vah kritérií a dílčího ohodnocení alternativ je nutné zjistit jaká alternativ je pro daný rozhodovací problém nejvhodnější. Váhy, které byly doposud vypočítány, byly lokální. Úkolem této podkapitoly je vypočítat globální váhy a na základě nich určit vhodnou alternativu. (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 18-19) a (Saaty a Vargas, 2006, s. 5, s. 13, s. 75-82).

Pro výpočet konečného ohodnocení lze použít distributivní mód AHP. Tato metoda funguje tak, že se vynásobí normalizovaná váha dílčího ohodnocení alternativy dle daného kritéria s normalizovanou váhou onoho kritéria. Pokud máme vypočtenou i váhu ve vyšší úrovni hierarchie AHP, poté daný výsledek vynásobíme s váhou korespondujícího prvku (Saaty a Vargas, 2006, s. 5, s. 13, s. 75-82). Toto se provede pro všechna dílčí ohodnocení a jejich výsledky se sečtou podle alternativ. Alternativa s nejvyšší globální váhou je nejvhodnější (Saaty a Vargas, 2006, s. 5, s. 13, s. 75-82) a (Mu a Pereyra-rojas, 2018, s. 18-19).

Případně je možné se o této problematice dočíst více v: (Tzeng a Huang, 2011, s. 55-57).

## 5. NÁVRH A TVORBA APLIKACE

V rámci této kapitoly bude předveden ve zkrácené podobě postup, jakým byl vytvořen program a jeho aplikace prostřednictvím MATLAB-u nástrojem App Designer. MATLAB a jeho nástroj App Designer byl již předveden ve 3. kapitole této práce. Zároveň budou použity i metody vícekriteriálního rozhodování, které byly popsány ve 4. kapitole. Následující text bude předpokládat, že čtenář si již přečetl i kapitoly předcházející. Součástí této kapitoly jsou obrázky, kde jsou zobrazeny části kódu. Vzhledem k obsáhlosti implementovaného kódu bude obvykle zobrazena pouze část kódu, kde tři tečky psané černou barvou (...) mohou znamenat, že kód pokračuje podobným rázem. Tento program a jeho aplikace bylo možné využít díky vlastní práci založené na literatuře a od (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006). Naprostá většina, ne-li všechna důležitá fakta, která při tvorbě programu použita byla již předvedena v předcházejících kapitolách.

### 5.1. Návrh aplikace

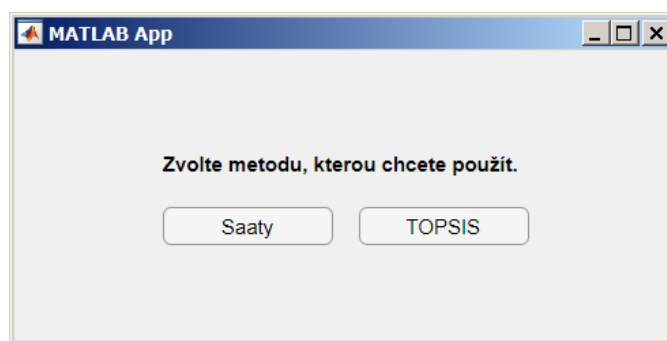
Prvním krokem je analyzovat zadání a na základě něho navrhnout program. Vzhledem k tomu, že v následující kapitole bude rozhodovací problém vyžadovat nejen kritéria, ale i subkritéria. Vytvoří se tedy čtyř úroňová hierarchická struktura AHP. Bude nutné vzít v úvahu, že se bude muset ukládat velké množství proměnných. Musí se vymyslet způsoby, jak zredukovat potřebné množství uložených proměnných. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

Dále je nutné specifikovat pro kolik alternativ, kritérií a subkritérií budou aplikace navrženy. Došlo se k názoru, že bude stačit 8 alternativ, 8 kritérií a každému kritériu může náležet 8 subkritérií. Číslovka 8 byla zvolena, jelikož je všeobecně známo,

že člověk je schopen vzájemně porovnávat jen okolo 6-9 prvků současně. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

Pro výpočet hodnocení budou použity metody TOPSIS a Saatyho metoda. Vzhledem k velkému množství proměnných, které každá z těchto metod potřebuje pro výpočet konečného ohodnocení, bylo usouzeno, že uživatel si bude muset při spuštění programu jednu z těchto metod vybrat a chce-li použít i druhou metodu, musí program spustit znovu a vybrat si tu druhou metodu. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

Na následujícím obrázku 25 je ukázána úvodní aplikace (index), kde si uživatel zvolí, jakou metodou chce rozhodovací problém řešit. Po zvolení metody se tato aplikace zavře a otevře hlavní aplikaci buď pro Saatyho metodu (main\_S) nebo metodu TOPSIS (main\_T). Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).



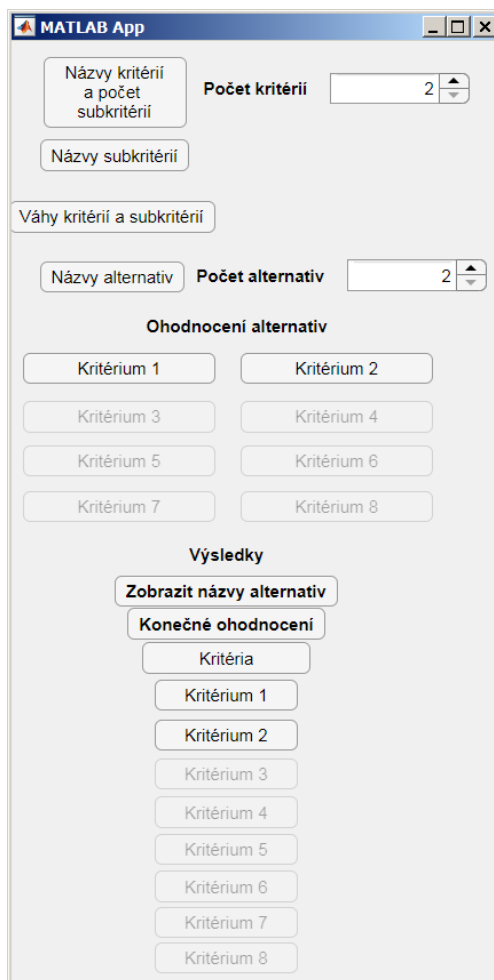
**Obrázek 25:** Úvodní aplikace

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

## 5.2. Tvorba aplikace

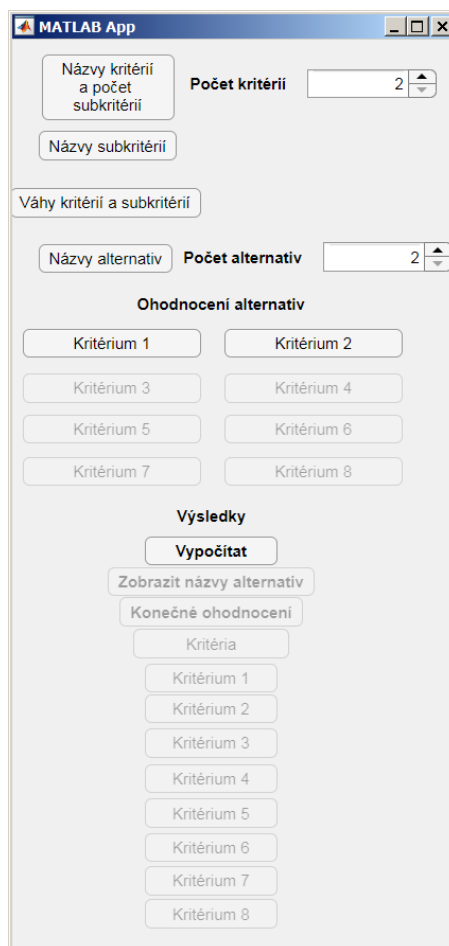
Po vybrání metody v úvodní aplikaci se otevře hlavní (kořenové) aplikace buď pro Saatyho metodu, která je zobrazena na obrázku 26, nebo pro metodu TOPSIS, která

je zobrazena na obrázku 27. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).



**Obrázek 26:** Hlavní aplikace pro Saatyho metodu

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

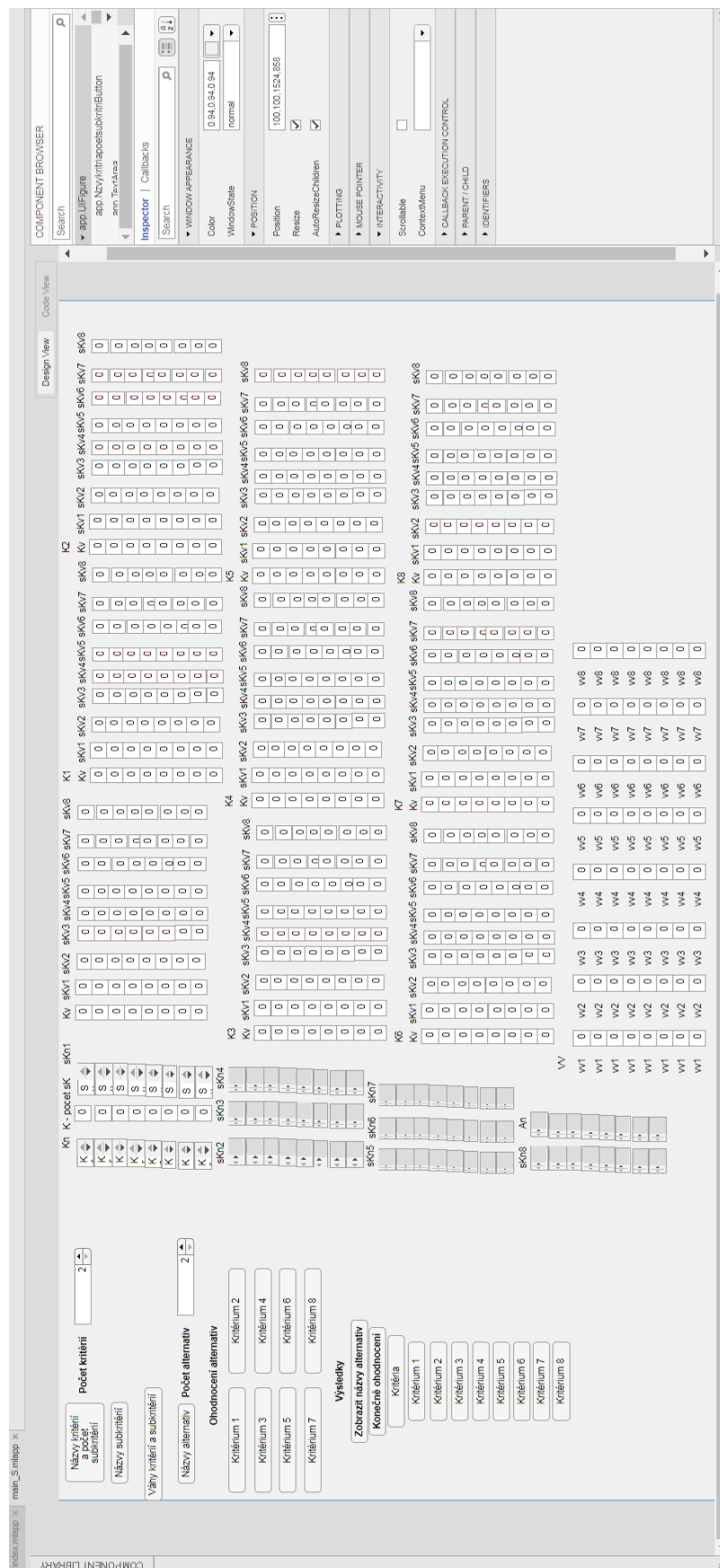


**Obrázek 27:** Hlavní aplikace pro metodu TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

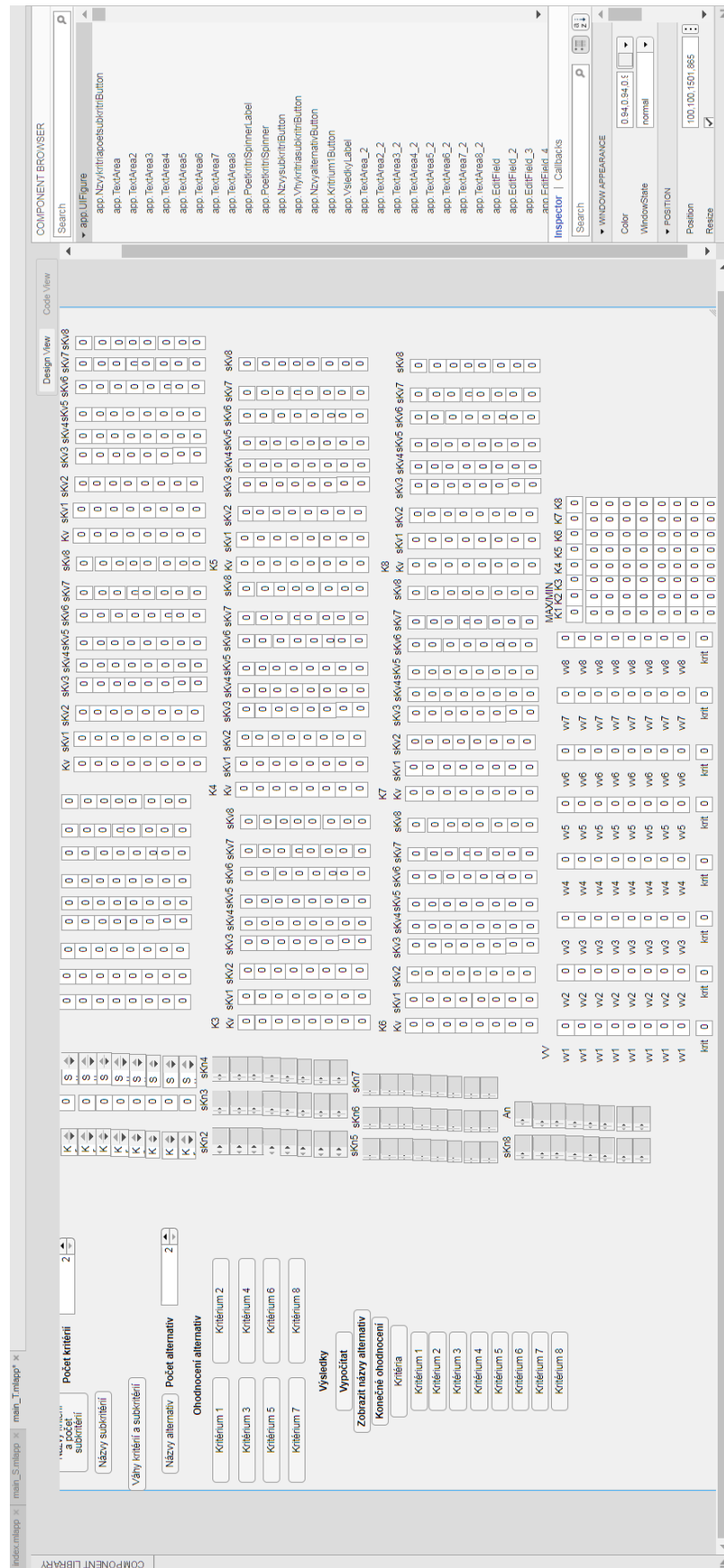
Lze si povšimnout, že aplikace vypadají z pohledu uživatele téměř totožně. Pro programátora vypadají tyto aplikace úplně jinak. Důvodem je nutnost při přenášení dat z jiné (dialogové) aplikace do kořenové aplikace. Při tomto přenášení musí dialogová aplikace zavolat veřejnou funkci kořenové aplikace a aby byla tato hodnota uložena pro další použití, byly použity příkazy tak, že se hodnoty ukládají do uživatelem neviditelných komponent mimo zobrazovací plochu aplikace. Číselná data jsou ukládána do číselného editovatelného pole a textová do editovatelného pole (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d). Na následujícím obrázku 28 je zobrazena kořenová aplikace pro Saatyho metodu se všemi komponenty. Pro metodu TOPSIS vypadá aplikace obdobně, viz. obrázek 29. Všechny aplikace jsou vytvořeny na podobném principu, ale vzhledem k jejich podobnosti a komplexitě už nebudou takto zobrazeny v této práci.





Obrázek 28: Hlavní aplikace pro Saatyho metodu – programátorský pohled

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).



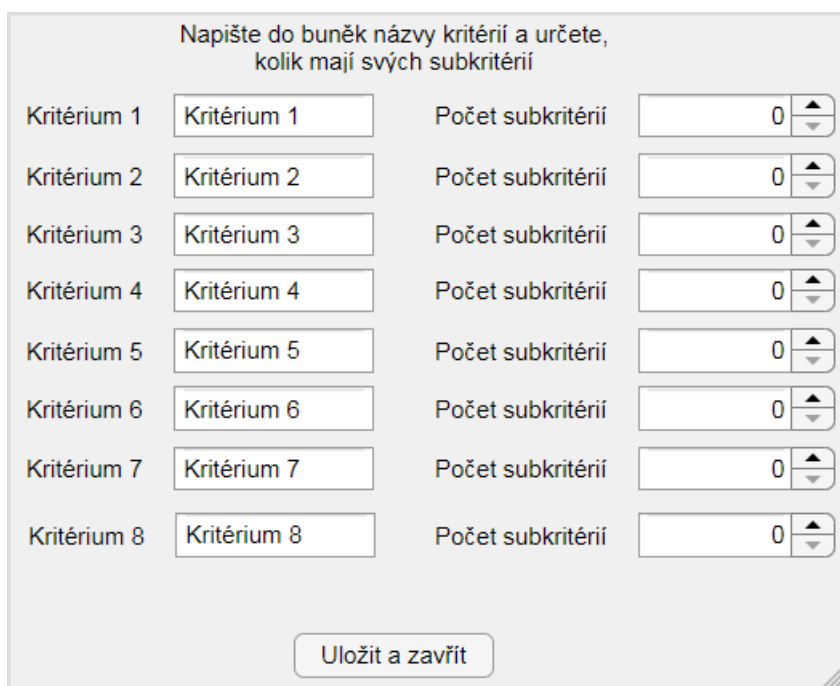
Obrázek 29: Hlavní aplikace pro metodu TOPSIS – programátorský pohled

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

### 5.2.1. Společné aplikace

Mnohé aplikace jsou pro Saatyho metodu a pro TOPSIS metodu totožné. V rámci této podkapitoly budou předvedeny. Ačkoliv jsou totožné, byly uloženy pro každou metodu zvlášť kvůli přenosu dat a možným individuálním úpravám během návrhu.

Poté, co si uživatel zvolí počet kritérií v kořenové aplikaci, tak po kliknutí na tlačítko „Názvy kritérií a počet subkritérií“ se otevře aplikace zobrazena na následujícím obrázku 30. V této aplikaci se zobrazí pouze potřebné buňky podle zadaného počtu kritérií. Uživatel může kritéria pojmenovat a nastavit počet jejich subkritérií. Po stisknutí tlačítka „Uložit a zavřít“ se data přenesou do kořenové aplikace a tato dialogová aplikace se zavře.



Napište do buněk názvy kritérií a určete, kolik mají svých subkritérií

Kritérium 1	<input type="text" value="Kritérium 1"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 2	<input type="text" value="Kritérium 2"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 3	<input type="text" value="Kritérium 3"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 4	<input type="text" value="Kritérium 4"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 5	<input type="text" value="Kritérium 5"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 6	<input type="text" value="Kritérium 6"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 7	<input type="text" value="Kritérium 7"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>
Kritérium 8	<input type="text" value="Kritérium 8"/>	Počet subkritérií	<input type="text" value="0"/>

**Obrázek 30:** Aplikace - Názvy kritérií a počet subkritérií

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

Data se přenáší z aplikací následovně: V hlavní aplikaci jsou uložena ve vlastnictví aplikace, na které má vazby. Toto je zobrazeno v obrázku 31. Dále jsou vytvořeny v hlavní aplikaci veřejné funkce, které ukládají data do textových polí nebo číselných textových polí. Toto je zobrazeno na obrázku 32. Dále je nutno do hlavní aplikace vložit tlačítko a definovat mu zpětnovazební funkci, která se aktivuje při kliknutí

na tlačítko. Tato zpětnovazebná funkce může mít kód, který je uveden na obrázku 33. V dialogové aplikaci bylo vytvořeno soukromé vlastnictví, které je zobrazeno na obrázku 34. Dále byly v dialogové aplikaci definovány vstupní argumenty, kde jim byl přiřazen i lokální název proměnné, podle pořadí v jakém byla v kořenové aplikaci zadána. Toto je vyobrazeno na obrázku 35, kde „pK“ je pojmenování pro množství kritérií, který si uživatel navolil v kořenové aplikaci prostřednictvím komponentu „Spinner“ („app.PoetkritriSpinner.Value“). Data, která jsou převzata při spuštění kořenovou aplikací jsou uložena do uživatelem neviditelných komponent prostřednictvím spouštěcí funkcí. Toto je zobrazeno na obrázku 36. Nakonec se v dialogové aplikaci vytvoří tlačítko, které po jeho stisknutí odešle data z dialogové aplikace zpět do kořenové aplikace zavoláním veřejné funkce hlavní aplikace. Toto tlačítko se uživateli zobrazí s názvem „Uložit a zavřít“ a je zobrazeno na obrázku 30. Po jeho stisknutí se aplikace také zavře. Kód, který tato aplikace může obsahovat je uvedeno na obrázku 37. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

```
properties (Access = private)
    DialogApp1 % Dialog box app kriteria_n
    DialogApp2 % Dialog box app subkriteria_n
    DialogApp3 % Dialog box app alternativy_n
    DialogApp4 % Dialog box app vahy_k_sK
    DialogApp5 % Dialog box app vahy_K1
    DialogApp6 % Dialog box app vahy_K2
    DialogApp7 % Dialog box app vahy_K3
    DialogApp8 % Dialog box app vahy_K4
    DialogApp9 % Dialog box app vahy_K5
    DialogApp10 % Dialog box app vahy_K6
    DialogApp11 % Dialog box app vahy_K7
    DialogApp12 % Dialog box app vahy_K8
    DialogApp13 % Dialog box app alternativy_nazvy
end
```

**Obrázek 31:** Vlastnictví kořenové aplikace

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

```

methods (Access = public)
    %Názvy kritérií
    function ulozhodnotyKn(app,K1n,K2n,K3n,K4n,K5n,K6n,K7n,K8n)
        app.TextArea.Value = K1n;
        app.TextArea2.Value = K2n;
        app.TextArea3.Value = K3n;
        app.TextArea4.Value = K4n;
        app.TextArea5.Value = K5n;
        app.TextArea6.Value = K6n;
        app.TextArea7.Value = K7n;
        app.TextArea8.Value = K8n;
    end
    %Počty subkritérií
    function ulozhodnotypsK(app,psK1,psK2,psK3,psK4,psK5,psK6,psK7,psK8)
        app.EditField.Value = psK1;
        app.EditField_2.Value = psK2;
        app.EditField_3.Value = psK3;
        app.EditField_4.Value = psK4;
        app.EditField_5.Value = psK5;
        app.EditField_6.Value = psK6;
        app.EditField_7.Value = psK7;
        app.EditField_8.Value = psK8;
    end
end

```

**Obrázek 32:** Veřejné funkce pro uložení dat

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

```

function NzvykritriapoetsubkritriButtonPushed(app, event)
app.DialogApp1 = kriteria_n_S(app,app.PoetkritriSpinner.Value);

```

**Obrázek 33:** Zpětnovazební funkce - otevření aplikace

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

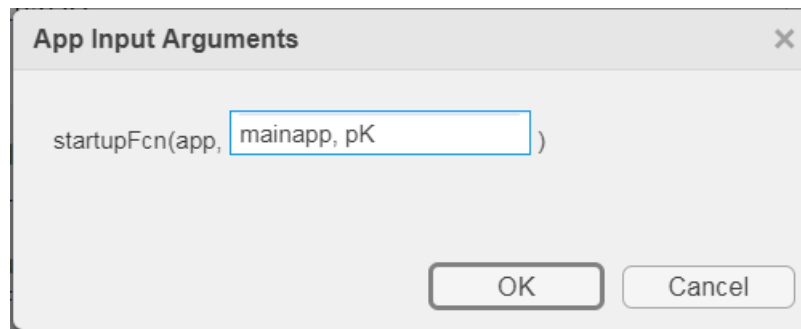
```

properties (Access = private)
    CallingApp
end % Vlastnictví dialogové apl.

```

**Obrázek 34:** Vlastnictví dialogové aplikace

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a).*



**Obrázek 35:** Definice vstupních argumentů

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

```
% Code that executes after component creation
function startupFcn(app, mainapp, pK)
    app.CallingApp = mainapp;

    app.INVISIBLEEditField.Value = pK;
    ...
end
```

**Obrázek 36:** Uložení dat v dialogové aplikaci spouštěcí funkcí

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

```
% Button pushed function: UloitzavtButton
function UloitzavtButtonPushed(app, event)

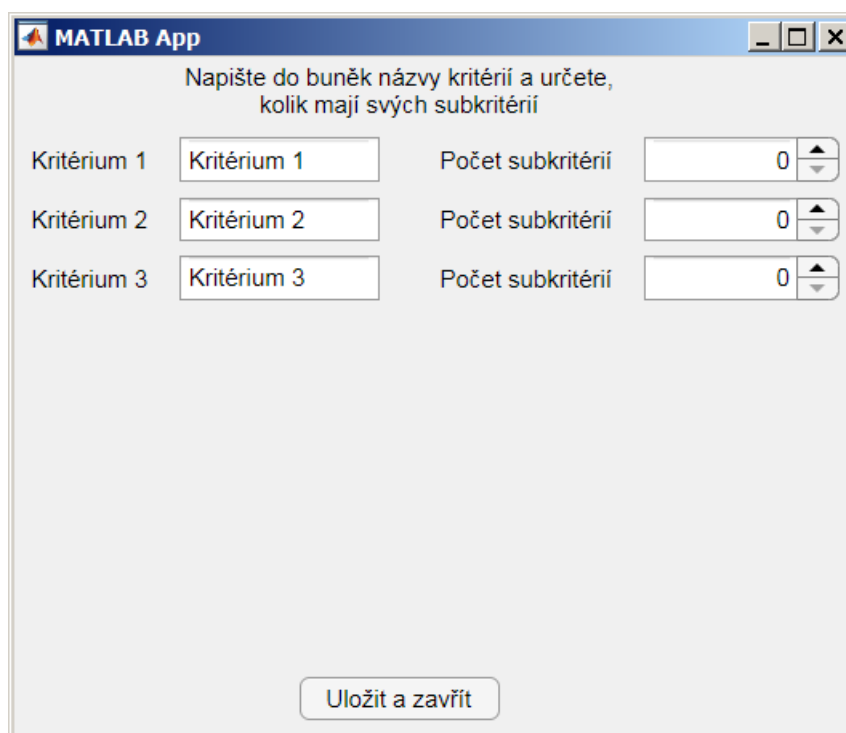
ulozhodnotyKn(app.CallingApp,app.Kritrium1EditField.Value,app.Kritrium2EditField.
Value,app.Kritrium3EditField.Value,app.Kritrium4EditField.Value,app.Kritrium5EditFi
eld.Value,app.Kritrium6EditField.Value,app.Kritrium7EditField.Value,app.Kritrium8E
ditField.Value)

ulozhodnotypsK(app.CallingApp,app.PoetsubkritriSpinner.Value,app.PoetsubkritriSp
inner_2.Value,app.PoetsubkritriSpinner_3.Value,app.PoetsubkritriSpinner_4.Value,a
pp.PoetsubkritriSpinner_5.Value,app.PoetsubkritriSpinner_6.Value,app.Poetsubkritr
iSpinner_7.Value,app.PoetsubkritriSpinner_8.Value)
    delete(app)
end
```

**Obrázek 37:** Přenos dat do kořenové aplikace

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

Jak již bylo uvedeno, při zapnutí aplikace „Názvy kritérií a počet subkritérií“ se uživateli nezobrazí nepotřebné komponenty. Když si uživatel nastaví v hlavní aplikaci počet kritérií 3, poté se uživateli zobrazí aplikace, která je vidět na obrázku 38. Tohoto bylo dosaženo tak, že v spouštěcí funkci, jejíž začátek je zobrazen na obrázku 36 obsahovala místo oněch tří teček skript plný podmínek, co se má stát, když uživatel zadá jakou hodnotu počtu kritérií. Zkrácená ukázka tohoto skriptu je zobrazena na obrázku 39. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).



**Obrázek 38:** Aplikace - Názvy kritérií a počet subkritérií pro 3 kritéria

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

```

if pK < 3

    app.Kritrium3EditFieldLabel.Enable = 'off';
    app.Kritrium3EditFieldLabel.Visible = 'off';
    app.Kritrium3EditField.Editable = 'off';
    app.Kritrium3EditField.Enable = 'off';
    app.Kritrium3EditField.Visible = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_3.Editable = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_3.Enable = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_3.Visible = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_3Label.Enable = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_3Label.Visible = 'off';

    app.Kritrium4EditFieldLabel.Enable = 'off';
...
    app.PoetsubkritriSpinner_8Label.Visible = 'off';
elseif pK < 4

    app.Kritrium4EditFieldLabel.Enable = 'off';
...
    app.PoetsubkritriSpinner_8Label.Visible = 'off';
...
elseif pK < 8
    app.Kritrium8EditFieldLabel.Enable = 'off';
    app.Kritrium8EditFieldLabel.Visible = 'off';
    app.Kritrium8EditField.Editable = 'off';
    app.Kritrium8EditField.Enable = 'off';
    app.Kritrium8EditField.Visible = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_8.Editable = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_8.Enable = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_8.Visible = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_8Label.Enable = 'off';
    app.PoetsubkritriSpinner_8Label.Visible = 'off';
end

```

**Obrázek 39:** Ukázka úprav komponent

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

Další společná aplikace je otevřena prostřednictvím kořenové aplikace kliknutím na tlačítko „Názvy subkritérií“. Jak tato aplikace vypadá je zobrazeno na následujícím obrázku 40. Nad editovatelnými poli jsou popisky napsány názvy kritérií, které uživatel zadal v aplikaci „Názvy kritérií a počet subkritérií“. Komponenty byly nastaveny tak, že se zobrazují pouze nutné komponenty na základě uživatelových



vstupů v předcházejících aplikacích. Zobrazuje se tedy jen buňky pro zadaný počet kritérií a jím zadaný počet subkritérií. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

	Kritérium 1		Kritérium 2		Kritérium 3		Kritérium 4	
Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1
Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2
Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3
Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4
Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5
Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6
Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7
Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8
	Kritérium 5		Kritérium 6		Kritérium 7		Kritérium 8	
Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1	Subkritérium 1
Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2	Subkritérium 2
Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3	Subkritérium 3
Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4	Subkritérium 4
Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5	Subkritérium 5
Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6	Subkritérium 6
Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7	Subkritérium 7
Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8	Subkritérium 8

Uložit a zavřít

**Obrázek 40:** Aplikace - Názvy subkritérií

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).*

Následující společnou aplikací je aplikace spuštěná tlačítkem kořenové aplikace s názvem „Váhy kritérií a subkritérií“. Tato aplikace je vyfocena na obrázku 41. Z důvodu technických omezení, která byla popsána na začátku této kapitoly a přílišné náročnosti pro člověka vyplnění až příliš velkého množství párových porovnání bylo nutné vymyslet způsob jak zjednodušit tento proces. Komponenty byly nastaveny tak, že se zobrazují pouze nutné komponenty na základě uživatelských vstupů v předcházejících aplikacích. Popisky jsou pojmenovány také podle uživatelských vstupů. Zobrazuje se tedy jen buňky pro zadaný počet kritérií a jím zadaný počet subkritérií. Zároveň byla využita Saatyho bodová stupnice, kde

uživatel místo zadávání hodnot  $\{9;7;5;3;1\}$  zadává známky jako ve škole  $\{1;2;3;4;5\}$ . Po zadání těchto sil preferencí byly mezi sebou prvky párově porovnány. Schéma, jak se tyto síly preferencí odvozovaly je uvedeno na obrázku 42. Ukázka kódu je uvedena na obrázku 43 a 44. Nakonec bylo nutné určit, zda-li jsou zadané hodnoty dostatečně konzistentní, k tomuto byla vypočítána hodnota CR pro každou matici. Každá matice je určena tak, že se jedná o matici sestavenou z až 8 preferenčních hodnot zadaných uživatelem do komponent, které jsou odděleny sloupcovým umístěním v prostoru a popisky (nadpisy) kritérií. Hodnota CR se vždy zobrazí pro konkrétní matici pod osmým komponentem. Při zmáčknutí tlačítka „Vypočti CR“ se vypočtou nejen hodnoty CR ale i váhy kritérií a zpřístupní se tlačítko „Uložit a zavřít“. Po kliknutí na tlačítko „Uložit a zavřít“ se data pošlou do kořenové aplikace prostřednictvím veřejných funkcí kořenové aplikace a dialogová aplikace se ukončí. Ukázka, jak se počítá CR včetně stanovení vah kritérií a subkritérií, je uvedeno na obrázku 45, 46 a 47. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

Označujte jako ve škole každé kritérium, případně i subkritérium, jak moc je pro Vás důležité.  
1 = Naprosto, 2 = Hodně, 3 = Docela, 4 = Trochu, 5 = Vůbec.

Kritéria		Kritérium 1		Kritérium 2	
Kritérium 1	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 2	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 3	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 4	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 5	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 6	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 7	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Kritérium 8	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>

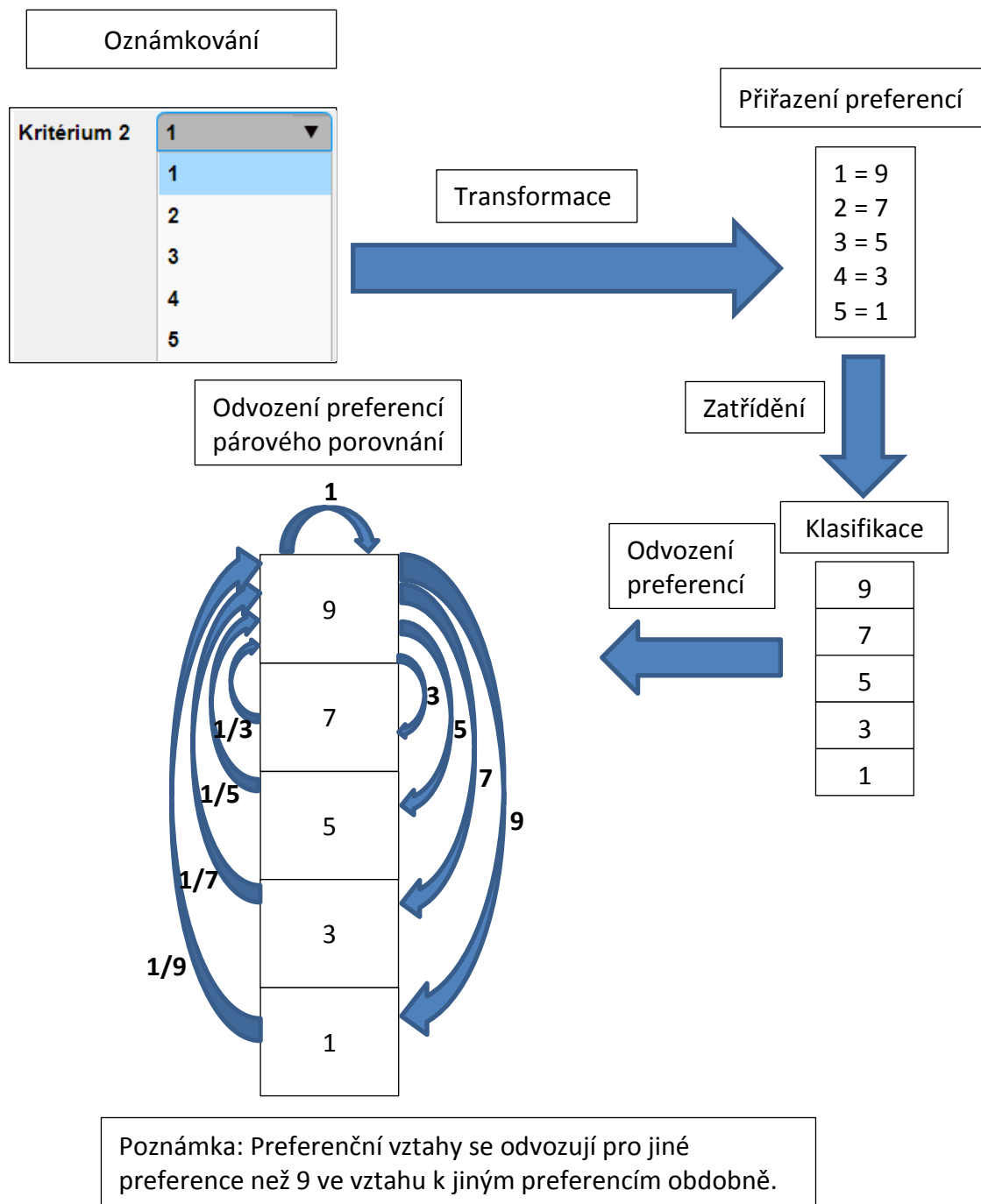
Kritérium 3		Kritérium 4		Kritérium 5	
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>

Kritérium 6		Kritérium 7		Kritérium 8	
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>
Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>	Subkritérium XYZ	<input type="text" value="1"/>

**Obrázek 41:** Aplikace - Váhy kritérií a subkritérií

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*



**Obrázek 42:** Schéma odvození sil preferencí

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006). Vytvořeno v MS Word.

```

    %Musíme převést data z "Drop Down" v typu "char" na typ
    %"double" a tyto hodnoty uložit do číselného pole.
    %K1
    %Kritérium
    X = str2double (app.Kritrium1DropDown.Value);
    if X == 1
        app.KEditField.Value = 9;
    elseif X == 2
        app.KEditField.Value = 7;
    elseif X == 3
        app.KEditField.Value = 5;
    elseif X == 4
        app.KEditField.Value = 3;
    else
        app.KEditField.Value = 1;
    end
    %Subkritéria
    %1
    X = str2double (app.SubkritriumXYZDropDown.Value);
    if X == 1
        app.sK1EditField.Value = 9;
    ...
    %K8
    X = str2double (app.Kritrium8DropDown.Value);
    ...
    %Subkritéria
    %8
    X = str2double (app.SubkritriumXYZDropDown_64.Value);
    if X == 1
        app.sK8EditField_8.Value = 9;
    elseif X == 2
        app.sK8EditField_8.Value = 7;
    elseif X == 3
        app.sK8EditField_8.Value = 5;
    elseif X == 4
        app.sK8EditField_8.Value = 3;
    else
        app.sK8EditField_8.Value = 1;
    end

```

**Obrázek 43:** Odvození sil preferencí – kód část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Název_Řádek_Sloupec; X = K řádku, Y = K sloupce, Z = výstup funkce
%ŘÁDEK 1
X = app.KEditField.Value;
K_1_1 = 1;

Y = app.KEditField_2.Value;
if X-Y+1<0
    Z = -1/(X-Y-1);
else
    Z = X-Y+1;
end
K_1_2 = Z;

Y = app.KEditField_3.Value;
if X-Y+1<0
    Z = -1/(X-Y-1);
else
    Z = X-Y+1;
end
K_1_3 = Z;
...
%ŘÁDEK 2
X = app.KEditField_2.Value;
Y = app.KEditField.Value;
if X-Y+1<0
    Z = -1/(X-Y-1);
else
    Z = X-Y+1;
end
K_2_1 = Z;

K_2_2 = 1;
Y = app.KEditField_3.Value;
if X-Y+1<0
...
K_2_3 = Z;
...
K_8_7 = Z;
K_8_8 = 1;

```

**Obrázek 44:** Odvození sil preferencí – kód část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Hodnoty RI podle Wharton
    R1 = 0.0000000000000001;
    R2 = 0.0000000000000001;
    R3 = 0.58;
    R4 = 0.9;
    R5 = 1.12;
    R6 = 1.24;
    R7 = 1.32;
    R8 = 1.41;
%Počet kritérií a dle toho výpočet vah (pK)
% geoX = geometrický průměr řádku X. Nejdříve
se vytvoří pole, poté se z něj %vypočte geom.pr.
pK = app.INVISIBLEEditField.Value;
geo3 = 0;
geo4 = 0;
geo5 = 0;
geo6 = 0;
geo7 = 0;
geo8 = 0;
if pK<3
    geo1 = [K_1_1 K_1_2];
    geo1 = geomean(geo1);
    geo2 = [K_2_1 K_2_2];
    geo2 = geomean(geo2);
    M=[K_1_1 K_1_2;
        K_2_1 K_2_2];
    RI = RI2;
elseif pK<4
    geo1 = [K_1_1 K_1_2 K_1_3];
    geo1 = geomean(geo1);
    geo2 = [K_2_1 K_2_2 K_2_3];
    geo2 = geomean(geo2);
    geo3 = [K_3_1 K_3_2 K_3_3];
    geo3 = geomean(geo3);
    M=[K_1_1 K_1_2 K_1_3;
        K_2_1 K_2_2 K_2_3;
        K_3_1 K_3_2 K_3_3];
    RI = RI3;
...

```

**Obrázek 45:** Výpočet CR a stanovení vah kritérií a subkritérií – kód – část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

else
    geo1 = [K_1_1 K_1_2 K_1_3 K_1_4 K_1_5 K_1_6 K_1_7 K_1_8];
    geo1 = geomean(geo1);
    geo2 = [K_2_1 K_2_2 K_2_3 K_2_4 K_2_5 K_2_6 K_2_7 K_2_8];
    geo2 = geomean(geo2);
    geo3 = [K_3_1 K_3_2 K_3_3 K_3_4 K_3_5 K_3_6 K_3_7 K_3_8];
    geo3 = geomean(geo3);
    geo4 = [K_4_1 K_4_2 K_4_3 K_4_4 K_4_5 K_4_6 K_4_7 K_4_8];
    geo4 = geomean(geo4);
    geo5 = [K_5_1 K_5_2 K_5_3 K_5_4 K_5_5 K_5_6 K_5_7 K_5_8];
    geo5 = geomean(geo5);
    geo6 = [K_6_1 K_6_2 K_6_3 K_6_4 K_6_5 K_6_6 K_6_7 K_6_8];
    geo6 = geomean(geo6);
    geo7 = [K_7_1 K_7_2 K_7_3 K_7_4 K_7_5 K_7_6 K_7_7 K_7_8];
    geo7 = geomean(geo7);
    geo8 = [K_8_1 K_8_2 K_8_3 K_8_4 K_8_5 K_8_6 K_8_7 K_8_8];
    geo8 = geomean(geo8);
    M=[K_1_1 K_1_2 K_1_3 K_1_4 K_1_5 K_1_6 K_1_7 K_1_8;
        K_2_1 K_2_2 K_2_3 K_2_4 K_2_5 K_2_6 K_2_7 K_2_8;
        K_3_1 K_3_2 K_3_3 K_3_4 K_3_5 K_3_6 K_3_7 K_3_8;
        K_4_1 K_4_2 K_4_3 K_4_4 K_4_5 K_4_6 K_4_7 K_4_8;
        K_5_1 K_5_2 K_5_3 K_5_4 K_5_5 K_5_6 K_5_7 K_5_8;
        K_6_1 K_6_2 K_6_3 K_6_4 K_6_5 K_6_6 K_6_7 K_6_8;
        K_7_1 K_7_2 K_7_3 K_7_4 K_7_5 K_7_6 K_7_7 K_7_8;
        K_8_1 K_8_2 K_8_3 K_8_4 K_8_5 K_8_6 K_8_7 K_8_8];
    RI = RI8;
end
geosum = geo1+geo2+geo3+geo4+geo5+geo6+geo7+geo8;
if geo2 == 999999999999
    geo2 = 0;
end

```

**Obrázek 46:** Výpočet CR a stanovení vah kritérií a subkritérií – kód – část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*



```

%Váhy
app.vK1EditField.Value=geo1/geosum;
app.vK2EditField.Value=geo2/geosum;
app.vK3EditField.Value=geo3/geosum;
app.vK4EditField.Value=geo4/geosum;
app.vK5EditField.Value=geo5/geosum;
app.vK6EditField.Value=geo6/geosum;
app.vK7EditField.Value=geo7/geosum;
app.vK8EditField.Value=geo8/geosum;

%CR
lambda=eig(M);
lambda=max(lambda);
CI=(lambda-pK)/(pK-1);
CR=CI/RI;
app.HODNOTACRK0JE25Label.Text = "Hodnota CR je: " + string (CR);
app.HODNOTACRK0JE25Label.Visible = 'on';

```

**Obrázek 47:** Výpočet CR a stanovení vah kritérií a subkritérií – kód – část 3.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

Předposlední společnou aplikací pro obě metody je aplikace, která se spustí v kořenových aplikacích tlačítkem „*Názvy alternativ*“. Tato aplikace je velmi podobná aplikaci „*Názvy kritérií a počet subkritérií*“, kdy se zobrazí jen nutné komponenty v závislosti na počtu uživatelem zvolených alternativ v kořenové aplikaci. Jak tato aplikace vypadá je zobrazeno na následujícím obrázku 48. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

Alternativa 1	Alternativa 1
Alternativa 2	Alternativa 2
Alternativa 3	Alternativa 3
Alternativa 4	Alternativa 4
Alternativa 5	Alternativa 5
Alternativa 6	Alternativa 6
Alternativa 7	Alternativa 7
Alternativa 8	Alternativa 8

Uložit a zavřít

**Obrázek 48:** Aplikace - Názvy alternativ

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d)*

Poslední společnou aplikací je „Zobrazit názvy alternativ“. Tato aplikace se spouští z hlavní aplikace a zobrazuje názvy alternativ, které jim uživatel přiřadil. Důvodem vzniku této aplikace byla neschopnost měnit názvy prvků v ose x prostřednictvím příkazů tak, aby se měnila v závislosti na datech v editovatelném poli. Účel této aplikace je tedy být legendou u grafů. Jak tato aplikace vypadá je zobrazeno na následujícím obrázku 49. V aplikaci se zobrazí pouze nutné komponenty v závislosti na uživateli zvoleném množství alternativ. Popisky jsou změněny podle uživatelových vstupů. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

ALTERNATIVA 1:	ALTERNATIVA 1 - NÁZEV
ALTERNATIVA 2:	ALTERNATIVA 2 - NÁZEV
ALTERNATIVA 3:	ALTERNATIVA 3 - NÁZEV
ALTERNATIVA 4:	ALTERNATIVA 4 - NÁZEV
ALTERNATIVA 5:	ALTERNATIVA 5 - NÁZEV
ALTERNATIVA 6:	ALTERNATIVA 6 - NÁZEV
ALTERNATIVA 7:	ALTERNATIVA 7 - NÁZEV
ALTERNATIVA 8:	ALTERNATIVA 8 - NÁZEV

**Obrázek 49:** Aplikace - Zobrazit názvy alternativ

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

### 5.2.2. Odlišné aplikace

Dále je vhodné uvést tlačítka, která mají pro metody TOPSIS i Saatyho metodu stejné názvy a velmi podobné výstupy. Jedná se tlačítka pod popiskem „Výsledky“. Konkrétně se jedná o následující tlačítka:

- Konečné ohodnocení,
- Kritéria,
- Kritérium 1 až Kritérium 8.

Tlačítko „Konečné ohodnocení“ zobrazí uživateli graf s konečným ohodnocením alternativ. Alternativa s nejvyšší hodnotou by měla být podle dané metody nejvhodnější. Tlačítko „Kritéria“ ukáže uživateli graf, kde bude vidět výsledná hodnota váhy kritéria, bylo-li dílně ohodnoceno, jinak má 0 hodnotu. Posledních 8 tlačítek („Kritérium 1“ až „Kritérium 8“) Zobrazí uživateli graf, jak moc jaké subkritérium v rámci daného kritéria přispělo daným alternativám. Počet zpřístupněných tlačítek je závislý na počtu zadaných kritérií. Tyto aplikace budou detailně popsány v následujících podkapitolách. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

### 5.3. Saatyho metoda

Pokud si uživatel zvolil Saatyho metodu, tak doteď na jeho volbě nezáleželo. Nicméně nyní pro dílčí ohodnocení alternativ a konečné ohodnocení je nutné metody TOPSIS a Saatyho metodu rozdělit. Konečné ohodnocení se příliš neliší, ale i přesto bylo usouzeno, že by bylo vhodné je rozdělit.

#### 5.3.1. Dílčí ohodnocení alternativ

Dílčí ohodnocení alternativ je velmi obdobné jako stanovení vah kritérií. Postup pro výpočet je obdobný jako v aplikaci „*Váhy kritérií a subkritérií*“, tudíž není nutné ukázkou kódu již uvádět. Nicméně ukázkou aplikace dílčího ohodnocení pro každé kritérium vypadá, je znázorněna na následujícím obrázku 50, kde je vyfocena aplikace pro dílčí ohodnocení alternativ v rámci kritéria 1. Tato aplikace se spustí v kořenové aplikaci kliknutím na tlačítko „*Kritérium 1*“ pod popiskem „*Ohodnocení alternativ*“. V aplikaci se zobrazí pouze nutná kritéria v závislosti na uživateli zvoleným množstvím kritérií a jejich subkritérií a množstvím alternativ. Popisky jsou změněny podle uživatelských vstupů. Pokud má kritérium subkritéria, komponent pro ohodnocení kritéria se nezobrazí. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

Oznámujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

Kritérium	Subkritérium 1	Subkritérium 2
Alternativa1	1	1
Alternativa2	1	1
Alternativa3	1	1
Alternativa4	1	1
Alternativa5	1	1
Alternativa6	1	1
Alternativa7	1	1
Alternativa8	1	1

Subkritérium 3	Subkritérium 4	Subkritérium 5
Alternativa1	1	1
Alternativa2	1	1
Alternativa3	1	1
Alternativa4	1	1
Alternativa5	1	1
Alternativa6	1	1
Alternativa7	1	1
Alternativa8	1	1

Subkritérium 6	Subkritérium 7	Subkritérium 8
Alternativa1	1	1
Alternativa2	1	1
Alternativa3	1	1
Alternativa4	1	1
Alternativa5	1	1
Alternativa6	1	1
Alternativa7	1	1
Alternativa8	1	1

Vypočti CR  
Uložit a zavřít

**Obrázek 50:** Aplikace - Dílčí ohodnocení alternativ - K1

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

### 5.3.2. Konečné ohodnocení alternativ

Konečné ohodnocení alternativ probíhá v rámci kořenové aplikace (main\_S) po kliknutí na jedno z tlačítek pod popiskem výsledky, kromě tlačítka „Zobrazit názvy alternativ“. Ukázka kódu, který je spuštěn zmáčknutím tlačítka „Konečné ohodnocení“ je zobrazeno na obrázku 51, 52 a 53. Při kliknutí

na tlačítko „Kritéria“ je zobrazeno na obrázku 54 a 55. Co se stane při kliknutí na tlačítko „Kritérium 1“ je na obrázku 56 a 57. Skripty pro „Kritérium 2“ až „Kritérium 8“ jsou obdobné. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

```

%Výpočet hodnot vah
    %Výsledná váha = váha kritéria * váha kritéria pro danou alternativu + (8x)
%[suma 8x] váha subkritéria * váha subkritéria pro danou alternativu
    %K1
    app.vv1EditField.Value = app.KvEditField.Value * app.KvEditField_9.Value +
    app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_9.Value + app.sKv1EditField_2.Value *
    app.sKv2EditField_9.Value + app.sKv1EditField_3.Value * app.sKv3EditField_9.Value
    + app.sKv1EditField_4.Value * app.sKv4EditField_9.Value +
    app.sKv1EditField_5.Value * app.sKv5EditField_9.Value + app.sKv1EditField_6.Value
    * app.sKv6EditField_9.Value + app.sKv1EditField_7.Value *
    app.sKv7EditField_9.Value + app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_9.Value;
    app.vv1EditField_2.Value = app.KvEditField.Value * app.KvEditField_10.Value
    + app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_10.Value + app.sKv1EditField_2.Value
    * app.sKv2EditField_10.Value + app.sKv1EditField_3.Value *
    app.sKv3EditField_10.Value + app.sKv1EditField_4.Value *
    app.sKv4EditField_10.Value + app.sKv1EditField_5.Value *
    app.sKv5EditField_10.Value + app.sKv1EditField_6.Value *
    app.sKv6EditField_10.Value + app.sKv1EditField_7.Value *
    app.sKv7EditField_10.Value + app.sKv1EditField_8.Value *
    app.sKv8EditField_10.Value;
    ...
    %K8
    ...
    app.vv8EditField_8.Value = app.KvEditField_8.Value * app.KvEditField_72.Value +
    app.sKv8EditField.Value * app.sKv1EditField_72.Value + app.sKv8EditField_2.Value *
    app.sKv2EditField_72.Value + app.sKv8EditField_3.Value *
    app.sKv3EditField_72.Value + app.sKv8EditField_4.Value *
    app.sKv4EditField_72.Value + app.sKv8EditField_5.Value *
    app.sKv5EditField_72.Value + app.sKv8EditField_6.Value *
    app.sKv6EditField_72.Value + app.sKv8EditField_7.Value *
    app.sKv7EditField_72.Value + app.sKv8EditField_8.Value *
    app.sKv8EditField_72.Value;

```

**Obrázek 51:** Konečné ohodnocení - Saatyho metoda část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Hodnoty pro normalizaci
    soucet = app.vv1EditField.Value +app.vv1EditField_2.Value
+app.vv1EditField_3.Value +app.vv1EditField_4.Value +app.vv1EditField_5.Value
+app.vv1EditField_6.Value +app.vv1EditField_7.Value +app.vv1EditField_8.Value ...
    +app.vv2EditField.Value +app.vv2EditField_2.Value
+app.vv2EditField_3.Value +app.vv2EditField_4.Value +app.vv2EditField_5.Value
+app.vv2EditField_6.Value +app.vv2EditField_7.Value +app.vv2EditField_8.Value ...
    +app.vv3EditField.Value +app.vv3EditField_2.Value
+app.vv3EditField_3.Value +app.vv3EditField_4.Value +app.vv3EditField_5.Value
+app.vv3EditField_6.Value +app.vv3EditField_7.Value +app.vv3EditField_8.Value ...
    +app.vv4EditField.Value +app.vv4EditField_2.Value
+app.vv4EditField_3.Value +app.vv4EditField_4.Value +app.vv4EditField_5.Value
+app.vv4EditField_6.Value +app.vv4EditField_7.Value +app.vv4EditField_8.Value ...
    +app.vv5EditField.Value +app.vv5EditField_2.Value
+app.vv5EditField_3.Value +app.vv5EditField_4.Value +app.vv5EditField_5.Value
+app.vv5EditField_6.Value +app.vv5EditField_7.Value +app.vv5EditField_8.Value ...
    +app.vv6EditField.Value +app.vv6EditField_2.Value
+app.vv6EditField_3.Value +app.vv6EditField_4.Value +app.vv6EditField_5.Value
+app.vv6EditField_6.Value +app.vv6EditField_7.Value +app.vv6EditField_8.Value ...
    +app.vv7EditField.Value +app.vv7EditField_2.Value
+app.vv7EditField_3.Value +app.vv7EditField_4.Value +app.vv7EditField_5.Value
+app.vv7EditField_6.Value +app.vv7EditField_7.Value +app.vv7EditField_8.Value ...
    +app.vv8EditField.Value +app.vv8EditField_2.Value
+app.vv8EditField_3.Value +app.vv8EditField_4.Value +app.vv8EditField_5.Value
+app.vv8EditField_6.Value +app.vv8EditField_7.Value +app.vv8EditField_8.Value;
    if soucet == 0
        soucet =1;
    end

    % Hodnoty vah - přiřazení a normalizace
    V1_1 = app.vv1EditField.Value / soucet;
    V1_2 = app.vv1EditField_2.Value / soucet;
    ...
    V8_7 = app.vv8EditField_7.Value / soucet;
    V8_8 = app.vv8EditField_8.Value / soucet;

```

**Obrázek 52:** Konečné ohodnocení - Saatyho metoda část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Názvy kategorií
X = categorical({'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa 4',
'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
%Seřazení kategorií
X = reordercats(X,{'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa
4', 'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
Y = [V1_1 V2_1 V3_1 V4_1 V5_1 V6_1 V7_1 V8_1;...
V1_2 V2_2 V3_2 V4_2 V5_2 V6_2 V7_2 V8_2;...
V1_3 V2_3 V3_3 V4_3 V5_3 V6_3 V7_3 V8_3;...
V1_4 V2_4 V3_4 V4_4 V5_4 V6_4 V7_4 V8_4;...
V1_5 V2_5 V3_5 V4_5 V5_5 V6_5 V7_5 V8_5;...
V1_6 V2_6 V3_6 V4_6 V5_6 V6_6 V7_6 V8_6;...
V1_7 V2_7 V3_7 V4_7 V5_7 V6_7 V7_7 V8_7;...
V1_8 V2_8 V3_8 V4_8 V5_8 V6_8 V7_8 V8_8];
b = bar(X,Y,'stacked');
%Popisky složeného grafu, dle části grafu - 1. = první část každého sloupcového
%grafu, 2. = druhá...
if app.PoetkritriSpinner.Value == 8

xtips1 = b(1).XEndPoints;
ytips1 = b(1).YEndPoints;
labels1 = string(b(1).YData) + ' ' + app.TextArea.Value;
text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
'VerticalAlignment','bottom')
...
xtips8 = b(8).XEndPoints;
ytips8 = b(8).YEndPoints;
labels8 = string(b(8).YData) + ' ' + app.TextArea8.Value;
text(xtips8,ytips8,labels8,'HorizontalAlignment','center',...
'VerticalAlignment','bottom')
...
elseif app.PoetkritriSpinner.Value == 1

xtips1 = b(1).XEndPoints;
ytips1 = b(1).YEndPoints;
labels1 = string(b(1).YData) + ' ' + app.TextArea.Value;
text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
'VerticalAlignment','bottom')
end

```

**Obrázek 53:** Konečné ohodnocení - Saatyho metoda část 3.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*



```

%Výsledná váha =   váha kritéria * váha kritéria pro danou alternativu
    %K1
    app.vv1EditField.Value = app.KvEditField.Value * app.KvEditField_9.Value;
    app.vv1EditField_2.Value = app.KvEditField.Value * app.KvEditField_10.Value;
    ...
    %K8
    ...
    app.vv8EditField_8.Value = app.KvEditField_8.Value *
app.KvEditField_72.Value;
% Hodnoty vah - přiřazení
    V1_1 = app.vv1EditField.Value;
    V1_2 = app.vv1EditField_2.Value;
    ...
    V8_7 = app.vv8EditField_7.Value;
    V8_8 = app.vv8EditField_8.Value;
%Názvy kategorií
    X = categorical({'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa 4',
'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
    %Seřazení kategorií
    X = reordercats(X,{'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa
4', 'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
Y = [V1_1 V2_1 V3_1 V4_1 V5_1 V6_1 V7_1 V8_1;...
    V1_2 V2_2 V3_2 V4_2 V5_2 V6_2 V7_2 V8_2;...
    V1_3 V2_3 V3_3 V4_3 V5_3 V6_3 V7_3 V8_3;...
    V1_4 V2_4 V3_4 V4_4 V5_4 V6_4 V7_4 V8_4;...
    V1_5 V2_5 V3_5 V4_5 V5_5 V6_5 V7_5 V8_5;...
    V1_6 V2_6 V3_6 V4_6 V5_6 V6_6 V7_6 V8_6;...
    V1_7 V2_7 V3_7 V4_7 V5_7 V6_7 V7_7 V8_7;...
    V1_8 V2_8 V3_8 V4_8 V5_8 V6_8 V7_8 V8_8];

```

**Obrázek 54:** Kritéria - Saatyho metoda část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

b = bar(X,Y,'stacked');

if app.PoetkritriSpinner.Value == 8
    xtips1 = b(1).XEndPoints;
    ytips1 = b(1).YEndPoints;
    labels1 = string(b(1).YData) + ' ' + app.TextArea.Value;
    text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
    xtips2 = b(2).XEndPoints;
    ytips2 = b(2).YEndPoints;
    labels2 = string(b(2).YData) + ' ' + app.TextArea2.Value;
    text(xtips2,ytips2,labels2,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
    ...
    xtips8 = b(8).XEndPoints;
    ytips8 = b(8).YEndPoints;
    labels8 = string(b(8).YData) + ' ' + app.TextArea8.Value;
    text(xtips8,ytips8,labels8,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
    ...
elseif app.PoetkritriSpinner.Value == 1

    xtips1 = b(1).XEndPoints;
    ytips1 = b(1).YEndPoints;
    labels1 = string(b(1).YData) + ' ' + app.TextArea.Value;
    text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
end

```

**Obrázek 55:** Kritéria - Saatyho metoda část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Výsledná váha = váha subkritéria * váha subkritéria pro danou alternativu
%sk1
app.vv1EditField.Value = app.sKv1EditField.Value *
app.sKv1EditField_9.Value;
app.vv1EditField_2.Value = app.sKv1EditField.Value *
app.sKv1EditField_10.Value;
...
%sk8
...
app.vv8EditField_7.Value = app.sKv1EditField_8.Value *
app.sKv8EditField_15.Value;
app.vv8EditField_8.Value = app.sKv1EditField_8.Value *
app.sKv8EditField_16.Value;
% Hodnoty vah - přiřazení
V1_1 = app.vv1EditField.Value;
V1_2 = app.vv1EditField_2.Value;
...
V8_7 = app.vv8EditField_7.Value;
V8_8 = app.vv8EditField_8.Value;
%Názvy kategorií
X = categorical({'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa 4',
'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
%Seřazení kategorií
X = reordercats(X,{'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa
4', 'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
Y = [V1_1 V2_1 V3_1 V4_1 V5_1 V6_1 V7_1 V8_1;...
V1_2 V2_2 V3_2 V4_2 V5_2 V6_2 V7_2 V8_2;...
V1_3 V2_3 V3_3 V4_3 V5_3 V6_3 V7_3 V8_3;...
V1_4 V2_4 V3_4 V4_4 V5_4 V6_4 V7_4 V8_4;...
V1_5 V2_5 V3_5 V4_5 V5_5 V6_5 V7_5 V8_5;...
V1_6 V2_6 V3_6 V4_6 V5_6 V6_6 V7_6 V8_6;...
V1_7 V2_7 V3_7 V4_7 V5_7 V6_7 V7_7 V8_7;...
V1_8 V2_8 V3_8 V4_8 V5_8 V6_8 V7_8 V8_8];

```

**Obrázek 56:** Kritérium1 - Saatyho metoda část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

b = bar(X,Y,'stacked');

    if app.EditField.Value == 8

        xtips1 = b(1).XEndPoints;
        ytips1 = b(1).YEndPoints;
        labels1 = string(b(1).YData) + '' + app.TextArea_2.Value;
        text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
            'VerticalAlignment','bottom')
        xtips2 = b(2).XEndPoints;
        ytips2 = b(2).YEndPoints;
        labels2 = string(b(2).YData) + '' + app.TextArea2_2.Value;
        text(xtips2,ytips2,labels2,'HorizontalAlignment','center',...
            'VerticalAlignment','bottom')
        ...
        xtips8 = b(8).XEndPoints;
        ytips8 = b(8).YEndPoints;
        labels8 = string(b(8).YData) + '' + app.TextArea8_2.Value;
        text(xtips8,ytips8,labels8,'HorizontalAlignment','center',...
            'VerticalAlignment','bottom')
        ...
    elseif app.EditField.Value == 1

        xtips1 = b(1).XEndPoints;
        ytips1 = b(1).YEndPoints;
        labels1 = string(b(1).YData) + '' + app.TextArea_2.Value;
        text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
            'VerticalAlignment','bottom')
    end

```

**Obrázek 57:** Kritérium1 - Saatyho metoda část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

#### 5.4. TOPSIS metoda

Při volbě TOPSIS metody v úvodní aplikaci uživatel projde společnými aplikacemi, které byly popsány v podkapitole 5.2.1. a kořenovou aplikací pro metodu TOPSIS (main\_T). Stejně jako v podkapitole pro Saatyho metodu budou v této podkapitole předvedeny aplikace a části kódu, které jsou od druhé metody odlišné.

V této podkapitole budou popsány aplikace, které se v metodě TOPSIS liší. Hlavní aplikace pro TOPSIS metodu obsahuje pod popiskem „Výsledky“ tlačítko „Vypočítat“. Toto tlačítko je pro kořenovou aplikaci TOPSIS jedinečné a bude dále popsáno. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d).

#### **5.4.1. Dílčí ohodnocení alternativ**

Výpočet dílčího ohodnocení alternativ probíhá v rámci metody TOPSIS naprosto odlišně od Saatyho metody. Ukázka jak aplikace dílčího ohodnocení pro každé kritérium vypadá, je znázorněna na následujícím obrázku 58, kde je vyfocena aplikace pro dílčí ohodnocení alternativ v rámci kritéria 1. Tato aplikace se spustí v kořenové aplikaci kliknutím na tlačítko „Kritérium 1“ pod popiskem „Ohodnocení alternativ“. V aplikaci se zobrazí pouze nutná kritéria v závislosti na uživateli zvoleným množství kritérií a jejich subkritérií a množství alternativ. Popisky jsou změněny podle uživatelských vstupů. Pokud má kritérium subkritéria, komponent pro ohodnocení kritéria se nezobrazí. Lze podotknout, že tato aplikace má použity jiné komponenty na uživatelské vstupy. Nejprve by měl uživatel vybrat, zda-li jsou zadané hodnoty do číselných editovatelných polí v danou sloupci preferována vysoké či nízké. Dále uživatel zadává hodnoty do číselných editovatelných polí. Tyto hodnoty nemusí být odvozeny za použití bodové stupnice, nýbrž tam mohou být napsána konkrétní čísla, například cena apod. Ukázka programového řešení rovnice (3), kde se počítá normalizované ohodnocení je uvedeno na obrázku 59, 60 a 61. Dále na obrázku 62 je zobrazeno uložení volby, zda-li je preferována vysoká (0) či nízká (1) hodnota do číselného editovatelného pole a odeslání dat do kořenové aplikace. Nakonec se aplikace zavře. Kód je spuštěn po kliknutí na tlačítko „Uložit a zavřít“. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty".  
V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

Kritérium		Subkritérium 1		Subkritérium 2	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Alternativa1	0	Alternativa1	0	Alternativa1	0
Alternativa2	0	Alternativa2	0	Alternativa2	0
Alternativa3	0	Alternativa3	0	Alternativa3	0
Alternativa4	0	Alternativa4	0	Alternativa4	0
Alternativa5	0	Alternativa5	0	Alternativa5	0
Alternativa6	0	Alternativa6	0	Alternativa6	0
Alternativa7	0	Alternativa7	0	Alternativa7	0
Alternativa8	0	Alternativa8	0	Alternativa8	0

Subkritérium 3		Subkritérium 4		Subkritérium 5	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Alternativa1	0	Alternativa1	0	Alternativa1	0
Alternativa2	0	Alternativa2	0	Alternativa2	0
Alternativa3	0	Alternativa3	0	Alternativa3	0
Alternativa4	0	Alternativa4	0	Alternativa4	0
Alternativa5	0	Alternativa5	0	Alternativa5	0
Alternativa6	0	Alternativa6	0	Alternativa6	0
Alternativa7	0	Alternativa7	0	Alternativa7	0
Alternativa8	0	Alternativa8	0	Alternativa8	0

Subkritérium 6		Subkritérium 7		Subkritérium 8	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Alternativa1	0	Alternativa1	0	Alternativa1	0
Alternativa2	0	Alternativa2	0	Alternativa2	0
Alternativa3	0	Alternativa3	0	Alternativa3	0
Alternativa4	0	Alternativa4	0	Alternativa4	0
Alternativa5	0	Alternativa5	0	Alternativa5	0
Alternativa6	0	Alternativa6	0	Alternativa6	0
Alternativa7	0	Alternativa7	0	Alternativa7	0
Alternativa8	0	Alternativa8	0	Alternativa8	0

Uložit a zavřít

**Obrázek 58:** Aplikace - Dílčí ohodnocení alternativ - K1 – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%K
X =
[app.Alternativa1EditField.Value,app.Alternativa2EditField.Value,app.Alternativa3EditField.Value,app.Alternativa4EditField.Value,app.Alternativa5EditField.Value,app.Alternativa6EditField.Value,app.Alternativa7EditField.Value,app.Alternativa8EditField.Value];
mocnina = X.^2;
soucet = sum(mocnina);
jmenovatel = sqrt(soucet);
if jmenovatel == 0
app.vK1EditField.Value=0;
app.vK2EditField.Value=0;
app.vK3EditField.Value=0;
app.vK4EditField.Value=0;
app.vK5EditField.Value=0;
app.vK6EditField.Value=0;
app.vK7EditField.Value=0;
app.vK8EditField.Value=0;
else
app.vK1EditField.Value=app.Alternativa1EditField.Value/jmenovatel;
app.vK2EditField.Value=app.Alternativa2EditField.Value/jmenovatel;
app.vK3EditField.Value=app.Alternativa3EditField.Value/jmenovatel;
app.vK4EditField.Value=app.Alternativa4EditField.Value/jmenovatel;
app.vK5EditField.Value=app.Alternativa5EditField.Value/jmenovatel;
app.vK6EditField.Value=app.Alternativa6EditField.Value/jmenovatel;
app.vK7EditField.Value=app.Alternativa7EditField.Value/jmenovatel;
app.vK8EditField.Value=app.Alternativa8EditField.Value/jmenovatel;
end
% Pokud je počet subkritérií >0, tak ulož váhu dílčího ohodnocení pro kritéria = 0
if app.INVISIBLEEditField_2.Value >0
app.vK1EditField.Value=0;
app.vK2EditField.Value=0;
app.vK3EditField.Value=0;
app.vK4EditField.Value=0;
app.vK5EditField.Value=0;
app.vK6EditField.Value=0;
app.vK7EditField.Value=0;
app.vK8EditField.Value=0;
end

```

**Obrázek 59:** Výpočet normalizovaného ohodnocení - TOPSIS - část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%sK1
X =
[app.Alternativa1EditField_2.Value,app.Alternativa2EditField_2.Value,app.Alternativa3EditField_2.Value,app.Alternativa4EditField_2.Value,app.Alternativa5EditField_2.Value,app.Alternativa6EditField_2.Value,app.Alternativa7EditField_2.Value,app.Alternativa8EditField_2.Value];
mocnina = X.^2;
soucet = sum(mocnina);
jmenovatel = sqrt(soucet);
if jmenovatel == 0
app.vsK1_1EditField.Value=0;
app.vsK1_2EditField.Value=0;
app.vsK1_3EditField.Value=0;
app.vsK1_4EditField.Value=0;
app.vsK1_5EditField.Value=0;
app.vsK1_6EditField.Value=0;
app.vsK1_7EditField.Value=0;
app.vsK1_8EditField.Value=0;
else
app.vsK1_1EditField.Value=app.Alternativa1EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_2EditField.Value=app.Alternativa2EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_3EditField.Value=app.Alternativa3EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_4EditField.Value=app.Alternativa4EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_5EditField.Value=app.Alternativa5EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_6EditField.Value=app.Alternativa6EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_7EditField.Value=app.Alternativa7EditField_2.Value/jmenovatel;
app.vsK1_8EditField.Value=app.Alternativa8EditField_2.Value/jmenovatel;
end
...
%sK8
X =
[app.Alternativa1EditField_9.Value,app.Alternativa2EditField_9.Value,app.Alternativa3EditField_9.Value,app.Alternativa4EditField_9.Value,app.Alternativa5EditField_9.Value,app.Alternativa6EditField_9.Value,app.Alternativa7EditField_9.Value,app.Alternativa8EditField_9.Value];
...
app.vsK8_7EditField.Value=app.Alternativa7EditField_9.Value/jmenovatel;
app.vsK8_8EditField.Value=app.Alternativa8EditField_9.Value/jmenovatel;
end

```

**Obrázek 60:** Výpočet normalizovaného ohodnocení - TOPSIS - část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*



```

%Změna ohodnocení dle počtu subkritérií
psK = app.INVISIBLEEditField_2.Value;
if psK <1
app.vsK1_1EditField.Value=0;
app.vsK1_2EditField.Value=0;
app.vsK1_3EditField.Value=0;
app.vsK1_4EditField.Value=0;
app.vsK1_5EditField.Value=0;
app.vsK1_6EditField.Value=0;
app.vsK1_7EditField.Value=0;
app.vsK1_8EditField.Value=0;
app.vsK2_1EditField.Value=0;
...
app.vsK8_8EditField.Value=0;
elseif psK<2
app.vsK2_1EditField.Value=0;
...
app.vsK8_8EditField.Value=0;
...
elseif psK<8
app.vsK8_1EditField.Value=0;
app.vsK8_2EditField.Value=0;
app.vsK8_3EditField.Value=0;
app.vsK8_4EditField.Value=0;
app.vsK8_5EditField.Value=0;
app.vsK8_6EditField.Value=0;
app.vsK8_7EditField.Value=0;
app.vsK8_8EditField.Value=0;
end

```

**Obrázek 61:** Výpočet normalizovaného ohodnocení - TOPSIS - část 3.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Určení hodnot MIN/MAX
if string(app.PreferenceDropDown.Value) == 'Vysoké hodnoty'
    app.MAXMINEditField.Value = 0;
else
    app.MAXMINEditField.Value = 1;
end
if string(app.PreferenceDropDown_2.Value) == 'Vysoké hodnoty'
    app.MAXMINEditField_2.Value = 0;
else
    app.MAXMINEditField_2.Value = 1;
end
...
if string(app.PreferenceDropDown_9.Value) == 'Vysoké hodnoty'
    app.MAXMINEditField_9.Value = 0;
else
    app.MAXMINEditField_9.Value = 1;
end

%PŘENOS DAT
%app,K1,K2,K3,K4,K5,K6,K7,K8
ulozvahyK1(app.CallingApp,app.vK1EditField.Value,app.vK2EditField.Value,app.vK3E
ditField.Value,app.vK4EditField.Value,app.vK5EditField.Value,app.vK6EditField.Value
,app.vK7EditField.Value,app.vK8EditField.Value);
%app,sK1_1,sK1_2,sK1_3,sK1_4,sK1_5,sK1_6,sK1_7,sK1_8
ulozvahyK1sK1(app.CallingApp,app.vsK1_1EditField.Value,app.vsK1_2EditField.Value
,app.vsK1_3EditField.Value,app.vsK1_4EditField.Value,app.vsK1_5EditField.Value,ap
p.vsK1_6EditField.Value,app.vsK1_7EditField.Value,app.vsK1_8EditField.Value);
...
%(app,MM1,MM1_1,MM1_2,MM1_3,MM1_4,MM1_5,MM1_6,MM1_7,MM1_8)
ulozMAX_MINK1(app.CallingApp,app.MAXMINEditField.Value,app.MAXMINEditField
_2.Value,app.MAXMINEditField_3.Value,app.MAXMINEditField_4.Value,app.MAXMI
NEditField_5.Value,app.MAXMINEditField_6.Value,app.MAXMINEditField_7.Value,a
pp.MAXMINEditField_8.Value,app.MAXMINEditField_9.Value);

%UKONČENÍ APLIKACE
delete(app)

```

**Obrázek 62:** TOPSIS – uložení preferovaných výší hodnot a přenos dat

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

#### 5.4.2. Konečné ohodnocení alternativ

Pro výpočet konečného ohodnocení alternativ stiskne uživatel v kořenové aplikaci (main\_T) tlačítko „Vypočítat“. Po stisknutí tohoto tlačítka se uživateli zpřístupní zbývající tlačítka pod popiskem „Výsledky“ podle počtu zadaných kritérií, toto je zobrazeno na obrázku 63. Následně bude ukázáno, jakým způsobem lze spočítat parametry pro subkritéria v rámci kritéria 1. Na obrázku 64 je zobrazen kód pro výpočet normalizovaného váženého ohodnocení a zatřídění těchto dat do matice „M“. Na obrázku 65 je ukázka kódu pro výpočet PIS a NIS. Na obrázku 66, 67 a 68 je ukázka kódu, jak byla spočítána euklidovská vzdálenost od nejlepších („Dk\_plus“) a nejhorších bodů („Dk\_minus“) řešení. Nakonec se vypočtou relativní vzdálenosti alternativ od bazálního řešení, které se uloží do číselného editovatelného pole s názvem podobným tomuto: „app.vv1EditField.Value“ („vv“ jako výsledná váha), toto je viditelné na obrázcích 66, 67 a 68. Po provedení tohoto kódu pro všech 8 subkritérií, a jednou pro dílně ohodnocená kritéria lze tyto hodnoty využít pro zobrazení výsledků, případně výpočet konečného ohodnocení, které je uvedeno jako součást kódu, který se provede po spuštění tlačítka „Konečné ohodnocení“. Část kódu, který toto vykoná při kliknutí na tlačítko „Konečné ohodnocení“ je zobrazena na obrázcích 69, 70 a 71. Při kliknutí na tlačítko „Kritéria“ se provede kód, který je uveden na obrázku 72 a po kliknutí na tlačítko „Kritérium 1“ na obrázku 73. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

```

%Dovol tlačítka s grafy podle počtu K (pK)
app.ZobrazitnzvyalternativButton.Enable = 'on';
app.KonenohodnocenButton.Enable = 'on';
app.KritriaButton.Enable = 'on';
app.Kritrium1Button_2.Enable = 'on';
app.Kritrium2Button_2.Enable = 'on';

if app.PoetkritriSpinner.Value == 3
    app.Kritrium3Button_2.Enable = 'on';
    app.Kritrium4Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium5Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium6Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium7Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium8Button_2.Enable = 'off';
elseif app.PoetkritriSpinner.Value == 4
    app.Kritrium3Button_2.Enable = 'on';
    app.Kritrium4Button_2.Enable = 'on';
    app.Kritrium5Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium6Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium7Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium8Button_2.Enable = 'off';
elseif app.PoetkritriSpinner.Value == 5
...
else
    app.Kritrium3Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium4Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium5Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium6Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium7Button_2.Enable = 'off';
    app.Kritrium8Button_2.Enable = 'off';
end

```

**Obrázek 63:** TOPSIS - zpřístupnění tlačítek

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%K1
%Výpočet normalizovaného váženého ohodnocení
    %normalizované vážené ohodnocení = váha subkritéria * váha
%subkritéria pro danou alternativu
    %sk1
    M1_1 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_9.Value;
    M1_2 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_10.Value;
    M1_3 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_11.Value;
    M1_4 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_12.Value;
    M1_5 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_13.Value;
    M1_6 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_14.Value;
    M1_7 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_15.Value;
    M1_8 = app.sKv1EditField.Value * app.sKv1EditField_16.Value;
    %sk2
    M2_1 = app.sKv1EditField_2.Value * app.sKv2EditField_9.Value;
    M2_2 = app.sKv1EditField_2.Value * app.sKv2EditField_10.Value;
    ...
    %sk8
    M8_1 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_9.Value;
    M8_2 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_10.Value;
    M8_3 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_11.Value;
    M8_4 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_12.Value;
    M8_5 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_13.Value;
    M8_6 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_14.Value;
    M8_7 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_15.Value;
    M8_8 = app.sKv1EditField_8.Value * app.sKv8EditField_16.Value;
%zatřídění do matice
    M=[M1_1, M1_2, M1_3, M1_4, M1_5, M1_6, M1_7, M1_8;
        M2_1, M2_2, M2_3, M2_4, M2_5, M2_6, M2_7, M2_8;
        M3_1, M3_2, M3_3, M3_4, M3_5, M3_6, M3_7, M3_8;
        M4_1, M4_2, M4_3, M4_4, M4_5, M4_6, M4_7, M4_8;
        M5_1, M5_2, M5_3, M5_4, M5_5, M5_6, M5_7, M5_8;
        M6_1, M6_2, M6_3, M6_4, M6_5, M6_6, M6_7, M6_8;
        M7_1, M7_2, M7_3, M7_4, M7_5, M7_6, M7_7, M7_8;
        M8_1, M8_2, M8_3, M8_4, M8_5, M8_6, M8_7, M8_8];

```

**Obrázek 64:** TOPSIS - normalizované vážené ohodnocení

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

% Musíme se omezit na výpočet pouze těch hodnot, které v matici
%jsou, jinak vyskočí chybová hláška. Nelze se odkazovat na prvky
%v matici, které tam NEJSOU !!!
%Redukce prvků ve vektorech dle počtu alternativ (M2)
    M2=M(:,1:app.PoetalternativSpinner.Value);
%Výpočet PIS a NIS dle preference hodnot
%Preference hodnot - 0 = MAX, 1 = MIN --> jiný výpočet PIS a NIS
    %sk1
    if app.max_minEditField_2.Value == 0
        PIS1 = max(M2(1,:));
        NIS1 = min(M2(1,:));
    else
        PIS1 = min(M2(1,:));
        NIS1 = max(M2(1,:));
    end
    %sk2
    if app.max_minEditField_3.Value == 0
        PIS2 = max(M2(2,:));
        NIS2 = min(M2(2,:));
    else
        PIS2 = min(M2(2,:));
        NIS2 = max(M2(2,:));
    end
    ...
    %sk8
    if app.max_minEditField_9.Value == 0
        PIS8 = max(M2(8,:));
        NIS8 = min(M2(8,:));
    else
        PIS8 = min(M2(8,:));
        NIS8 = max(M2(8,:));
    end

```

**Obrázek 65:** TOPSIS – PIS a NIS

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Pro předejití chyby, kdy by byla některá Dk nedefinována, je zde definuji: (1 a 2
%bude vždy definována (else))
    Dk_plus_3 = 0;
    Dk_minus_3 = 0;
    Dk_plus_4 = 0;
    Dk_minus_4 = 0;
    Dk_plus_5 = 0;
    Dk_minus_5 = 0;
    Dk_plus_6 = 0;
    Dk_minus_6 = 0;
    Dk_plus_7 = 0;
    Dk_minus_7 = 0;
    Dk_plus_8 = 0;
    Dk_minus_8 = 0;
    %Ochrana před dělením nulou a výpočet Ck + Výpočet
if app.PoetalternativSpinner.Value == 8
    Dk_plus_1 = sqrt(((M(1,1)-PIS1)^2)+((M(2,1)-PIS2)^2)+((M(3,1)-
PIS3)^2)+((M(4,1)-PIS4)^2)+((M(5,1)-PIS5)^2)+((M(6,1)-PIS6)^2)+((M(7,1)-
PIS7)^2)+((M(8,1)-PIS8)^2));
    Dk_minus_1 = sqrt(((M(1,1)-NIS1)^2)+((M(2,1)-NIS2)^2)+((M(3,1)-
NIS3)^2)+((M(4,1)-NIS4)^2)+((M(5,1)-NIS5)^2)+((M(6,1)-NIS6)^2)+((M(7,1)-
NIS7)^2)+((M(8,1)-NIS8)^2));
    if Dk_plus_1 + Dk_minus_1 == 0
        app.vv1EditField.Value=0;
    else
        app.vv1EditField.Value = Dk_minus_1/(Dk_plus_1 + Dk_minus_1);
    end
    Dk_plus_2 = sqrt(((M(1,2)-PIS1)^2)+((M(2,2)-PIS2)^2)+((M(3,2)-
PIS3)^2)+((M(4,2)-PIS4)^2)+((M(5,2)-PIS5)^2)+((M(6,2)-PIS6)^2)+((M(7,2)-
PIS7)^2)+((M(8,2)-PIS8)^2));
    Dk_minus_2 = sqrt(((M(1,2)-NIS1)^2)+((M(2,2)-NIS2)^2)+((M(3,2)-
NIS3)^2)+((M(4,2)-NIS4)^2)+((M(5,2)-NIS5)^2)+((M(6,2)-NIS6)^2)+((M(7,2)-
NIS7)^2)+((M(8,2)-NIS8)^2));
    if Dk_plus_2 + Dk_minus_2 == 0
        app.vv2EditField.Value=0;
    else
        app.vv2EditField.Value = Dk_minus_2/(Dk_plus_2 + Dk_minus_2);
    end
end
...

```

**Obrázek 66:** TOPSIS - výpočet euklidovských vzdáleností část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

Dk_plus_8 = sqrt(((M(1,8)-PIS1)^2)+((M(2,8)-PIS2)^2)+((M(3,8)-PIS3)^2)+((M(4,8)-
PIS4)^2)+((M(5,8)-PIS5)^2)+((M(6,8)-PIS6)^2)+((M(7,8)-PIS7)^2)+((M(8,8)-PIS8)^2));
Dk_minus_8 = sqrt(((M(1,8)-NIS1)^2)+((M(2,8)-NIS2)^2)+((M(3,8)-
NIS3)^2)+((M(4,8)-NIS4)^2)+((M(5,8)-NIS5)^2)+((M(6,8)-NIS6)^2)+((M(7,8)-
NIS7)^2)+((M(8,8)-NIS8)^2));
if Dk_plus_8 + Dk_minus_8 == 0
app.vv8EditField.Value=0;
else
app.vv8EditField.Value = Dk_minus_8/(Dk_plus_8 + Dk_minus_8);
end
elseif app.PoetalternativSpinner.Value == 7
Dk_plus_1 = sqrt(((M(1,1)-PIS1)^2)+((M(2,1)-PIS2)^2)+((M(3,1)-
PIS3)^2)+((M(4,1)-PIS4)^2)+((M(5,1)-PIS5)^2)+((M(6,1)-PIS6)^2)+((M(7,1)-
PIS7)^2)+((M(8,1)-PIS8)^2));
Dk_minus_1 = sqrt(((M(1,1)-NIS1)^2)+((M(2,1)-NIS2)^2)+((M(3,1)-
NIS3)^2)+((M(4,1)-NIS4)^2)+((M(5,1)-NIS5)^2)+((M(6,1)-NIS6)^2)+((M(7,1)-
NIS7)^2)+((M(8,1)-NIS8)^2));
if Dk_plus_1 + Dk_minus_1 == 0
app.vv1EditField.Value=0;
else
app.vv1EditField.Value = Dk_minus_1/(Dk_plus_1 + Dk_minus_1);
end
...
Dk_plus_7 = sqrt(((M(1,7)-PIS1)^2)+((M(2,7)-PIS2)^2)+((M(3,7)-PIS3)^2)+((M(4,7)-
PIS4)^2)+((M(5,7)-PIS5)^2)+((M(6,7)-PIS6)^2)+((M(7,7)-PIS7)^2)+((M(8,7)-PIS8)^2));
Dk_minus_7 = sqrt(((M(1,7)-NIS1)^2)+((M(2,7)-NIS2)^2)+((M(3,7)-
NIS3)^2)+((M(4,7)-NIS4)^2)+((M(5,7)-NIS5)^2)+((M(6,7)-NIS6)^2)+((M(7,7)-
NIS7)^2)+((M(8,7)-NIS8)^2));
if Dk_plus_7 + Dk_minus_7 == 0
app.vv7EditField.Value=0;
else
app.vv7EditField.Value = Dk_minus_7/(Dk_plus_7 + Dk_minus_7);
end
...

```

**Obrázek 67:** TOPSIS - výpočet euklidovských vzdáleností část 2.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*



```

else
    Dk_plus_1 = sqrt(((M(1,1)-PIS1)^2)+((M(2,1)-PIS2)^2)+((M(3,1)-
PIS3)^2)+((M(4,1)-PIS4)^2)+((M(5,1)-PIS5)^2)+((M(6,1)-PIS6)^2)+((M(7,1)-
PIS7)^2)+((M(8,1)-PIS8)^2));
    Dk_minus_1 = sqrt(((M(1,1)-NIS1)^2)+((M(2,1)-NIS2)^2)+((M(3,1)-
NIS3)^2)+((M(4,1)-NIS4)^2)+((M(5,1)-NIS5)^2)+((M(6,1)-NIS6)^2)+((M(7,1)-
NIS7)^2)+((M(8,1)-NIS8)^2));
    if Dk_plus_1 + Dk_minus_1 == 0
        app.vv1EditField.Value=0;
    else
        app.vv1EditField.Value = Dk_minus_1/(Dk_plus_1 + Dk_minus_1);
    end

    Dk_plus_2 = sqrt(((M(1,2)-PIS1)^2)+((M(2,2)-PIS2)^2)+((M(3,2)-
PIS3)^2)+((M(4,2)-PIS4)^2)+((M(5,2)-PIS5)^2)+((M(6,2)-PIS6)^2)+((M(7,2)-
PIS7)^2)+((M(8,2)-PIS8)^2));
    Dk_minus_2 = sqrt(((M(1,2)-NIS1)^2)+((M(2,2)-NIS2)^2)+((M(3,2)-
NIS3)^2)+((M(4,2)-NIS4)^2)+((M(5,2)-NIS5)^2)+((M(6,2)-NIS6)^2)+((M(7,2)-
NIS7)^2)+((M(8,2)-NIS8)^2));
    if Dk_plus_2 + Dk_minus_2 == 0
        app.vv2EditField.Value=0;
    else
        app.vv2EditField.Value = Dk_minus_2/(Dk_plus_2 + Dk_minus_2);
    end
end
end

```

**Obrázek 68:** TOPSIS - výpočet euklidovských vzdáleností část 3.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Výpočet hodnot vah
    %Výsledná váha =    výsledná váha kritéria
    %K
    V1_0 = app.kritEditField.Value;
    V2_0 = app.kritEditField_2.Value;
    V3_0 = app.kritEditField_3.Value;
    V4_0 = app.kritEditField_4.Value;
    V5_0 = app.kritEditField_5.Value;
    V6_0 = app.kritEditField_6.Value;
    V7_0 = app.kritEditField_7.Value;
    V8_0 = app.kritEditField_8.Value;
    %Výsledná váha = váha kritéria * výsledná váha subkritéria
%pro danou alternativu
    %K1
    V1_1 = app.KvEditField.Value * app.vv1EditField.Value;
    V1_2 = app.KvEditField.Value * app.vv2EditField.Value;
    V1_3 = app.KvEditField.Value * app.vv3EditField.Value;
    V1_4 = app.KvEditField.Value * app.vv4EditField.Value;
    V1_5 = app.KvEditField.Value * app.vv5EditField.Value;
    V1_6 = app.KvEditField.Value * app.vv6EditField.Value;
    V1_7 = app.KvEditField.Value * app.vv7EditField.Value;
    V1_8 = app.KvEditField.Value * app.vv8EditField.Value;
    %K2
    V2_1 = app.KvEditField_2.Value * app.vv1EditField_2.Value;
    ...
    %K8
    V8_1 = app.KvEditField_8.Value * app.vv1EditField_8.Value;
    ...
    V8_7 = app.KvEditField_8.Value * app.vv7EditField_8.Value;
    V8_8 = app.KvEditField_8.Value * app.vv8EditField_8.Value;

```

**Obrázek 69:** Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS část 1.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

%Hodnoty pro normalizaci
soucet = V1_0 +V2_0 +V3_0 +V4_0 +V5_0 +V6_0 +V7_0 +V8_0...
+V1_1 +V2_1 +V3_1 +V4_1 +V5_1 +V6_1 +V7_1 +V8_1...
+V1_2 +V2_2 +V3_2 +V4_2 +V5_2 +V6_2 +V7_2 +V8_2...
+V1_3 +V2_3 +V3_3 +V4_3 +V5_3 +V6_3 +V7_3 +V8_3...
+V1_4 +V2_4 +V3_4 +V4_4 +V5_4 +V6_4 +V7_4 +V8_4...
+V1_5 +V2_5 +V3_5 +V4_5 +V5_5 +V6_5 +V7_5 +V8_5...
+V1_6 +V2_6 +V3_6 +V4_6 +V5_6 +V6_6 +V7_6 +V8_6...
+V1_7 +V2_7 +V3_7 +V4_7 +V5_7 +V6_7 +V7_7 +V8_7...
+V1_8 +V2_8 +V3_8 +V4_8 +V5_8 +V6_8 +V7_8 +V8_8;
if soucet == 0
    soucet =1;
end
%Hodnoty vah - přiřazení a normalizace
V1_0 = V1_0 / soucet;
V2_0 = V2_0 / soucet;
...
V8_7 = V8_7 / soucet;
V8_8 = V8_8 / soucet;
Y = [V1_0 V1_1 V2_1 V3_1 V4_1 V5_1 V6_1 V7_1 V8_1;...
      V2_0 V1_2 V2_2 V3_2 V4_2 V5_2 V6_2 V7_2 V8_2;...
      V3_0 V1_3 V2_3 V3_3 V4_3 V5_3 V6_3 V7_3 V8_3;...
      V4_0 V1_4 V2_4 V3_4 V4_4 V5_4 V6_4 V7_4 V8_4;...
      V5_0 V1_5 V2_5 V3_5 V4_5 V5_5 V6_5 V7_5 V8_5;...
      V6_0 V1_6 V2_6 V3_6 V4_6 V5_6 V6_6 V7_6 V8_6;...
      V7_0 V1_7 V2_7 V3_7 V4_7 V5_7 V6_7 V7_7 V8_7;...
      V8_0 V1_8 V2_8 V3_8 V4_8 V5_8 V6_8 V7_8 V8_8];
X = categorical({'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa 4',
'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
X = reordercats(X,{'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3',
'Alternativa 4', 'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});

b = bar(X,Y,'stacked');

```

**Obrázek 70:** Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS část 2.

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).

```

if app.PoetkritriSpinner.Value == 8

    xtips1 = b(2).XEndPoints;
    ytips1 = b(2).YEndPoints;
    labels1 = string(b(2).YData) + ' ' + app.TextArea.Value;
    text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
    xtips2 = b(3).XEndPoints;
    ytips2 = b(3).YEndPoints;
    labels2 = string(b(3).YData) + ' ' + app.TextArea2.Value;
    text(xtips2,ytips2,labels2,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
    ...
xtips8 = b(9).XEndPoints;
    ytips8 = b(9).YEndPoints;
    labels8 = string(b(9).YData) + ' ' + app.TextArea8.Value;
    text(xtips8,ytips8,labels8,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
elseif app.PoetkritriSpinner.Value == 7
xtips1 = b(2).XEndPoints;
    ...
xtips7 = b(8).XEndPoints;
    ytips7 = b(8).YEndPoints;
    labels7 = string(b(8).YData) + ' ' + app.TextArea7.Value;
    text(xtips7,ytips7,labels7,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
    ...
elseif app.PoetkritriSpinner.Value == 1

    xtips1 = b(2).XEndPoints;
    ytips1 = b(2).YEndPoints;
    labels1 = string(b(2).YData) + ' ' + app.TextArea.Value;
    text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
        'VerticalAlignment','bottom')
end

```

**Obrázek 71:** Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS část 3.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

X = categorical({'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa 4',
'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
X = reordercats(X,{'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3',
'Alternativa 4', 'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});

Y=[app.kritEditField.Value, app.kritEditField_2.Value,
app.kritEditField_3.Value, app.kritEditField_4.Value, app.kritEditField_5.Value,
app.kritEditField_6.Value, app.kritEditField_7.Value, app.kritEditField_8.Value];
b = bar(X,Y,'stacked');
xtips1 = b(1).XEndPoints;
ytips1 = b(1).YEndPoints;
labels1 = string(b(1).YData) + ' Kriteria';
text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
'VerticalAlignment','bottom')

```

**Obrázek 72:** Kriteria – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

```

X = categorical({'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3', 'Alternativa 4',
'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});
X = reordercats(X,{'Alternativa 1', 'Alternativa 2', 'Alternativa 3',
'Alternativa 4', 'Alternativa 5', 'Alternativa 6', 'Alternativa 7', 'Alternativa 8'});

Y=[app.vv1EditField.Value, app.vv2EditField.Value, app.vv3EditField.Value,
app.vv4EditField.Value, app.vv5EditField.Value, app.vv6EditField.Value,
app.vv7EditField.Value, app.vv8EditField.Value];
b = bar(X,Y,'stacked');

xtips1 = b(1).XEndPoints;
ytips1 = b(1).YEndPoints;
labels1 = string(b(1).YData) + ' ' + app.TextArea.Value + ' subkriteria';
text(xtips1,ytips1,labels1,'HorizontalAlignment','center',...
'VerticalAlignment','bottom')

```

**Obrázek 73:** Kriterion1 – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006).*

## 6. VÝBĚR ERP SYSTÉMU

Hlavním cílem této práce je nalézt vhodný ERP systém pro nějakou firmu využitím programu vytvořeného v MATLAB-u s využitím metod vícekriteriálního rozhodování. V této kapitole bude tento rozhodovaný proces ukázán na příkladu fiktivní firmy ABC s.r.o. Firma usoudila, že pro dosažení svého podnikatelského cíle, jímž je maximalizace tržního podílu může využít informační systém ERP. Vyskytl se však problém. Firma ABC má na výběr z mnoha ERP systémů, které jsou si velmi podobné a nalézt takový, který ji bude vyhovovat, nebude lehké. Vrcholový management se rozhodne využít program využívajících metod vícekriteriálního rozhodování pro ulehčení tohoto výběru.

### 6.1. Cíl rozhodovacího procesu

Firma ABC je definována jako podnik střední velikosti. Firma se primárně snaží maximalizovat svůj tržní podíl a sekundárně zisk. Podnik vlastní několik závodů. Primárně podniká v dřevozpracovatelském průmyslu. Má pod kontrolou velkou část životního cyklu produktů, které vyrábí. Firma kácí stromy a zpracovává. Kmeny stromů zpracovává na prkna, kde podle typu jakosti se určí, jaký produkt se z nich vyrobí. Odpad se zpracuje a prodává, například jako pelety, či hobliny. Vyrábí se například nábytek, podlahy, dřevěné hračky, palety a další. Vzhledem k velkým ambicím vrcholového managementu firma ABC vlastní také závody, kde se vyrábí laky a barvy na nábytek.

Cílem rozhodovacího problému je najít takový ERP systém, který by firmě ABC usnadnil a zefektivnil výrobní procesy. Vzhledem k vysokým ambicím vrcholového managementu není cena důležitým faktorem, nýbrž konkurenceschopnost. Zároveň vzhledem k činnosti podniku management nechce příliš investovat do rozvoje IT oddělení. Provoz a implementace musí tedy vyžadovat co nejmenší zátěž na podnikovou IT infrastrukturu podniku.

## 6.2. Podmínky

Pro možnost výběru ERP systému je nutné zúžit nabídku ERP systémů podle mandatorních kritérií, která nám vymezí podmínky, které musí daný ERP systém splňovat, aby se o něm mohlo uvažovat jako o alternativě v rozhodovacím problému. Dále se musí z alternativ vybrat ta nejvhodnější. Tohoto se dosáhne vymezením, jaká kritéria jsou fakultativní, u nichž je vhodné jejich splnění, ale není to nutné. Na základě stanovených preferencí fakultativních kritérií od rozhodovatelů bude metodami vícekritériálního rozhodování určen ERP systém, který se jeví pro firmu jako nejvhodnější.

### 6.2.1. Mandatorní kritéria

Mandatorní kritéria musí každý ERP systém splňovat, aby se mohl stát variantou rozhodovacího problému. Jako mandatorní kritéria byla vybrána následující:

- 1) Podle (Pang, Dharmasthira, Eschinger, Brant, & Motoyoshi, 2013 citace dle Costa et. al., 2016. s. 659) byla v roce 2013 největší část trhu ERP systémů zabrána společnostmi SAP, Oracle, Sage, Infor a Microsoft. Vzhledem k averzi k riziku a velkým ambicím vrcholového managementu bylo usouzeno, že by bylo vhodné si vybrat ERP systém od těchto firem, které mají podle trhu co nabídnout.
- 2) ERP systém se musí nacházet na následujících webových stránkách ke dni 21. 1. 2021: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/>, nebo <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/?start=40&pole=&razeni=&search=&>, nebo <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/?start=80&pole=&razeni=&search=&>. Tato stránka byla vybrána, jelikož ji autor považuje za důvěryhodný zdroj, kde jsou ERP systémy popsány tak, že je lze porovnávat.

- 3) Dále po kliknutí na odkaz ERP systému prostřednictvím odkazů na webových stránkách uvedených v 2), musí ERP systém mít průměrnou dobu implementace u podniku střední velikosti do 6 měsíců a mít více jak 10 zákazníků.

### 6.2.2. Fakultativní kritéria

Fakultativní kritéria nemusí být každou variantou splněna. Nicméně musí být možné určit, zda-li jsou splňována a případně do jaké míry. V rámci tohoto rozhodovacího problému je vhodné, když jsou fakultativní kritéria naplňována co nejvíce a nabývají co nejvyšších hodnot. Výjimkou je subkritérium udávající průměrnou dobu implementace u podniků střední velikosti, kde je preferovaná co nejnižší hodnota. Těmto kritériím bude v rámci rozhodovacího procesu rozhodovatel dávat síly preferencí a na základě jejich sil a jejich splňování jednotlivými alternativami bude metodami vícekritériálního rozhodování určeno, která alternativa je potenciálně vhodná. Jako fakultativní kritéria byla vybrána ta, ve kterých se v jejich splňování alternativy liší a byla vyhodnocena jako vhodná pro porovnání. Seznam kritérií a jejich subkritérií je uveden v následující tabulce 15:

**Tabulka 15:** Fakultativní kritéria

Kritéria	Preference	Subkritéria	Preference
Implementace	7	Cloud	1
		Hostované řešení	5
		Počet konzultantů produktu v ČR, resp. SR	3
Finance	1	Plánování a sledování nedokončených investic a investičních akcí	7
		Správa a účtování obchodů na peněžním a kapitálovém trhu, půjček a finančních derivátů	3
		Řízení tržního rizika	1
		Výpočet a účtování mezd	5
		Řízení lidských zdrojů - plánování kariéry, nábor zaměstnanců	3
Logistika	5	Správa odpadů a nebezpečných materiálů	3
		Podpora EET	1
		Přeprava	3
		Elektronický nákup a prodej přes Internet (B2B, B2C)	5



Kritéria	Preference	Subkritéria	Preference
Výroba	9	Kontinuální	7
		Diskrétní	5
		Zakázková	1
		Kusová	3
		Sériová	5
		Hromadná	7
		Strojírenský	9
		Chemický, farmaceutický	7
Specializace	7	PDM a PLM	5
		APS/SCM	1
		EAM, řízení údržby	5
		Řízení projektů	3
		Řízení jakosti	7
Architektura	1	Platforma systému - operační systém serveru	1
		Platforma systému - operační systém klienta	5
		Možné platformy systému - databáze	3
Využití systému v praxi	3	Počet zákazníků	9
		Obchod	5
		Distribuce	3
		Finance	3
		Veřejný a státní sektor	1
		Utility	7
		Velké podniky	7
		Průměrná doba implementace u podniku střední velikosti	9

*Zdroj: Upraveno podle (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).*

### 6.3. ERP systémy splňující mandatorní kritéria

Na základě mandatorních kritérií byl seznam ERP systémů, které budou považovány za alternativy v rozhodovacím procesu redukován na 8 alternativ. Seznam těchto alternativ je uveden v následující tabulce 16:

**Tabulka 16: Alternativy**

<b>Alternativy</b>	<b>Výrobce</b>
Infor SunSystems	Infor
Infor CloudSuite Industrial (SyteLine)	Infor
INFOR VISUAL	Infor
Microsoft Dynamics NAV	Microsoft s.r.o.
Oracle JD Edwards	Oracle Corporation
Sage X3	Sage
SAP Business Suite	SAP ČR, spol. s r.o.
SAP Business One	SAP ČR, spol. s r.o.

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2021a, 2021b, 2021c).*

Charakteristika jak dané alternativy splňují subkritéria, je napsáno v následujících tabulkách 17 a 18, kde „A“ znamená, ano a „N“ znamená ne. Pokud byla buňka tabulky, nebo bylo napsáno, že byl modul nevyplněn, či dané kritérium splňoval částečně, bylo mu přiřazeno „N“.

**Tabulka 17: Charakteristika alternativ část 1.**

<b>Subkritéria</b>	<b>Alternativy</b>			
	Infor SunSystems	Infor CloudSuite Industrial (SyteLine)	INFOR VISUAL	Microsoft Dynamics NAV
Cloud	N	A	N	N
Hostované řešení	A	A	N	A
Počet konzultantů produktu v ČR, resp. SR	10	20	20	550
Plánování a sledování nedokončených investic a investičních akcí	A	A	A	A
Správa a účtování obchodů na peněžním a kapitálovém trhu, půjček a finančních derivátů	N	A	A	A
Řízení tržního rizika	N	A	A	A
Výpočet a účtování mezd	N	N	A	A
Řízení lidských zdrojů - plánování kariéry, nábor zaměstnanců	N	A	A	A
Správa odpadů a nebezpečných materiálů	N	A	A	A
Podpora EET	N	A	A	N
Přeprava	N	A	A	A

Subkritéria	Alternativy			
	Infor SunSystems	Infor CloudSuite Industrial (SyteLine)	INFOR VISUAL	Microsoft Dynamics NAV
Elektronický nákup a prodej přes Internet (B2B. B2C)	N	A	A	A
Kontinuální	N	N	A	A
Diskrétní	N	A	A	A
Zakázková	N	A	A	A
Kusová	N	A	A	A
Sériová	N	A	A	A
Hromadná	N	A	A	A
Strojírenský	N	A	A	A
Chemický, farmaceutický	N	N	A	A
PDM a PLM	N	A	A	A
APS/SCM	N	A	A	A
EAM, řízení údržby	A	A	A	A
Řízení projektů	N	A	A	A
Řízení jakosti	N	A	A	N
Platforma systému - operační systém serveru	Windows	Windows	Windows	Windows
Platforma systému - operační systém klienta	Windows	Mac OS, Windows	Windows	Windows
Možné platformy systému - databáze	MS SQL	MS SQL	MS SQL	MS SQL
Počet zákazníků	140	33	30	770
Obchod	A	N	A	A
Distribuce	A	N	A	A
Finance	A	N	N	A
Veřejný a státní sektor	A	N	N	A
Utility	A	N	N	A
Velké podniky	A	A	A	A
Průměrná doba implementace u podniku střední velikosti	3-4 měsíce	6 měsíců	4 měsíce	4 měsíce

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).*

**Tabulka 18:** Charakteristika alternativ část 2.

Subkritéria	Alternativy			
	Oracle JD Edwards	Sage X3	SAP Business Suite	SAP Business One
Cloud	A	A	A	A
Hostované řešení	A	A	A	A
Počet konzultantů produktu v ČR, resp. SR	50	N	80	150

Subkritéria	Alternativy			
	Oracle JD Edwards	Sage X3	SAP Business Suite	SAP Business One
Plánování a sledování nedokončených investic a investičních akcí	A	N	A	N
Správa a účtování obchodů na peněžním a kapitálovém trhu, půjček a finančních derivátů	A	N	A	N
Řízení tržního rizika	A	A	A	N
Výpočet a účtování mezd	N	N	A	A
Řízení lidských zdrojů - plánování kariéry, nábor zaměstnanců	A	N	A	N
Správa odpadů a nebezpečných materiálů	A	A	A	N
Podpora EET	A	N	A	A
Přeprava	A	A	A	N
Elektronický nákup a prodej přes Internet (B2B. B2C)	A	A	A	A
Kontinuální	A	A	A	N
Diskrétní	A	A	A	A
Zakázková	A	A	A	A
Kusová	A	A	A	A
Sériová	A	A	A	A
Hromadná	A	A	A	N
Strojírenský	A	A	A	A
Chemický, farmaceutický	A	A	A	A
PDM a PLM	A	A	A	A
APS/SCM	A	A	A	A
EAM, řízení údržby	A	A	A	N
Řízení projektů	A	A	A	A
Řízení jakosti	A	A	A	N
Platforma systému - operační systém serveru	Windows, Linux, IBM i, Unix	Všechny	UNIX, Linux, MS Windows, IBM i ...	Windows, Linux
Platforma systému - operační systém klienta	Windows, Linux, IBM i, Unix, Android, iOS	Všechny	UNIX, Linux, MS Windows, IBM i ...	Windows
Možné platformy systému - databáze	Oracle, MS SQL, DB2	MS SQL, ORACLE	SAP HANA, Oracle, MS SQL, MAX DB, DB/400,	MS SQL, SAP HANA

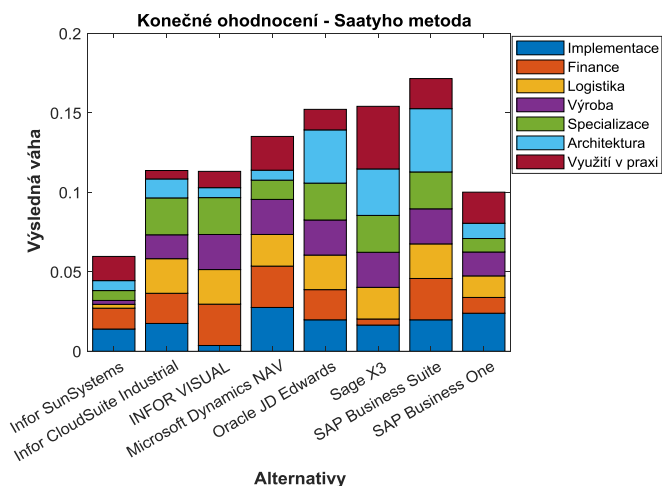
Subkritéria	Alternativy			
	Oracle JD Edwards	Sage X3	SAP Business Suite	SAP Business One
Počet zákazníků	120	30000+	1300	250
Obchod	A	A	A	A
Distribuce	A	A	A	A
Finance	A	A	A	A
Veřejný a státní sektor	A	N	A	A
Utility	A	A	A	A
Velké podniky	A	A	A	N
Průměrná doba implementace u podniku střední velikosti	3 - 6 měsíců	Zhruba 30 dní	3 - 6 měsíců	1-2 měsíce

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).*

#### 6.4. Řešení

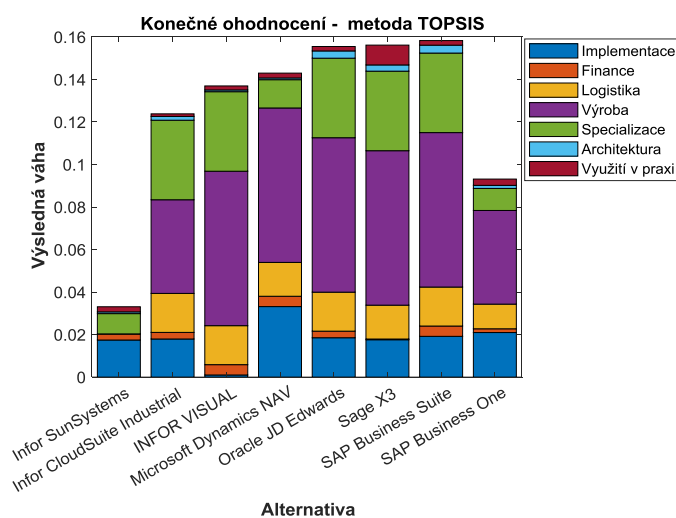
Rozhodovací problém bude řešen vytvořeným programem využívající metod vícekritériálního rozhodování. Postup, jak byl tento program vytvořen, bylo popsáno v předcházející kapitole. Pro detailnější pohled na zadaná data uživatelem do aplikace jsou uvedeny jednotlivé kroky v příloze A. Detailnější pohled na výsledky a úpravy grafů jsou dostupné v příloze B. Z důvodu dlouhého názvu, který zhoršuje kvalitu grafu, byl název alternativy „*Infor CloudSuite Industrial (SyteLine)*“ upraven na „*Infor CloudSuite Industrial*“ (SystemOnLine, 2020c). Dále byl zkrácen název kritéria „*Využití systému v praxi*“ na „*Využití v praxi*“ a další subkritéria měla zkrácena názvy (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).

Využitím metod vícekritériálního rozhodování bylo dosaženo výstupů, které jsou zobrazeny na obrázcích 74 a 75. Na obrázku 74 je vizualizován výstup dosažen Saatyho metodou. Na obrázku 75 je grafem zobrazen výstup, ke kterému se dospělo metodou TOPSIS.



**Obrázek 74:** Konečné ohodnocení – Saatyho metoda

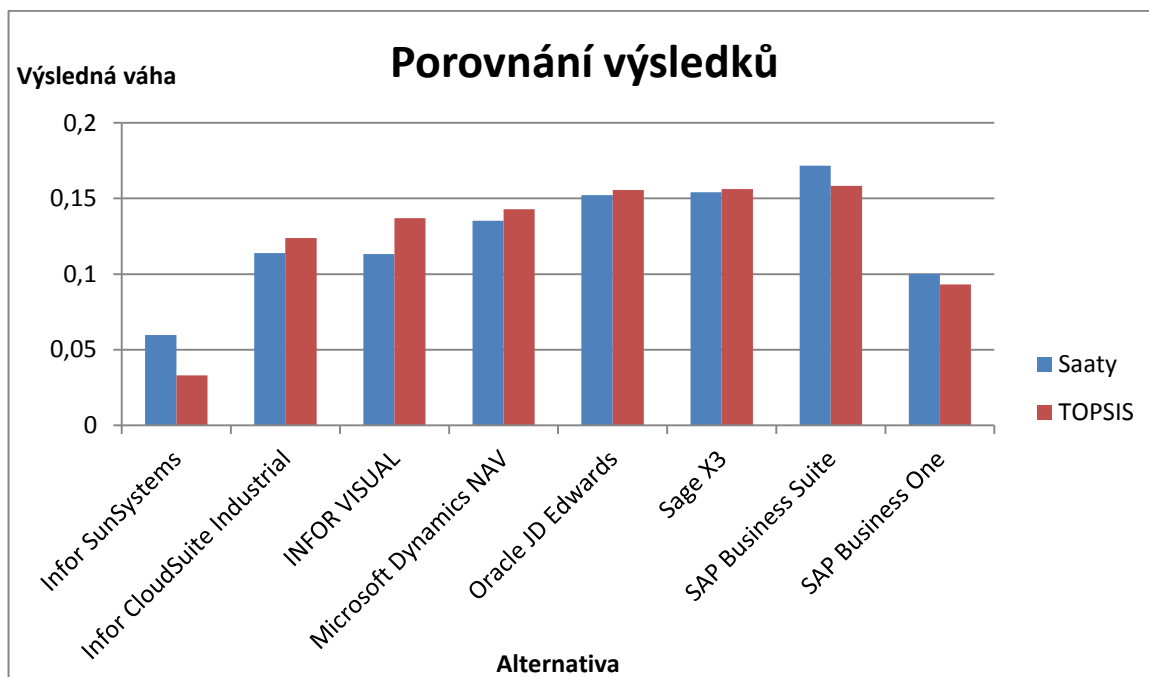
Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018), (Alonso a Lamata, 2006) a (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).



**Obrázek 75:** Konečné ohodnocení – metoda TOPSIS

Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018), (Alonso a Lamata, 2006) a (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d).

Saatyho metoda a metoda TOPSIS měla výsledky normalizovány. Díky tomuto faktu je lze porovnat. Na následujícím obrázku 76 jsou tyto metody porovnány:



**Obrázek 76:** Porovnání výsledků

*Zdroj: Vlastní zpracování podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d), (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018), (Alonso a Lamata, 2006) a (SystemOnLine, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d). Vytvořeno v MS Word a MS Excel.*

Na základě výstupů z metod vícekritériálního rozhodování lze soudit, že pro fiktivní firmu ABC s.r.o. by za daných podmínek bylo nejvhodnější zvolit ERP systém „SAP Business Suite“ (SystemOnLine, 2020a).

## ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout aplikaci pro výběr vhodného ERP systému. Tato aplikace měla být realizována v programu MATLAB prostřednictvím GUI. Aplikace byla vytvořena v MATLAB-u pomocí nástroje App Designer vytvářející aplikace mající přívětivé grafické uživatelské rozhraní. Systém ERP byl vybrán pomocí této aplikace, která využívala metod vícekriteriálního rozhodování. Konkrétně se jednalo o Saatyho metodu a o metodu TOPSIS. Pro vymezení mezi jakými ERP systémy se bude touto aplikací vybírat, byla představena fiktivní firma ABC s.r.o. spolu s jejími požadavky. Nakonec po využití vytvořené aplikace se dospělo k řešení, jaký ERP systém se pro firmu ABC jeví jako vhodný.

První kapitola vymezuje základní pojmy, které je důležité znát pro pochopení textu, který následuje v této diplomové práci. Bylo vysvětleno, co znamenají pojmy informační systém, ERP, BI, MATLAB a vícekriteriální rozhodování.

Následovala kapitola, kde byl popsán historický vývoj informačních systémů, který vedl ke vzniku ERP systémů. Po jejich vzniku se začaly ERP systémy využívat, a proto jsou popsány i jejich požadavky, přínosy a náklady s nimi spojenými. Než se začaly ERP systémy či jiné informační systémy vyvíjet, probíhaly revoluce v myšlení, jak řídit podniky. Začala se výroba zjednodušovat a lépe popisovat jednotlivé kroky výroby. Popisy kroků výroby se dokumentovaly, což následně umožnilo tyto výrobní procesy lépe analyzovat a po vzniku informačních systémů i automatizovat. Mnoho firem má velmi podobné procesy. Zde vznikla myšlenka, že by se mohly aplikace automatizující tyto procesy prodávat v balíčku firmám. Těmto balíčkům se začalo říkat ERP systémy. S implementací ERP systému přichází změny procesů, vedoucí k novým hrozbám, ale i příležitostem.

Třetí kapitola je zaměřena na charakteristiku programu MATLAB. Je uvedeno, jaké má program využití v praxi a v jakých odvětvích. Dále jsou představeny výhody používání tohoto programu. Hlavní předností jsou již vytvořené funkce, které zkracují programátorům čas při programování, jelikož je mnohé již naprogramováno



a programátorovi stačí pouze zavolat funkce. Mnohé funkcionality, které MATLAB nabízí, jsou představeny, například matice, psaní skriptů, grafy a různé funkce. Také je popsán nástroj App Designer, pomocí něhož byla vytvořena aplikace. Dále je popsán postup, jak se v App Designer-u vytváří aplikace a je představeno, jak se přenáší data z jedné aplikace do druhé.

Čtvrtá kapitola definuje metody vícekriteriálního rozhodování. Je předveden celý proces, který metody vícekriteriálního rozhodování obnáší. Je uvedeno, jak se stanovuje cíl rozhodovacího procesu, jak se kvantifikují preference lidí a na jejich základě jak se stanovují váhy kritérií pomocí Saatyho metody. Dále uživatel stanovuje preference alternativ podle toho, jak splňují dané kritérium, tomuto se říká dílčí ohodnocení alternativ. Tohoto lze dosáhnout mnoha metodami. Byla předvedena Saatyho metoda a metoda TOPSIS. Nakonec je uvedeno, jak se na základě stanovených vah kritérií a dílčího ohodnocení alternativ vypočte, jaká alternativa se pro daný rozhodovací problém jeví jako vhodná.

Následuje kapitola, kde jsou uvedeny kroky, které byly podniknuty při vytváření aplikace. Tato kapitola ukazuje obrázky, jak aplikace vypadá a části implementovaného kódu. Aplikace byla vytvořena tak, aby si uživatel nejprve vybral metodu vícekriteriálního rozhodování, kterou chce řešit rozhodovací problém. Má na výběr ze Saatyho metody a metody TOPSIS. Poté uživatel zadá počty kritérií a alternativ. Následně zadá názvy kritérií a počty jejich subkritérií. Poté pojmenuje kritéria. Dále stanoví váhy kritérií a subkritérií. Následně pojmenuje alternativy. Potom uživatel ohodnotí, jak jednotlivé alternativy splňují daná kritéria. Nakonec si uživatel může ukázat výsledky procesu vícekriteriálního rozhodování v grafu.

Poslední kapitola je zaměřená na aplikaci vytvořené aplikace využívající metody vícekriteriálního rozhodování na řešení rozhodovacího problému. Byla představena fiktivní firma ABC s.r.o., která podniká v odvětví dřevozpracovatelském a chemickém. Jedná se o podnik střední velikosti mající vysoce ambiciózní vrcholový management. Primárním cílem firmy je maximalizovat tržní podíl a sekundárním

je maximalizace zisku. Členové vrcholové managementu organizace dospějí k názoru, že pro dosažení vytyčených podnikových cílů by mohl asistovat ERP systém. Nicméně na trhu je na výběr z mnoha ERP systémů, které jsou si vysoce podobné. Pro redukci možných ERP systémů, mezi kterými se dalo vybírat, bylo definováno mandatorní kritérium, že kvůli averzi k riziku vrcholového managementu se bude vybírat ERP systém jen od výrobců, kteří mají vysoký podíl na trhu ERP systémů. Pro vyhodnocení, jaký ERP systém by byl vhodný, byla využita data ze stránek SystemOnLine, kde bylo definováno další mandatorní kritérium. Data ze stránek byla využita pro definování kritérií a subkritérií, jimž byly stanoveny síly preferencí. Nakonec prostřednictvím vytvořené aplikace v MATLAB-u nástrojem App Designer, byly na základě oněch dat zadány názvy kritérií, počty subkritérií jednotlivých kritérií, názvy subkritérií, názvy alternativ, preference kritérií a subkritérií. Poté byly párově porovnány alternativy Saatyho metodou a metodou TOPSIS. Nakonec se výsledky zobrazily grafem. Na základě výsledků, dosažených aplikací metod vícekritériálního rozhodování, konkrétně Saatyho metody a metody TOPSIS se pro firmu ABC s.r.o. podle vytvořené aplikace jeví jako vhodné zvolit ERP systém SAP Business Suite.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ALONSO, José Antonio a M. Teresa LAMATA, 2006. Consistency in The Analytic Hierarchy Process: A New Approach. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* [online]. **14**(4.), 445-459 [cit. 2021-01-18]. Dostupné z: doi:10.1142/S0218488506004114.
- [2] BALÁTEĚ, Jaroslav, 2003. *Automatické řízení*. Praha: BEN - technická literatura. ISBN 80-7300-020-2.
- [3] COSTA, Carlos J, Edgar FERREIRA, Fernando BENTO a Manuela APARICIO, 2016. Enterprise resource planning adoption and satisfaction determinants. *Computers in human behavior* [online]. Elsevier, **63**(C), 659-671 [cit. 2020-11-22]. ISSN 0747-5632. Dostupné z: doi:10.1016/j.chb.2016.05.090.
- [4] FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ, 2010. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [5] HARMON, Paul, 2014. *Business process change: a business process management guide for managers and process professionals*. Third edition. Boston: Elsevier. ISBN 978-0-12-800387-9.
- [6] JABLONSKÝ, Josef, 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [7] KALE, Vivek, 2016. *Enhancing enterprise intelligence: leveraging ERP, CRM, SCM, PLM, BPM, and BI*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-0598-1.
- [8] MATLAB®: *App Building* [online], 2020a. R2020b. Natick (Massachusetts): MathWorks® [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/creating\\_guis.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/creating_guis.pdf).
- [9] MATLAB®: *Function Reference* [online], 2020b. R2020b. Natick (Massachusetts): MathWorks® [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/matlab\\_ref.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/matlab_ref.pdf).
- [10] MATLAB®: *Graphics* [online], 2020c. R2020b. Natick (Massachusetts): MathWorks® [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/creating\\_plots.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/creating_plots.pdf).
- [11] MATLAB®: *Primer* [online], 2020d. R2020b. Natick (Massachusetts): MathWorks® [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/learn\\_matlab.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/learn_matlab.pdf).
- [12] MU, Enrique a Milagros PEREYRA-ROJAS, 2018. *Practical Decision Making using Super Decisions v3: An Introduction to The Analytic Hierarchy Process*. Cham: Springer, Switzerland. ISBN 978-3-319-68368-3.

- [13] PANG, C., Y. DHARMASTHIRA, C. ESCHINGER, K. F. BRANT, a K. MOTOYOSHI. (2013). *Market share analysis: ERP Software, Worldwide*. Dostupné z: [http://refhub.elsevier.com/S0747-5632\(16\)30426-5/sref77](http://refhub.elsevier.com/S0747-5632(16)30426-5/sref77).
- [14] PECHÁČOVÁ, Eva, 2013. STRATEGIE A STRATEGICKÁ ANALÝZA. *SlidePlayer.cz Inc* [online]. [cit. 2020-10-27]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2814181/>.
- [15] SAATY, Thomas. L. a Luis. G. VARGAS. 2006. *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Techonological Application with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. New York: Springer Science+Business Media. ISBN 0-387-33859-4.
- [16] SELECT BUSINESS SOLUTIONS, INC. What is the Capability Maturity Model? (CMM). *Select Business Solutions, Inc.* [online]. [cit. 2020-10-27]. Dostupné z: <http://www.selectbs.com/process-maturity/what-is-the-capability-maturity-model>.
- [17] SHAFRITZ, Jay M., E.W. RUSSELL, Christopher P. BORICK a Albert C. HYDE, 2017. *Introducing public administration*. Ninth edition. New York: Routledge. ISBN 978-1-138-66633-7.
- [18] *Statistics and Machine Learning Toolbox™: User's Guide* [online], 2020. R2020b. Natick (Massachusetts): MathWorks® [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/stats/stats.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/stats/stats.pdf).
- [19] SystemOnLine, 2018. SAP BUSINESS ONE. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/sap-business-one-1.htm>.
- [20] SystemOnLine, 2019a. ORACLE JD EDWARDS. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/oracle-jd-edwards.htm>.
- [21] SystemOnLine, 2019b. SAGE X3. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/sage-x3-2.htm>.
- [22] SystemOnLine, 2019c. INFOR SUNSYSTEMS. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/infor-sunsystems-2.htm>.
- [23] SystemOnLine, 2020a. SAP BUSINESS SUITE. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/sap-business-suite-1.htm>.
- [24] SystemOnLine, 2020b. INFOR CLOUDSUITE INDUSTRIAL (SYTELINE). *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21].

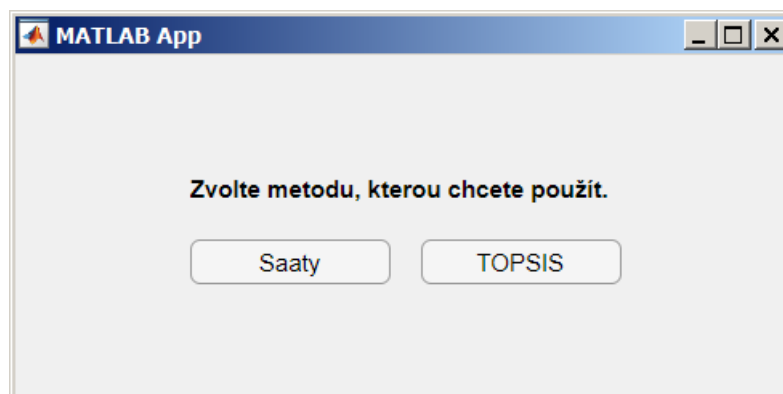
- Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/infor-cloudsuite-industrial-syteline--1.htm>.
- [25] SystemOnLine, 2020c. INFOR VISUAL. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/infor-visual-2.htm>.
- [26] SystemOnLine, 2020d. MICROSOFT DYNAMICS NAV. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/microsoft-dynamics-nav.htm>.
- [27] SystemOnLine, 2021a. ERP SYSTÉMY. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: [https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/?pole=&razeni=v\\_u\\_v&search=&](https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/?pole=&razeni=v_u_v&search=&).
- [28] SystemOnLine, 2021b. ERP SYSTÉMY. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/?start=40&pole=&razeni=&search=&>.
- [29] SystemOnLine, 2021c. ERP SYSTÉMY. *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB spol. s r.o. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/?start=80&pole=&razeni=&search=&>.
- [30] TZENG, Gwo-Hshiong a Jih-Jeng HUANG. *Multiple Attribute Decision Making: methods and Applications*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4398-6157-8.
- [31] WOMACK, James P., Daniel T. JONES a Daniel ROOS, 1990. *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million-dollar 5-year study on the future of the automobile*. New York: Rawson Associates. ISBN 0-89256-350-8.
- [32] ZWASS, Vladimír, 2020. Information system. *Encyclopædia Britannica, Inc.* [online]. [cit. 2020-10-27]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/information-system/Computer-software>.

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A .....	119
PŘÍLOHA B.....	140

## PŘÍLOHA A

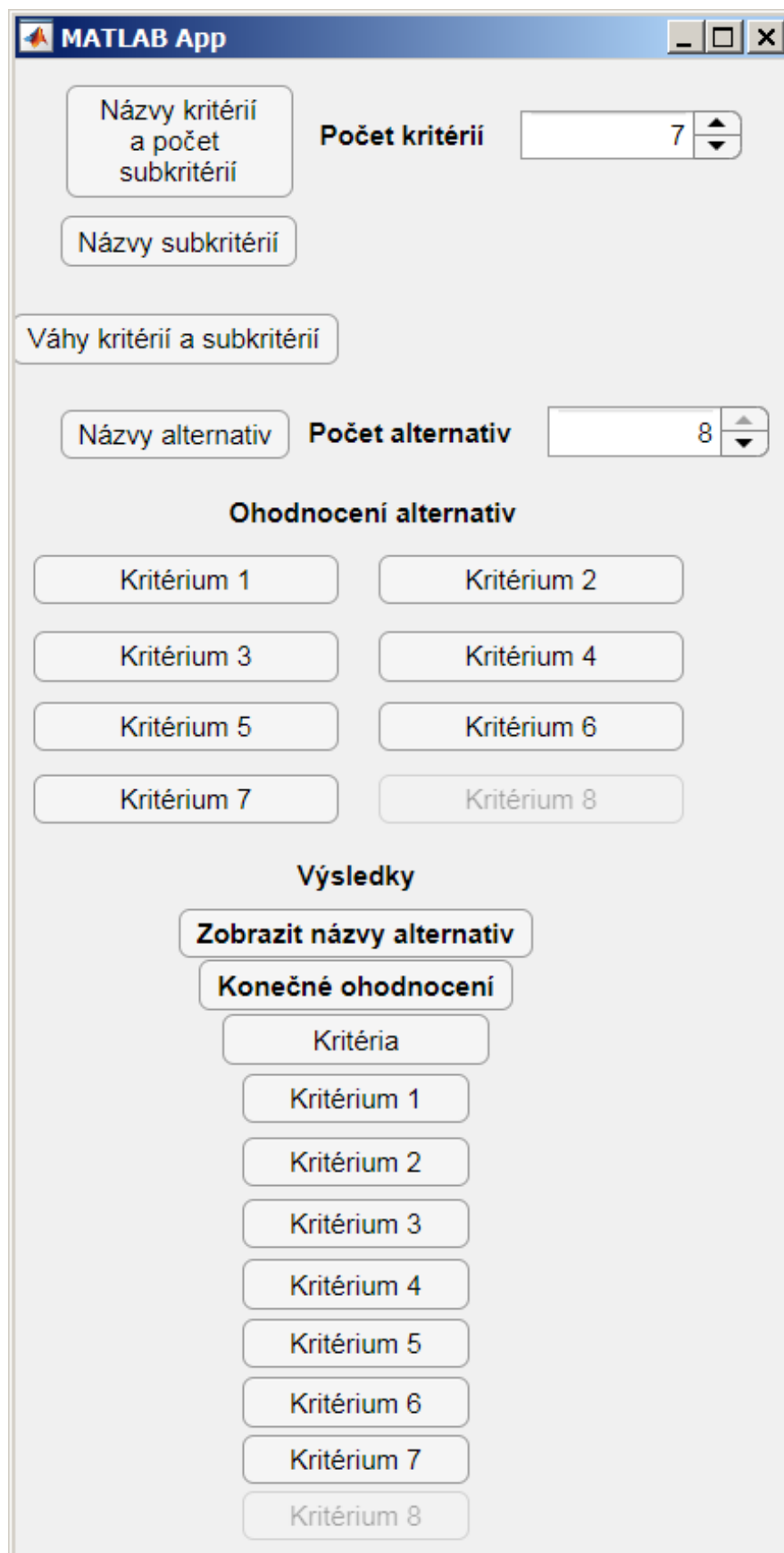
Nejdříve si uživatel vybral metodu, jakou chtěl použít, toto je zobrazena na následujícím obrázku 77:



**Obrázek 77:** Úvodní aplikace

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

Poté uživatel v hlavní aplikaci zadal počet kritérií na 7 a počet alternativ na 8. Následně postupně klikal na tlačítka seshora dolů. Hlavní aplikace je vyobrazena na následujícím obrázku 78:



**Obrázek 78:** Hlavní aplikace

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



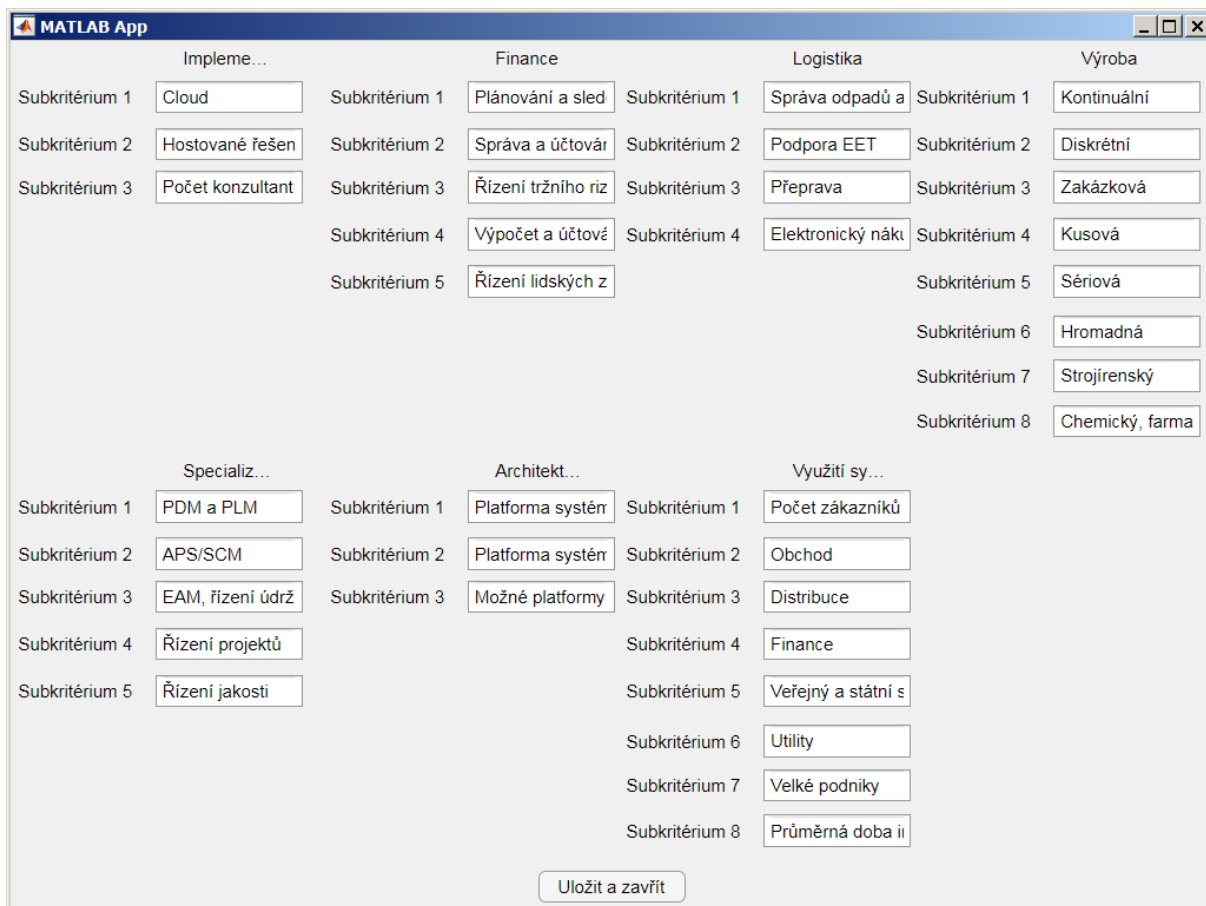
Uživatel po kliknutí na tlačítko „Názvy kritérií a počet subkritérií“ zadal názvy kritérií a jejich počet subkritérií. Toto je zobrazeno na následujícím obrázku 79:

Kritérium	Název kritéria	Počet subkritérií
Kritérium 1	Implementace	3
Kritérium 2	Finance	5
Kritérium 3	Logistika	4
Kritérium 4	Výroba	8
Kritérium 5	Specializace	5
Kritérium 6	Architektura	3
Kritérium 7	Využití systému	8

**Obrázek 79:** Názvy kritérií a počet subkritérií

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

Poté kliknutím na tlačítko „Názvy subkritérií“ uživatel vyplnil v aplikaci názvy kritérií. Toto je vidět na následujícím obrázku 80:



**Obrázek 80:** Názvy subkritérií

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

Následně kliknutím na tlačítko „Váhy kritérií a subkritérií“ zadal uživatel každému kritériu a subkritériu své preference tak, že je oznámkoval jako ve škole. Toto je zobrazeno na obrázku 81. Poté kliknul na tlačítko „Vypočti CR“, aby se ujistil, že jsou matice konzistentní, musely být CR vždy  $\leq 0,1$ . Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006). Toto je ukázáno na obrázku 82.

MATLAB App

1 = Naprosto, 2 = Hodně, 3 = Docela, 4 = Trochu, 5 = Vůbec.

Kritéria	Impleme...	Finance
Implemen... 2	Cloud 3	Plánování a sle... 2
Finance 5	Hostované řešení 1	Správa a účtová... 4
Logistika 3	Počet konzultan... 2	Řízení tržního ri... 5
Výroba 1		Výpočet a účtov... 3
Specializ... 2		Řízení lidských ... 4
Architekt... 5		
Využití sy... 4		

Logistika	Výroba	Specializ...
Správa odpadů ... 4	Kontinuální 2	PDM a PLM 3
Podpora EET 5	Diskrétní 3	APS/SCM 5
Přeprava 4	Zakázková 5	EAM, řízení údr... 3
Elektronický ná... 3	Kusová 4	Řízení projektů 4
	Sériová 3	Řízení jakosti 2
	Hromadná 2	
	Strojírenský 1	
	Chemický, farm... 2	

Architekt...	Využití sy...
Platforma systé... 5	Počet zákazníků 1
Platforma systé... 3	Obchod 3
Možné platform... 4	Distribuce 4
	Finance 4
	Veřejný a státní ... 5
	Utility 2
	Velké podniky 2
	Průměrná doba ... 1

Vypočti CR

Uložit a zavřít

**Obrázek 81:** Váhy kritérií a subkritérií

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

MATLAB App

1 = Naprosto, 2 = Hodně, 3 = Docela, 4 = Trochu, 5 = Vůbec.

Kritéria		Impleme...		Finance	
Implemen...	2	Cloud	3	Plánování a sle...	2
Finance	5	Hostované řešení	1	Správa a účtová...	4
Logistika	3	Počet konzultan...	2	Řízení tržního ri...	5
Výroba	1			Výpočet a účtov...	3
Specializ...	2			Řízení lidských ...	4
Architekt...	5				
Využití sy...	4				

Hodnota CR je: 0.0389...		Hodnota CR je: 0.0331...		Hodnota CR je: 0.0283...	
Logistika		Výroba		Specializ...	
Správa odpadů ...	4	Kontinuální	2	PDM a PLM	3
Podpora EET	5	Diskrétní	3	APS/SCM	5
Přeprava	4	Zakázková	5	EAM, řízení údr...	3
Elektronický ná...	3	Kusová	4	Řízení projektů	4
		Sériová	3	Řízení jakosti	2
		Hromadná	2		
		Strojírenský	1		
		Chemický, farm...	2		

Hodnota CR je: 0.0161...		Hodnota CR je: 0.0291...		Hodnota CR je: 0.0283...	
Architekt...		Využití sy...			
Platforma systé...	5	Počet zákazníků	1		
Platforma systé...	3	Obchod	3		
Možné platform...	4	Distribuce	4		
		Finance	4		
		Veřejný a státní ...	5		
		Utility	2		
		Velké podniky	2		
		Průměrná doba ...	1		

Hodnota CR je: 0.0331...      Hodnota CR je: 0.03506

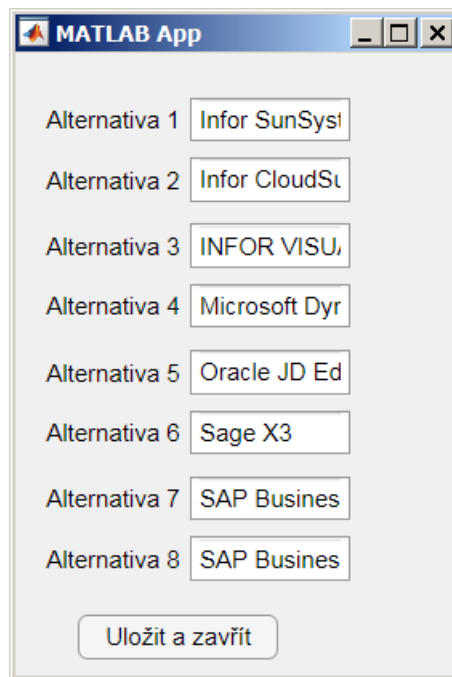
Vypočti CR

Uložit a zavřít

**Obrázek 82:** Váhy kritérií a subkritérií – vypočteno CR

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

Poté kliknutím na tlačítko „Názvy alternativ“ zadal uživatel názvy alternativ. Toto je ukázáno na následujícím obrázku 83:



**Obrázek 83:** Názvy alternativ

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

Poté následovalo dílčí ohodnocení alternativ pro uživatelem definovaná subkritéria daných 7 kritérií. Tyto aplikace se spouštěly tlačítky „Kritérium 1“ až „Kritérium 7“. Bohužel aplikace pro Saatyho metodu někdy zobrazují špatně popisky alternativ, nicméně jsou ve správném řádku a lze odvodit z hlediska jaké alternativy se má dané subkritérium hodnotit. Na následujících obrázcích jsou ukázky vyplnění aplikace určující dílčí ohodnocení alternativ v rámci jednotlivých kritérií Saatyho metodou, respektive metodou TOPSIS. Tento text byl vypracován vlastními silami podle (MathWorks®, 2020a, 2020b, 2020c a 2020d) a od (Fotr a Švecová, 2010), (Tzeng a Huang, 2011), (Saaty a Vargas, 2006), (Jablonský, 2007), (Mu a Pereyra-rojas, 2018) a (Alonso a Lamata, 2006). Kritéria a obrázky k nim příslušící jsou následující:

- Kritérium „Implementace“ – obrázky 84 a 85,
- Kritérium „Finance“ – obrázky 86 a 87,
- Kritérium „Logistika“ – obrázky 88 a 89,
- Kritérium „Výroba“ – obrázky 90 a 91,
- Kritérium „Specializace“ – obrázky 92 a 93,

- Kritérium „Architektura“ – obrázky 94 a 95,
- Kritérium „Využití systému v praxi“ – obrázky 96 a 97.

**MATLAB App**

Oznámujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	Cloud	Hostované ř...
Infor SunS...	5	Infor SunS... 1
Infor Clou...	1	Infor Clou... 1
INFOR VI...	5	INFOR VI... 5
Microsoft ...	5	Microsoft ... 1
Oracle JD ...	1	Oracle JD ... 1
Sage X3	1	Sage X3 1
SAP Busin...	1	SAP Busin... 1
SAP Busin...	1	SAP Busin... 1

	Počet konzul...
Infor SunS...	5
	4
	4
	1
	3
	5
	3
SAP Busin...	2

**Obrázek 84:** Kritérium 1 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

	Cloud	Hostované ř...
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	9
Infor Clou...	9	9
INFOR VI...	1	1
Microsoft ...	1	9
Oracle JD ...	9	9
Sage X3	9	9
SAP Busin...	9	9
SAP Busin...	9	9

	Počet konzul...
Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	10
Infor Clou...	20
INFOR VI...	20
Microsoft ...	550
Oracle JD ...	50
Sage X3	0
SAP Busin...	80
SAP Busin...	150

Uložit a zavřít

**Obrázek 85:** Kritérium 1 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Oznámujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
 1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	Plánování a ...	Správa a účt...
Infor SunS...	1	5
Infor Clou...	1	1
INFOR VI...	1	1
Microsoft ...	1	1
Oracle JD ...	1	1
Sage X3	5	5
SAP Busin...	1	1
SAP Busin...	5	5

Řízení tržních...	Výpočet a úč...	Řízení lidský...
Infor SunS...	5	5
	5	Infor Clou...
		1
INFOR VI...	1	INFOR VI...
		1
Microsoft ...	1	Microsoft ...
		1
Oracle JD ...	5	Oracle JD ...
		1
Sage X3	5	Sage X3
		5
SAP Busin...	1	SAP Busin...
		1
SAP Busin...	1	SAP Busin...
		5

Infor SunS...

Infor Clou...

Infor Clou...

**Vypočti CR**

Uložit a zavřít

**Obrázek 86:** Kritérium 2 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

Plánování a ...		Správa a účt...	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	9	Infor SunS...	1
Infor Clou...	9	Infor Clou...	9
INFOR VI...	9	INFOR VI...	9
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9
Sage X3	1	Sage X3	1
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	1	SAP Busin...	1

Řízení tržních...		Výpočet a úč...		Řízení lidský...	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	Infor SunS...	1	Infor SunS...	1
Infor Clou...	9	Infor Clou...	1	Infor Clou...	9
INFOR VI...	9	INFOR VI...	9	INFOR VI...	9
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9	Microsoft ...	9
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	1	Oracle JD ...	9
Sage X3	9	Sage X3	1	Sage X3	1
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	1	SAP Busin...	9	SAP Busin...	1

Uložit a zavřít

**Obrázek 87:** Kritérium 2 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Oznámkuje jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
 1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	Správa odpa...	Podpora EET
Infor SunS...	5	Infor SunS... 5
Infor Clou...	1	Infor Clou... 1
INFOR VI...	1	INFOR VI... 1
Microsoft ...	1	Microsoft ... 5
Oracle JD ...	1	Oracle JD ... 1
Sage X3	1	Sage X3 5
SAP Busin...	1	SAP Busin... 1
SAP Busin...	5	SAP Busin... 1

	Přeprava	Elektronický ...	
Infor SunS...	5	Infor SunS... 5	
	1	1	Infor Clou...
	1	INFOR VI...	INFOR VI...
	1	Microsoft ...	Microsoft ...
	1	Oracle JD ...	Oracle JD ...
	1	Sage X3	Sage X3
	1	SAP Busin...	SAP Busin...
SAP Busin...	5	SAP Busin... 1	
			Infor Clou...

**Obrázek 88:** Kritérium 3 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

Správa odpa...		Podpora EET	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	Infor SunS...	1
Infor Clou...	9	Infor Clou...	9
INFOR VI...	9	INFOR VI...	9
Microsoft ...	9	Microsoft ...	1
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9
Sage X3	9	Sage X3	1
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	1	SAP Busin...	9

Přeprava		Elektronický ...	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	Infor SunS...	1
Infor Clou...	9	Infor Clou...	9
INFOR VI...	9	INFOR VI...	9
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9
Sage X3	9	Sage X3	9
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	1	SAP Busin...	9

Uložit a zavřít

**Obrázek 89:** Kritérium 3 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Oznámkujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
 1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	Kontinuální	Diskrétní
Infor SunS...	5	5
Infor Clou...	5	1
INFOR VI...	1	1
Microsoft ...	1	1
Oracle JD ...	1	1
Sage X3	1	1
SAP Busin...	1	1
SAP Busin...	5	1

Zakázková	Kusová	Sériová
Infor SunS...	Infor SunS...	Infor SunS...
Infor Clou...	Infor Clou...	Infor Clou...
INFOR VI...	INFOR VI...	INFOR VI...
Microsoft ...	Microsoft ...	Microsoft ...
Oracle JD ...	Oracle JD ...	Oracle JD ...
Sage X3	Sage X3	Sage X3
SAP Busin...	SAP Busin...	SAP Busin...
SAP Busin...	SAP Busin...	SAP Busin...

Hromadná	Strojírenský	Chemický, fa...
Infor SunS...	Infor SunS...	Infor SunS...
Infor Clou...	Infor Clou...	Infor Clou...
INFOR VI...	INFOR VI...	INFOR VI...
Microsoft ...	Microsoft ...	Microsoft ...
Oracle JD ...	Oracle JD ...	Oracle JD ...
Sage X3	Sage X3	Sage X3
SAP Busin...	SAP Busin...	SAP Busin...
SAP Busin...	SAP Busin...	SAP Busin...

**Obrázek 90:** Kritérium 4 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

	Kontinuální	Diskrétní
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	1
Infor Clou...	1	9
INFOR VI...	9	9
Microsoft ...	9	9
Oracle JD ...	9	9
Sage X3	9	9
SAP Busin...	9	9
SAP Busin...	1	9

Zakázková	Kusová	Sériová
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	1
Infor Clou...	9	9
INFOR VI...	9	9
Microsoft ...	9	9
Oracle JD ...	9	9
Sage X3	9	9
SAP Busin...	9	9
SAP Busin...	9	9

Hromadná	Strojírenský	Chemický, fa...
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	1
Infor Clou...	9	1
INFOR VI...	9	9
Microsoft ...	9	9
Oracle JD ...	9	9
Sage X3	9	9
SAP Busin...	9	9
SAP Busin...	1	9

Uložit a zavřít

**Obrázek 91:** Kritérium 4 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Oznámujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
 1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	PDM a PLM		APS/SCM	
Infor SunS...	5	▼	Infor SunS...	5
Infor Clou...	1	▼	Infor Clou...	1
INFOR VI...	1	▼	INFOR VI...	1
Microsoft ...	1	▼	Microsoft ...	1
Oracle JD ...	1	▼	Oracle JD ...	1
Sage X3	1	▼	Sage X3	1
SAP Busin...	1	▼	SAP Busin...	1
SAP Busin...	1	▼	SAP Busin...	1

	EAM, řízení ...		Řízení projektů		Řízení jakosti	
Infor SunS...	1	▼	Infor SunS...	5	▼	5
	1	▼		1	▼	1
INFOR VI...	1	▼	INFOR VI...	1	▼	1
Microsoft ...	1	▼	Microsoft ...	1	▼	5
Oracle JD ...	1	▼	Oracle JD ...	1	▼	1
Sage X3	1	▼	Sage X3	1	▼	1
SAP Busin...	1	▼	SAP Busin...	1	▼	1
SAP Busin...	5	▼	SAP Busin...	1	▼	5

Infor SunS...

Infor Clou...

Infor Clou...

**Obrázek 92:** Kritérium 5 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

PDM a PLM		APS/SCM	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	1	Infor SunS...	1
Infor Clou...	9	Infor Clou...	9
INFOR VI...	9	INFOR VI...	9
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9
Sage X3	9	Sage X3	9
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9

EAM, řízení ...		Řízení projektů		Řízení jakosti	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	9	Infor SunS...	1	Infor SunS...	1
Infor Clou...	9	Infor Clou...	9	Infor Clou...	9
INFOR VI...	9	INFOR VI...	9	INFOR VI...	9
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9	Microsoft ...	1
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9
Sage X3	9	Sage X3	9	Sage X3	9
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	1	SAP Busin...	9	SAP Busin...	1

Uložit a zavřít

**Obrázek 93:** Kritérium 5 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Oznámujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
 1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	Platforma sy...	Platforma sy...
Infor SunS...	3 ▼	Infor SunS... 3 ▼
Infor Clou...	3 ▼	Infor Clou... 2 ▼
INFOR VI...	3 ▼	INFOR VI... 3 ▼
Microsoft ...	3 ▼	Microsoft ... 3 ▼
Oracle JD ...	1 ▼	Oracle JD ... 1 ▼
Sage X3	1 ▼	Sage X3 1 ▼
SAP Busin...	1 ▼	SAP Busin... 1 ▼
SAP Busin...	2 ▼	SAP Busin... 3 ▼

	Možné platfo...
Infor SunS...	4 ▼
	4 ▼
	4 ▼
	4 ▼
	2 ▼
	3 ▼
	1 ▼
SAP Busin...	3 ▼

Infor Clou...
INFOR VI...
Microsoft ...
Oracle JD ...
Sage X3
SAP Busin...

**Obrázek 94:** Kritérium 6 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

	Platforma sy...	Platforma sy...
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	5	5
Infor Clou...	5	7
INFOR VI...	5	5
Microsoft ...	5	5
Oracle JD ...	1	9
Sage X3	1	9
SAP Busin...	1	9
SAP Busin...	7	5

	Možné platfo...
Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	3
Infor Clou...	3
INFOR VI...	3
Microsoft ...	3
Oracle JD ...	7
Sage X3	5
SAP Busin...	9
SAP Busin...	5

Uložit a zavřít

**Obrázek 95:** Kritérium 6 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Oznámkujte jako ve škole každé kritérium, případně subkritérium, jak dobře jsou touto alternativou splňována.  
 1 = Perfektně, 2 = Velmi dobře, 3 = Dobře, 4 = Dostatečně, 5 = Nedostatečně.

	Počet zákaz...	Obchod
Infor SunS...	4	1
Infor Clou...	5	5
INFOR VI...	5	1
Microsoft ...	2	1
Oracle JD ...	4	1
Sage X3	1	1
SAP Busin...	2	1
SAP Busin...	3	1

	Distribuce	Finance	Veřejný a stá...
Infor SunS...	1	1	1
Infor Clou...	5	5	5
INFOR VI...	1	5	5
Microsoft ...	1	1	1
Oracle JD ...	1	1	1
Sage X3	1	1	5
SAP Busin...	1	1	1
SAP Busin...	1	1	1

	Utility	Velké podniky	Průměrná do...
Infor SunS...	1	1	3
Infor Clou...	5	1	5
INFOR VI...	5	1	3
Microsoft ...	1	1	3
Oracle JD ...	1	1	4
Sage X3	1	1	1
SAP Busin...	1	1	4
SAP Busin...	1	5	2

**Obrázek 96:** Kritérium 7 - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

**MATLAB App**

Pro kritérium, případně subkritérium, vložte buď reálné hodnoty, nebo Vaše číselné ohodnocení, jak dobře jsou touto alternativou splňována. Pokud nižší hodnoty jsou preferovány, vyberte u konkrétního kritéria, případně subkritéria volbu preference "Nízké hodnoty". V případě vyplňování Vašeho číselného ohodnocení se doporučuje použít škála od 1 do 9.

Počet zákaz...		Obchod	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	140	Infor SunS...	9
Infor Clou...	33	Infor Clou...	1
INFOR VI...	30	INFOR VI...	9
Microsoft ...	770	Microsoft ...	9
Oracle JD ...	120	Oracle JD ...	9
Sage X3	3e+04	Sage X3	9
SAP Busin...	1300	SAP Busin...	9
SAP Busin...	250	SAP Busin...	9

Distribuce		Finance		Veřejný a stá...	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼
Infor SunS...	9	Infor SunS...	9	Infor SunS...	9
Infor Clou...	1	Infor Clou...	1	Infor Clou...	1
INFOR VI...	9	INFOR VI...	1	INFOR VI...	1
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9	Microsoft ...	9
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9
Sage X3	9	Sage X3	9	Sage X3	1
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9	SAP Busin...	9
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9	SAP Busin...	9

Utility		Velké podniky		Průměrná do...	
Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Vysoké hodnoty ▼	Preference:	Nízké hodnoty ▼
Infor SunS...	9	Infor SunS...	9	Infor SunS...	105
Infor Clou...	1	Infor Clou...	9	Infor Clou...	180
INFOR VI...	1	INFOR VI...	9	INFOR VI...	120
Microsoft ...	9	Microsoft ...	9	Microsoft ...	120
Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	9	Oracle JD ...	135
Sage X3	9	Sage X3	9	Sage X3	30
SAP Busin...	9	SAP Busin...	9	SAP Busin...	135
SAP Busin...	9	SAP Busin...	1	SAP Busin...	45

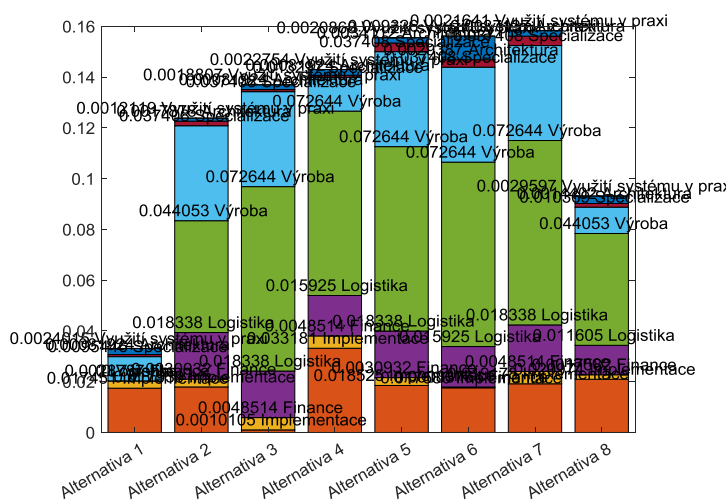
Uložit a zavřít

**Obrázek 97:** Kritérium 7 - metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

## PŘÍLOHA B

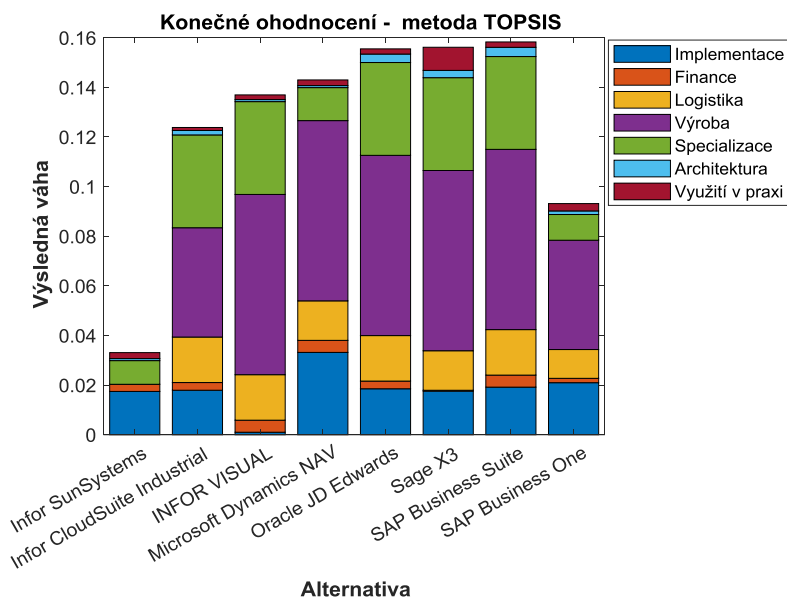
Po zadání dat, které bylo ukázáno v příloze A již jen stačilo vypočítat výsledky a zobrazit je uživateli v grafu. Výsledky se zobrazily kliknutím na tlačítka „Konečné ohodnocení“, „Kritéria“ a „Kritérium 1“ až „Kritérium 8“. U TOPSIS metody se tlačítka zpřístupnila po kliknutí na tlačítko „Vypočítat“. Na obrázku 98 je zobrazen graf tak, jak se uživateli zobrazí u metody TOPSIS při kliknutí na tlačítko „Konečné ohodnocení“. Lze si všimnout, že graf není příliš přehledný.



**Obrázek 98:** Konečné ohodnocení - metoda TOPSIS – neupraveno

Zdroj: Vlastní zpracování.

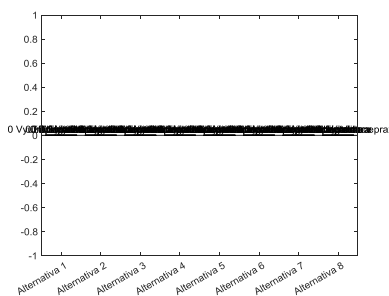
Legenda se grafu přidala kliknutím na tlačítko „Insert Legend“. Pro zpřehlednění grafu se v nabídce kliklo na „Open Property Inspector“ a v nabídce „Axes“ se odstranily políčka text. Dále se barvám v legendě přiřadil správný název, změnil se názvy alternativ, byly přidány popisky os a byl přidán název grafu. Výstup je vidět v následujícím obrázku 99:



**Obrázek 99:** Konečné ohodnocení - metoda TOPSIS – upraveno

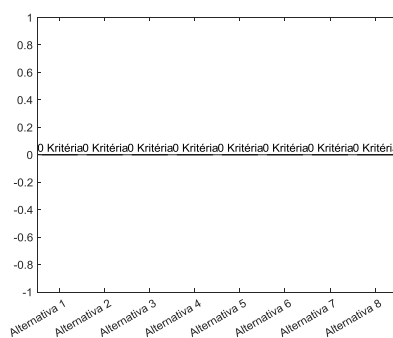
*Zdroj: Vlastní zpracování.*

Následující obrázky pro výsledky, jak byly dílčně ohodnoceny kritéria na obrázcích 100 a 101. Tyto grafy nebyly upraveny.



**Obrázek 100:** Dílčí ohodnocení kritérií – Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

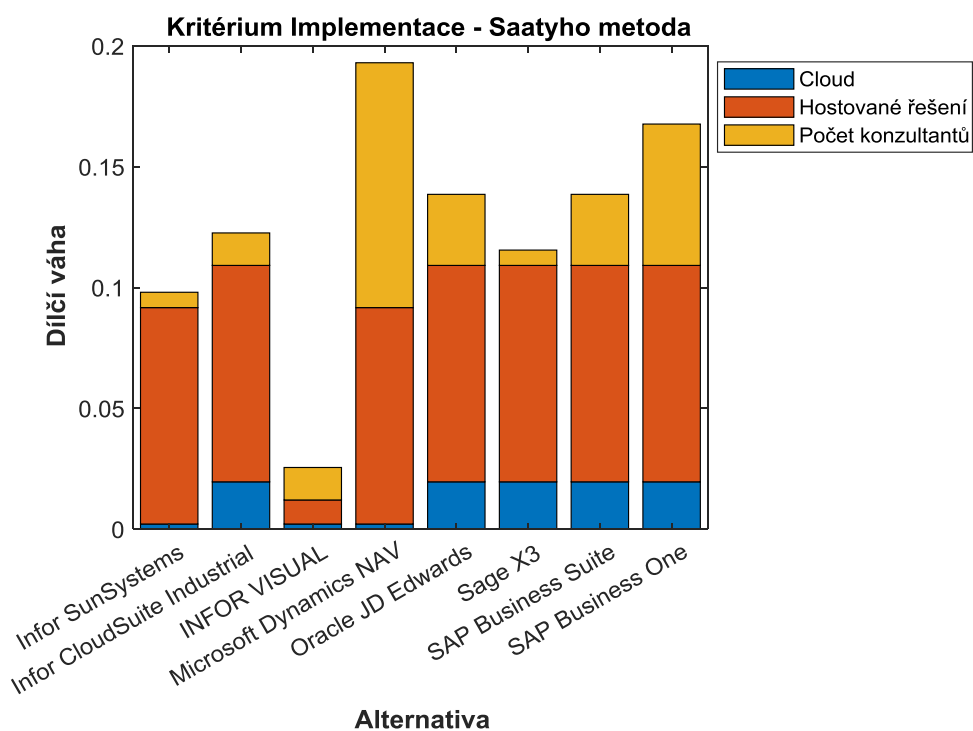


**Obrázek 101:** Dílčí ohodnocení kritérií – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*

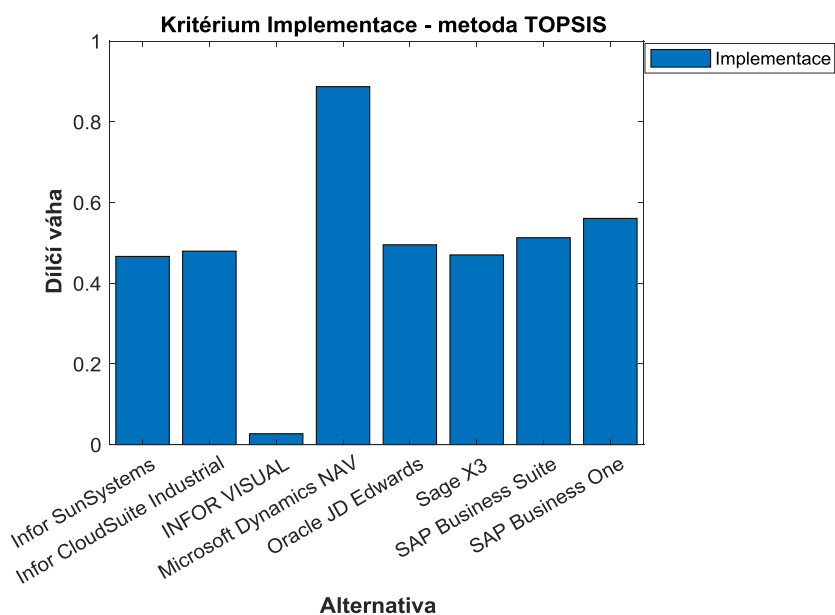
Nakonec budou ukázány upravené grafy, které se zobrazí při kliknutí na tlačítka „Kritérium 1“ až „Kritérium 7“. Jaké grafy se zobrazí při použití Saatyho metody, respektive metody TOPSIS je následující:

- Kritérium „Implementace“ – obrázky 102 a 103,
- Kritérium „Finance“ – obrázky 104 a 105,
- Kritérium „Logistika“ – obrázky 106 a 107,
- Kritérium „Výroba“ – obrázky 108 a 109,
- Kritérium „Specializace“ – obrázky 110 a 111,
- Kritérium „Architektura“ – obrázky 112 a 113,
- Kritérium „Využití systému v praxi“ – obrázky 114 a 115.



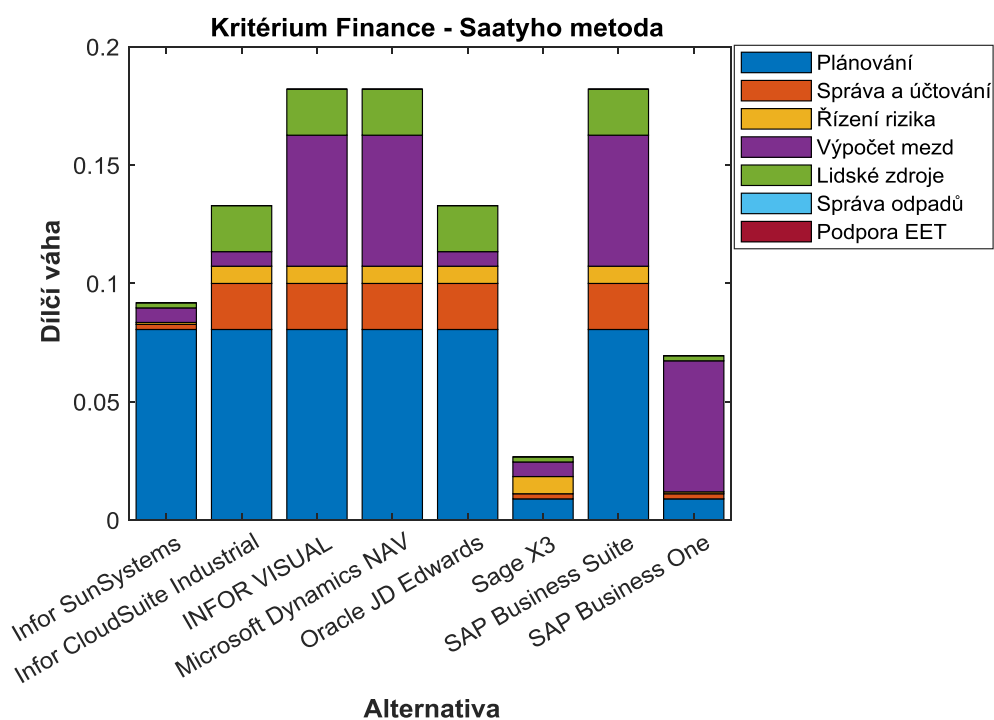
**Obrázek 102:** Kritérium Implementace - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



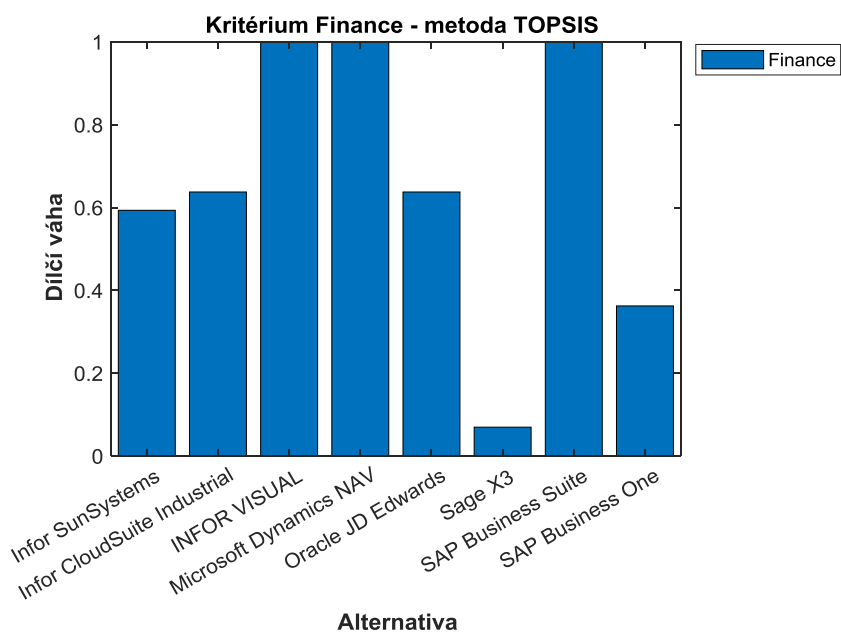
**Obrázek 103:** Kritérium Implementace – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



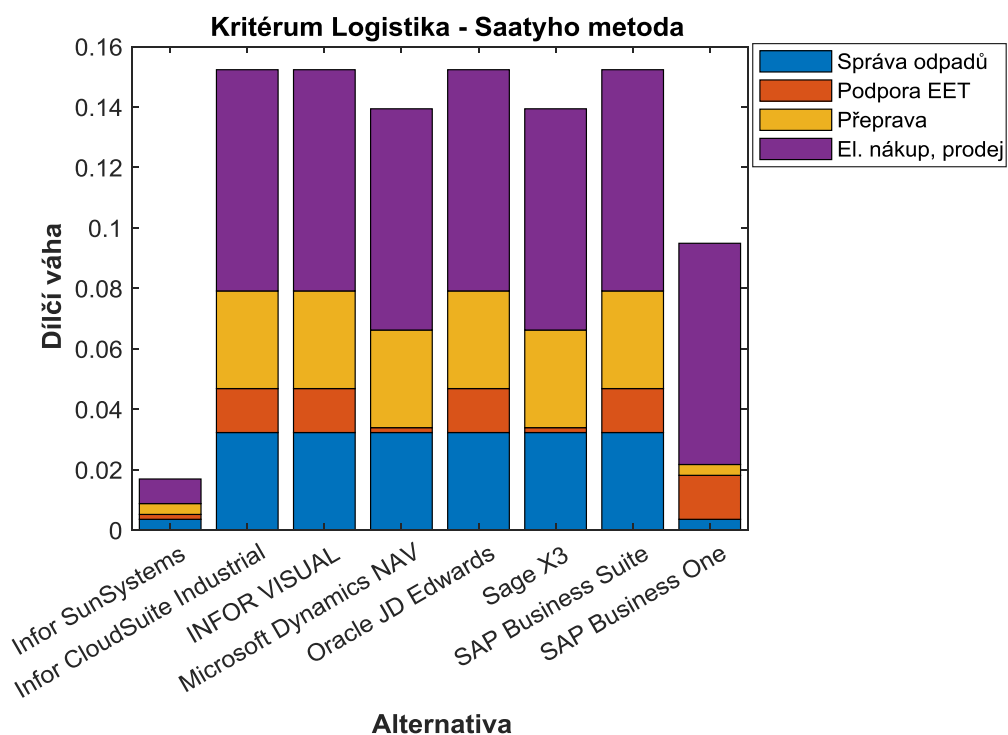
**Obrázek 104:** Kritérium Finance - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



**Obrázek 105:** Kritérium Finance – metoda TOPSIS

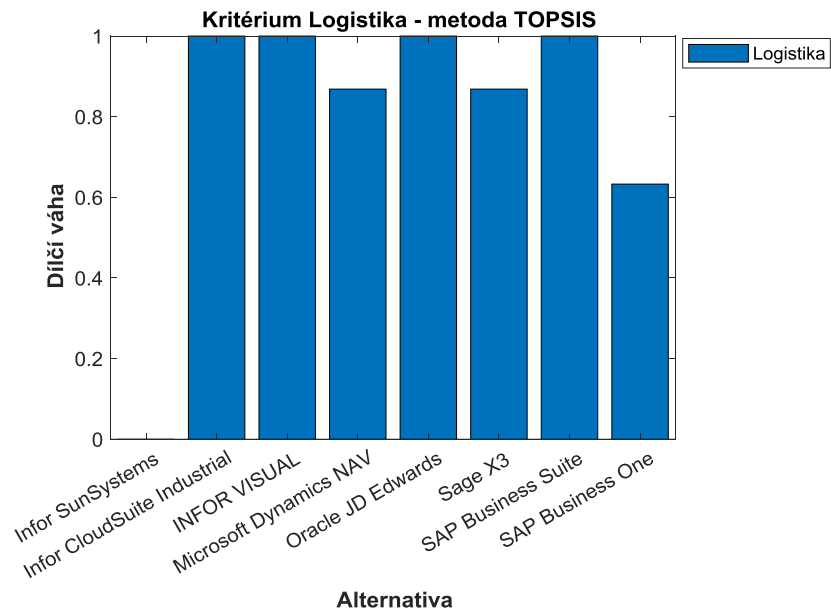
*Zdroj: Vlastní zpracování.*



**Obrázek 106:** Kritérium Logistika - Saatyho metoda

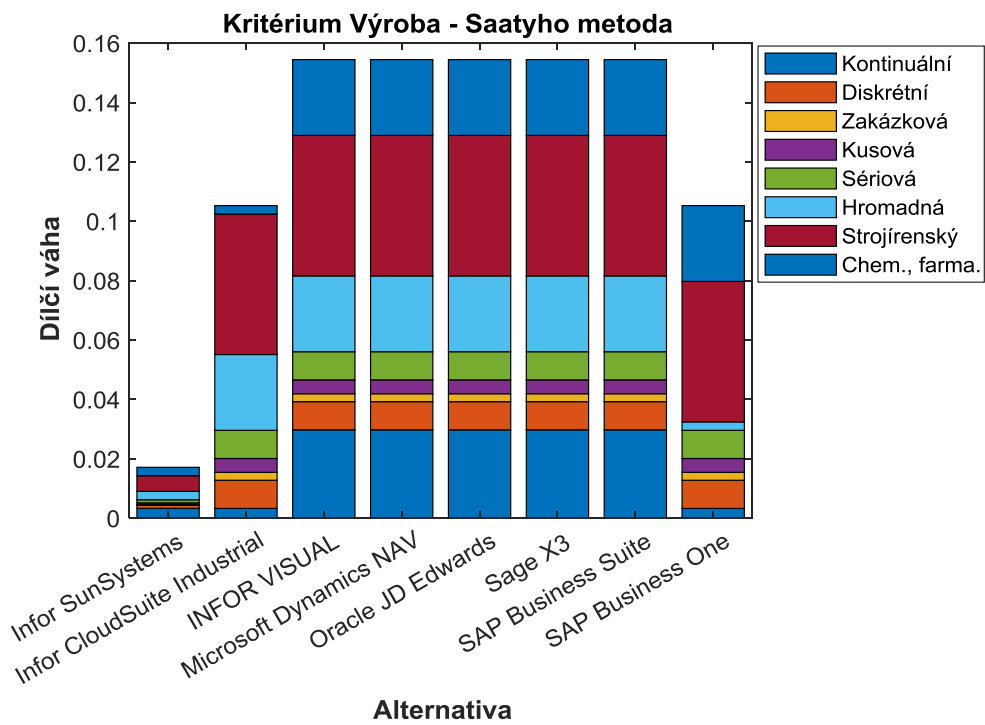
*Zdroj: Vlastní zpracování.*





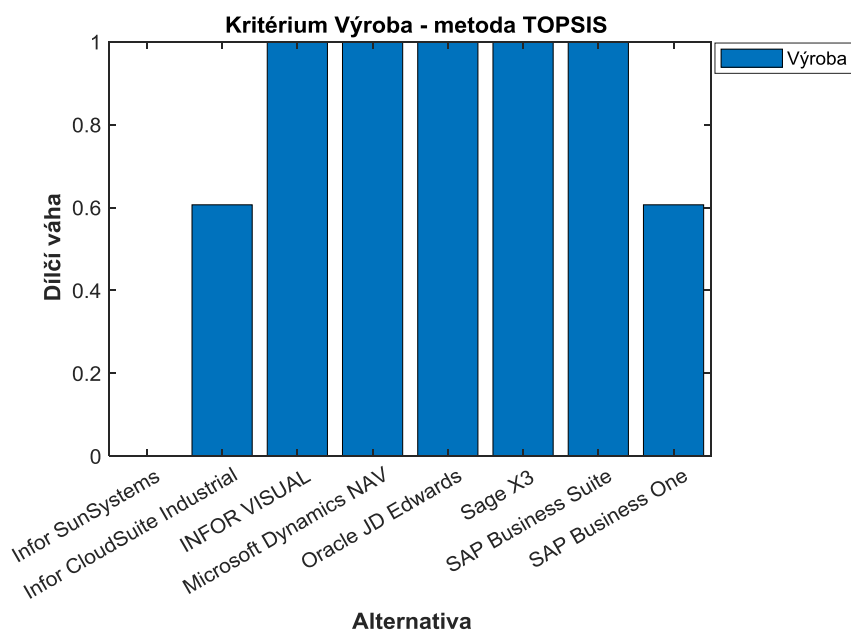
**Obrázek 107:** Kritérium Logistika – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



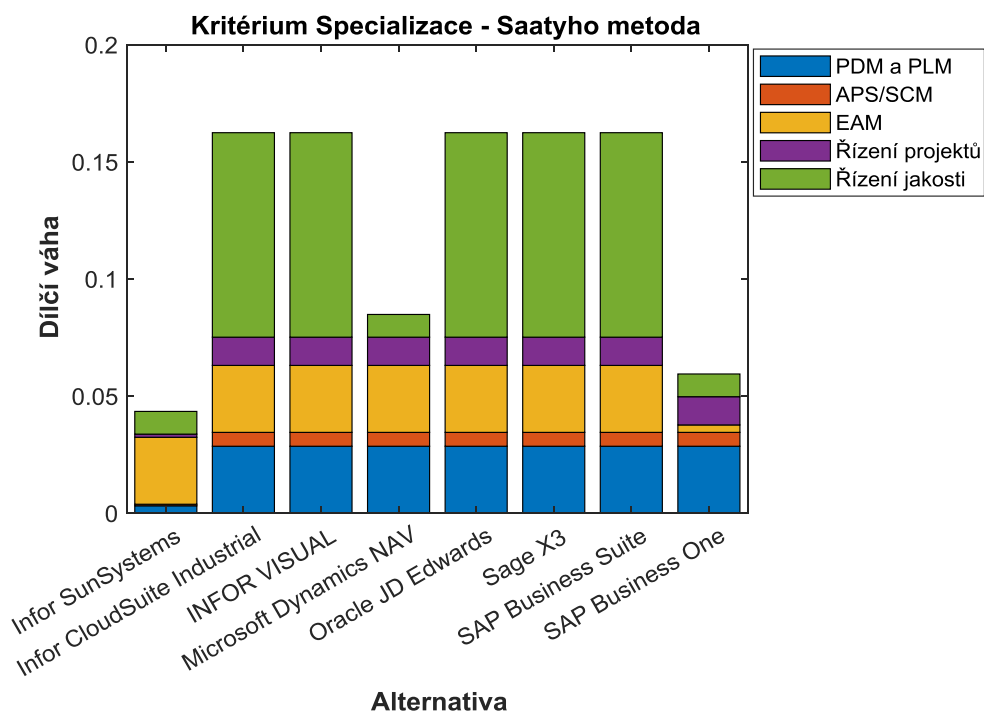
**Obrázek 108:** Kritérium Výroba - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



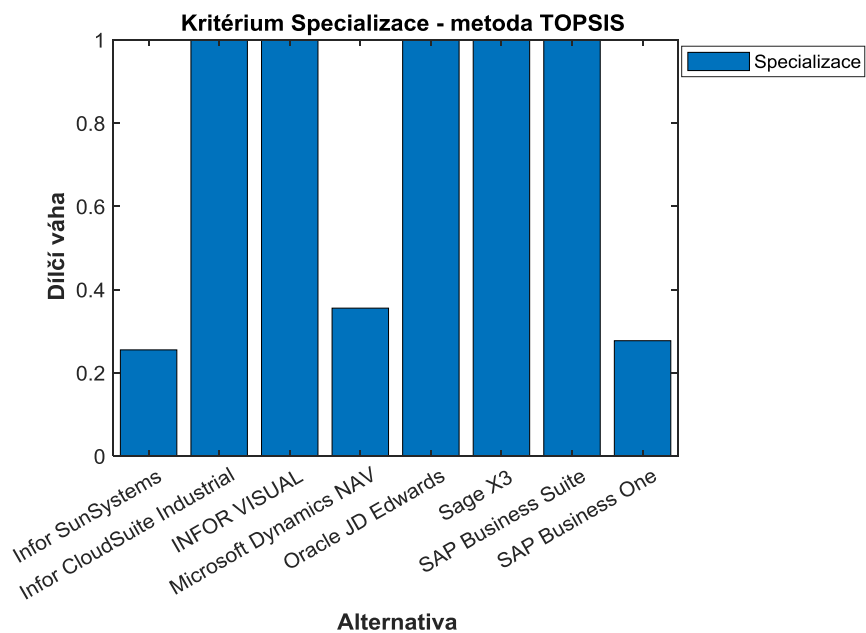
**Obrázek 109:** Kritérium Výroba – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



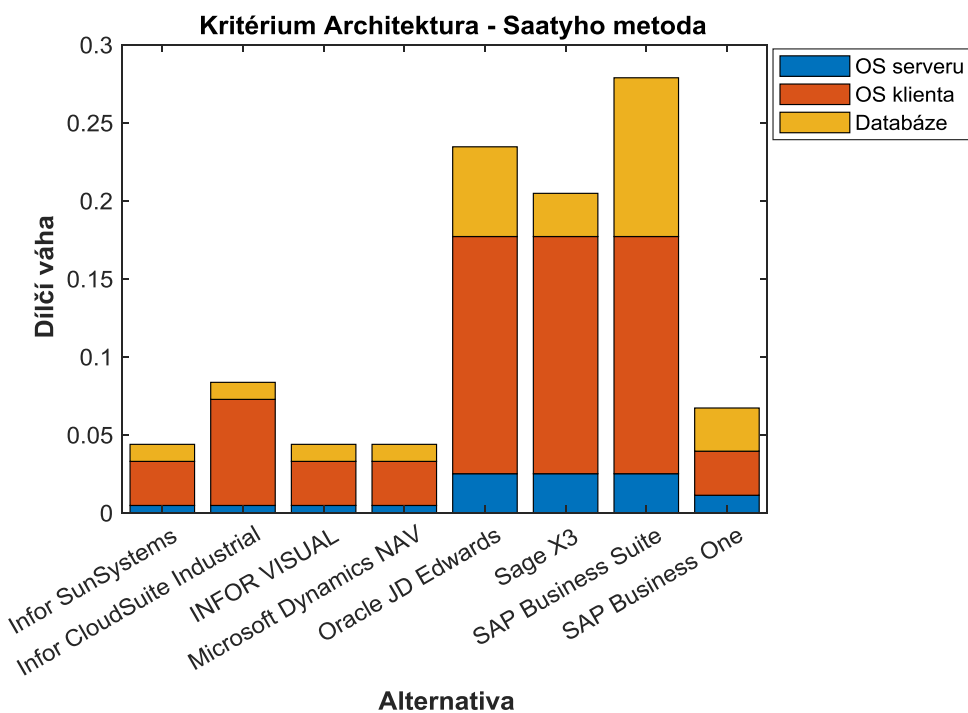
**Obrázek 110:** Kritérium Specializace - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



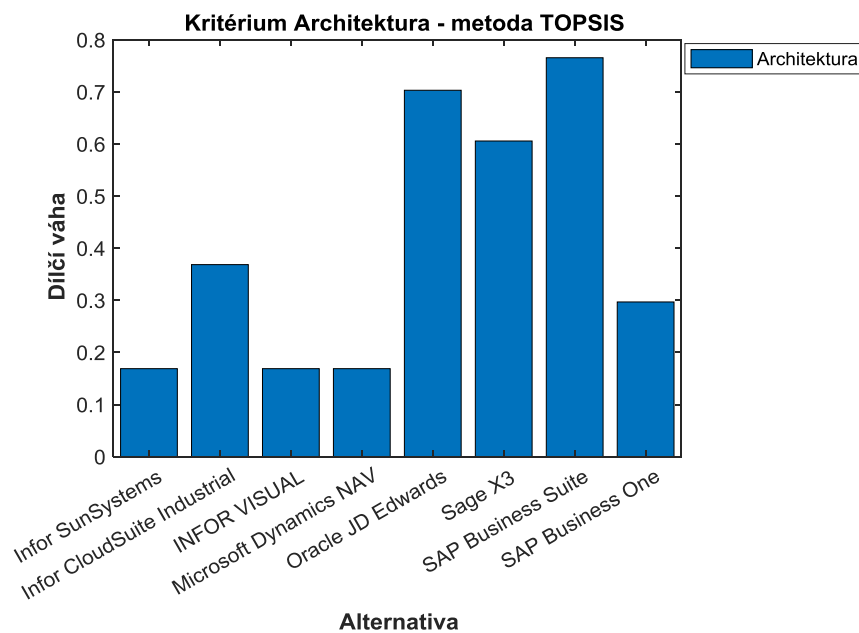
**Obrázek 111:** Kritérium Specializace – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



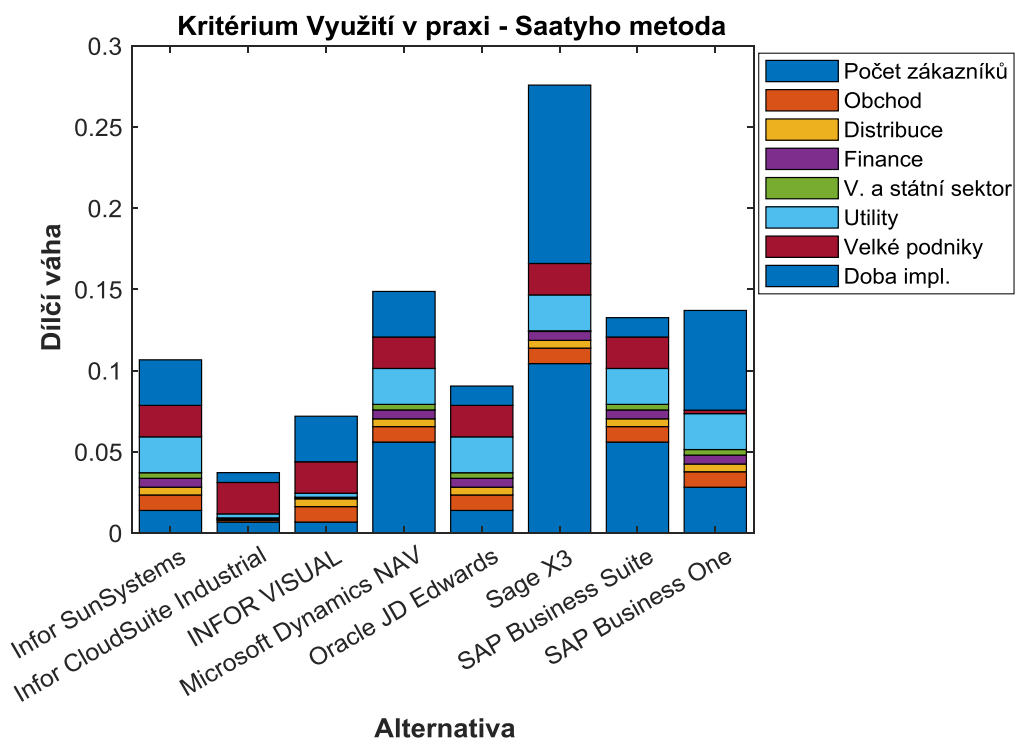
**Obrázek 112:** Kritérium Architektura - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



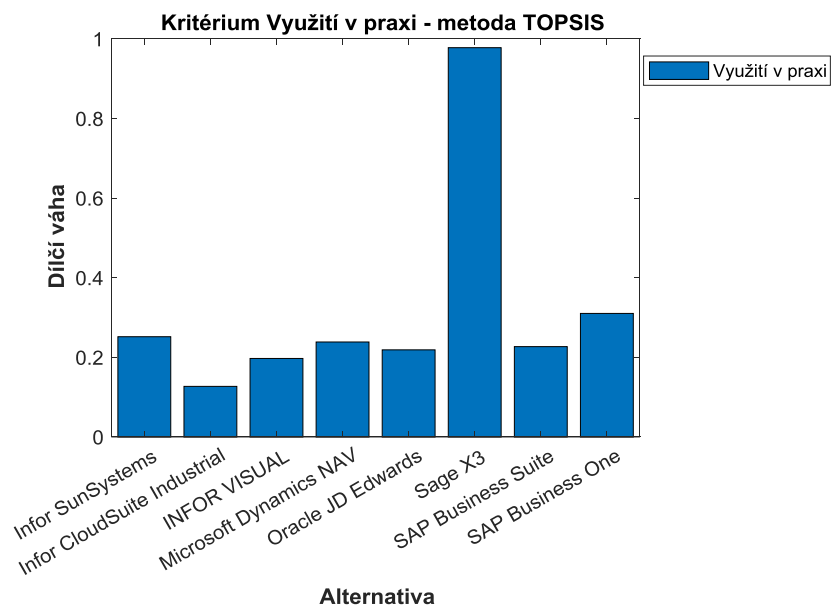
**Obrázek 113:** Kritérium Architektura – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



**Obrázek 114:** Kritérium Využití v praxi - Saatyho metoda

*Zdroj: Vlastní zpracování.*



**Obrázek 115:** Kritérium Využití v praxi – metoda TOPSIS

*Zdroj: Vlastní zpracování.*