

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky

**NÁVRH GRAPHICAL USER INTERFACE
V MATLAB-U K PROBLEMATICE
VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ**

Hana Moulisová

Bakalářská práce
2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana Moulisová**
Osobní číslo: **E090186**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Regionální a informační management**
Název tématu: **Návrh Graphic User Interface v MATLAB-u
k problematice vícekritériálního rozhodování**
Zadávající katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Předpokládaným výstupem bakalářské práce bude:

1. Popis vybraných metod vícekritériálního rozhodování (MCDM)
2. Návrh Graphic User Interface (GUI) v MATLAB-u
3. Ukázkové řešení GUI algoritmů MCDM pro dva vybrané příklady

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

cca 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

[1] ZAPLATÍLEK, Karel; DOŇAR, Bohuslav. **MATLAB : pro začátečníky**. 1. vydání. Praha : BEN - technická literatura, 2003. 144 s. ISBN 80-7300-095-4.

[2] ZAPLATÍLEK, Karel; DOŇAR, Bohuslav. **MATLAB : tvorba uživatelských aplikací**. 1. vydání. Praha : BEN - technická literatura, 2004. 216 s. ISBN 80-7300-133-0.

[3] FOTR, Jiří et al. **Manažerské rozhodování : postupy, metody a nástroje**. 1. vyd. Praha : Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.

Vedoucí bakalářské práce:


doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

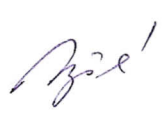
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce:

4. října 2011

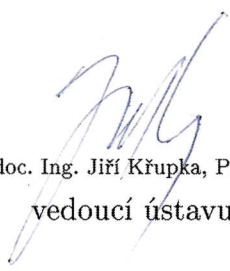
Termín odevzdání bakalářské práce:

30. dubna 2012


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.


doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 4. října 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, 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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 3. 2012

Hana Moulisová

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce doc. Ing. Jiřímu Křupkovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji paní Magdaleně Sedláčkové z firmy TRANSED, která mi poskytla potřebné materiály, informace a rady pro zpracování mé bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu, která mi byla věnována po celý čas studia.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá problematikou vícekriteriálního rozhodování. Cílem této práce je návrh grafického uživatelského rozhraní s ukázkovými příklady pro tuto problematiku. Součástí práce jsou dva řešené příklady, které ukazují rozhodovací problémy a následné postupy vyhodnocení optimální varianty. Příklady jsou řešeny pomocí metod párového porovnání.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rozhodování, vícekriteriální rozhodování, AHP, Saatyho metoda, Binární porovnání, GUI, MATLAB.

TITLE

The Concept of a Graphical User Interface in MATLAB in the issue of Multi-Criteria Decision Making.

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the problems of Multi-Criteria Decision Making. The aim is to design a concept of a graphical user interface and demonstrate it with some examples. As an integral part of this thesis you will find solutions of two problems, which demonstrate the issue of Decision Making, with following procedures to evaluate the optimal option. These two examples are solved using the binary comparison method.

KEYWORDS

Decision Making, Multi-Criteria Decision Making, AHP, Saaty method, Binary comparison, GUI, MATLAB.

Obsah

Seznam obrázků.....	7
Seznam tabulek.....	8
Seznam zkratk.....	9
ÚVOD.....	10
1 ROZHODOVÁNÍ.....	12
1.1 Rozhodovací procesy.....	13
1.2 Prvky rozhodovacího procesu.....	14
1.3 Struktura rozhodovacích procesů.....	16
1.4 Dobře a špatně strukturované problémy.....	22
1.5 Rozhodování při různých podmínkách informovanosti.....	23
2 POPIS VYBRANÝCH METOD MCDM.....	26
2.1 Binární porovnání.....	27
2.2 Návrh příkladu Binární porovnání.....	28
2.3 Saatyho metoda.....	31
2.4 Návrh příkladů Saatyho metody.....	34
3 NÁVRH GRAPHICAL USER INTERFACE V MATLAB-u.....	39
3.1 Seznámení s programem MATLAB.....	39
3.2 Vytvoření GUI za pomoci GUIDE.....	40
3.2.1 Návrh GUI.....	41
3.2.2 Grafické rozvržení.....	41
3.2.3 Programování GUI.....	43
3.2.4 Uložení a spuštění GUI.....	44
3.3 Návrh příkladu GUI.....	45
3.4 Transformace počtu variant a kritérií.....	47
3.5 Porovnání GUI s programem CDP.....	50
ZÁVĚR.....	52
Seznam literatury.....	54
Seznam příloh.....	57

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozhodovací systém Zdroj: upraveno z [5]	13
Obrázek 2: Kroky rozhodovacího procesu. Zdroj: přeloženo a upraveno z [11]	17
Obrázek 3: Proces Určení požadavků. Zdroj: upraveno z [11].....	18
Obrázek 4: Proces Definice alternativ. Zdroj: upraveno z [11].....	19
Obrázek 5: Proces Definice kritérií. Zdroj: upraveno z [11]	20
Obrázek 6: Proces Hodnocení alternativ. Zdroj: upraveno z [11]	21
Obrázek 7: Trojúrovňová AHP hierarchie. Zdroj: upraveno z [4]	33
Obrázek 8: Graf optimální varianty výběru grafické karty Saatyho metoda	37
Obrázek 9: Graf celkového hodnocení – Binární porovnání	37
Obrázek 10: Graf celkového hodnocení - Saatyho metoda	38
Obrázek 11: Založení nového projektu GUI.....	41
Obrázek 12: The Layout Editor uživatelského rozhraní. Zdroj: upraveno z [23].....	42
Obrázek 13: Vlastnosti jednotlivých uicontrol	43
Obrázek 14: Odlišnosti zobrazovacích a ovládacích grafických objektů	44
Obrázek 15: Vzhled GUI pro příklad MCDM.....	45
Obrázek 16: Help k ovládání rozhodovací software.....	46
Obrázek 17: Popis rozhodovací matice ke konkrétnímu příkladu	46
Obrázek 18: Výsledná alternativa výběru grafické karty v GUI	47
Obrázek 19: Saatyho matice kritérií v GUI	47
Obrázek 20: Minimální možný počet zvolených variant a kritérií	48
Obrázek 21: Úprava zdrojového kódu	49
Obrázek 22: Transformace GUI a vyhodnocení Binárním porovnáním.....	49
Obrázek 23: Testování výpočtu GUI v programu CDP.....	50
Obrázek 24: Výsledek GUI k porovnání s CDP.....	51
Obrázek 25: Vyplněný dotazník IT techniků.....	II

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozhodovací matice hypotečního úvěru.....	29
Tabulka 2: Významnost kritérií hypotečního úvěru	29
Tabulka 3: Binární porovnání pro příklad hypotečního úvěru	30
Tabulka 4: Celkové hodnocení variant vůči jednotlivým kritériím	31
Tabulka 5: Saatyem doporučená stupnice intenzity významu.....	32
Tabulka 6: Příklad výběru grafické karty pomocí Saatyho metody	35
Tabulka 7: Významnost kritérií grafické karty.....	35
Tabulka 8: Saatyho matice.....	36
Tabulka 9: Celkové hodnocení Saatyho metody	36
Tabulka 10: Binární porovnání variant pro jednotlivá kritéria	I
Tabulka 11: Porovnání variant pro jednotlivá kritéria Saatyho metoda	III
Tabulka 12: Komponenty GUI a jejich popis	IV

Seznam zkratek

AHP	Analytický hierarchický proces (Analytical Hierarchy Process)
GUI	Grafické uživatelské rozhraní (Graphical User Interface)
GUIDE	Grafické uživatelské rozhraní vývojového prostředí (Graphical User Interface Development Environment)
IT	Informační technologie (Information Technology)
K	Kritérium
MATLAB	zkratka z MATrix LABoratory
MCDM	Vícekriteriální rozhodování (Multi-Criteria Decision Making)
OS	Operační Systém

ÚVOD

Počítače a internet hrají velmi důležitou roli při zlepšování lidského života. Zavedení informačních technologií a využívání internetu také mezi širokou populací učinilo vše snadné, flexibilní a dostupné. Postupně došlo k zapojení technologie v mnoha různých oblastech, jako je vzdělávání, nákup, prodej, podnikání a rozhodování. Právě rozhodovací proces a jeho nenáročnou provázanost nám přibližují informační technologie, které zjednodušují tolik každodenních činností, že jejich použití vnímáme jako běžné. Dnešní dynamická doba nutí jedince ve společnosti, firmy nebo podniky ke stálé inovaci. Díky vystavování se stále zvětšujícímu tlaku ze strany konkurence, přistupují podniky k integraci technologií, které přináší žádoucí urychlení jednotlivých procesů. Světová globalizace trhů s sebou nese nebývalou provázanost, která vytváří nejen velké množství příležitostí, ale také hrozeb. Proto rozhodnutí, která činíme, jsou mnohdy velmi důležitá s ohledem na náš celý budoucí vývoj. Rozhodování představuje komplikovaný proces nejen pro jednotlivé podniky, ale častokrát i domácnosti musí promyslet důsledky svých rozhodnutí. Výzva k výběru správné alternativy, však nebývá vždy jednoznačná a jednoduchá, proto k němu napomáhá hodnocení více kritérii. S prvním nápadem na více kritérii přišel v 18. století Benjamin Franklin, který na list papíru z jedné strany napsal argumenty ve prospěch rozhodnutí (tj. kladné) a na druhou stranu argumenty proti rozhodnutí (tj. záporné) [1]. Tento způsob někteří běžně používají jistě dnes, ale při výrazně vyšší investici či zásadním rozhodnutí, které má ovlivňovat delší dobu trvání, je nutno zvolit sofistikovanější způsob řešení.

Co je tedy cílem práce zabývající se problematikou rozhodování z pohledu více kritérií? Hlavním cílem je návrh grafického rozhraní, aby každý uživatel snadno dosáhl optimálního rozhodnutí v rámci této problematiky za individuálně zvolených preferencí každého uživatele. Předtím je však nezbytné se komplexně seznámit s tím, co je rozhodování obecně a proč se v praxi využívá více kritérií. Dále bude nutné před samotným návrhem grafického rozhraní nadefinovat možnosti výpočtu pomocí různých metod vícekritériálního rozhodování.

Kromě toho nás zajímá význam rozhodování pro podniky i jednotlivce a možnost urychlení rozhodování pomocí informačních technologií. K tomu bude

na základě rešerše odborné literatury v rámci této práce vytvořen rozhodovací software v programovém prostředí MATLAB za pomoci jeho vestavěného nástroje GUIDE. Dalším cílem práce je demonstrovat na navržených příkladech řešení uživatelského rozhraní za použití vícekritériálních rozhodovacích metod. Konkrétně bude předložen reálný případ rozhodování firmy TRANSED při volbě hypotečního úvěru a příklad ze života – výběr grafické karty. Oblast GUI (Graphical User Interface) umožňuje uživateli seznámit se s oběma příklady a zvolit si, jak významnost jednotlivých kritérií, tak metodu rozhodování. Selektace metody řešení bude libovolná a bude skýtat možnost výpočtu Saatyho metodou či Binárním porovnáním. Při řešení příkladů bude využit nejen zmiňovaný program MATLAB, ale i program Microsoft Office Excel 2007.

1 ROZHODOVÁNÍ

S rozhodováním se člověk setkává každý den, ať v životě soukromém nebo pracovním, vždy je potřeba dojít k určitému závěru – rozhodnutí a poté jej umět aplikovat v praxi. Rozhodnutí ovlivňují budoucí vývoj nejen jednotlivce, ale i celé firmy a jeho okolí, které s ním souvisí. Neměla by být tedy činěna bez uvážení a patřičné přípravy.

Tato kapitola se zaměří na rozhodování spíše z pohledu ekonomického, ale pro upřesnění pojmů a definic budou uvedeny příklady z běžného života, aby došlo k jejich správnému porozumění. Rozhodování bývá často spojováno s pojmem řízení a mnohdy je řízení považováno za synonymum, ale zde je potřeba vymezit jasné hranice. Řízení v podniku úzce souvisí s rozhodováním, především z důvodu, že představuje jednu ze souběžných funkcí¹, které manažer při chodu podniku běžně vykonává. Význam rozhodování se projevuje v kvalitě výsledku procesu řízení a ovlivňuje zásadním způsobem efektivnost fungování a budoucí prosperitu organizace. Není tedy divu, že v odborné literatuře jsou tyto dva pojmy běžně zaměňovány. Je ale důležité uvědomovat si i drobné nuance.

Řízení podniku představuje velice složitý a komplexní systém se složitými vazbami, vyplývající ze skutečnosti, že podnik sám o sobě je velmi komplikovaný organismus. Jeho jednotlivé články, zabývající se různými činnostmi, nemohou účinně fungovat bez určité koordinace a vzájemné propojenosti. Všechny soubory prvků, mezi nimiž existují vztahy, musí vzájemně komunikovat a být věcně propojeny v posloupnost mnohdy opakujících se a na sebe navazujících kroků [2].

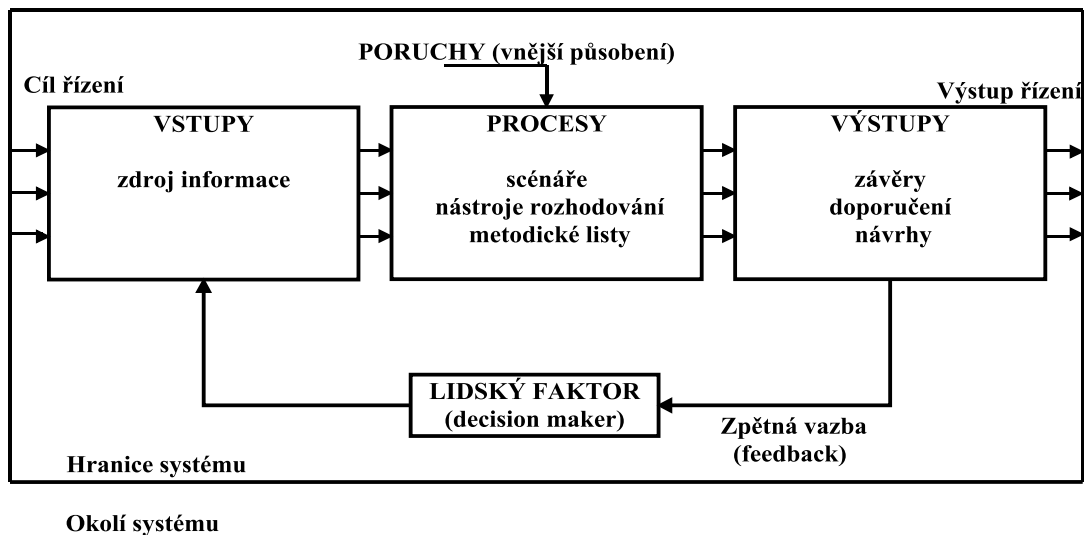
Rozvojem výpočetní techniky dochází k pronikání počítačů do rozhodovacích procesů. *Systémový přístup* a použití nejnovějších poznatků výpočetní techniky, tedy i poznatky z fuzzy logiky² či algoritmizace³ jsou klíčovými řešeními k úspěšnému řízení nebo rozhodování. Systém rozhodování lze označit za dynamický z důvodu závislosti na veličině času. Vztahy mezi transformovanými vstupy a výstupy hodnot v právě

¹ Souběžné manažerské funkce v podniku se provádějí neustále a bez větší návaznosti na předchozí úkon – analýza, rozhodování, implementace; závislost jednotlivých kroků je pozorovatelná u manažerských funkcí tzv. následných.

² Chápán systém založený na fuzzy logice, který má jasně definovaný matematický popis, strukturu a je moderním směrem v řízení.

³ Algoritmus – vymezuje postup, jak dosáhnout úspěšného řešení, zde rozhodnutí.

daném čase se tedy budou těžko znovu opakovat stejným způsobem. Na obrázku 1 jsou znázorněny vstupy a výstupy systému rozhodování, odděleny hranicí okolního prostředí [3, str. 149; 4, str. 11]. Důležitým krokem je zhodnocení rozhodnutí, jelikož bez zpětné vazby by se nejednalo o úplný a efektivní systém, který má pro rozhodování vypovídající hodnotu. Posouzení rozhodovatele (*decision maker*), zda došlo ke splnění stanovených cílů řízení, je podstatnou částí pro závěrečnou činnost před finální implementací do praxe.



Obrázek 1: Rozhodovací systém Zdroj: upraveno z [5]

1.1 Rozhodovací procesy

Rozhodovací procesy představují jednu z nejvýznamnějších funkcí manažera na třech úrovních řízení podniku [6, str. 11]:

- 1) nejnižší úroveň (*low management*) – **řízení operativní**, které se zabývá řízením ve vybrané oblasti v krátkém časovém horizontu a výsledek práce je na první pohled viditelný, např.: účetnictví, které pro účetní představuje automatizaci typických úloh a úkonů prováděné rutinním způsobem,
- 2) střední úroveň (*middle management*) – **taktické řízení**, definuje potřebné návody, které vedou k vyjádření odpovídajících plánů, a s touto úrovní mnohdy související analýzy či grafické výstupy, např.: výplaty mezd zaměstnancům,
- 3) vrcholová úroveň (*top management*) – **řízení strategické**, dlouhodobé cíle podniku častokrát tvořené formou predikce na základě podkladů z přítomnosti a minulosti, např.: celopodniková strategie financí.

Na všech řídicích úrovních je rozhodování nedílnou součástí funkcí každého manažera. S rozhodováním se však potýká i jedinec v běžném životě. Každý člověk je manažerem svého života a veškerá rozhodnutí mají vliv na další výkonnost a prosperitu ať už jednotlivce nebo organizace.

O rozhodovacích procesech neboli **procesech řešení rozhodovacích problémů** se hovoří při splnění nutné podmínky. Nutnou a mnohdy postačující podmínkou je možnost výběru minimálně ze dvou variant řešení na základě hodnot a preferencí rozhodovatele a tedy možnosti volby. V případě problému pouze s jediným možným řešením nebude v procesu etapa hodnocení stanovených variant a nedefinuje se jako rozhodovací problém [6, str. 112; 7, str. 17]. Naproti tomu v případě složitějších rozhodovacích problémů je potřeba použití komplexnějších metod pro dosažení vhodného řešení. Těmi se práce bude podrobněji zabývat v kapitole č. 2.

1.2 Prvky rozhodovacího procesu

Pro definování rozhodovacího procesu je nezbytné nejprve stanovit a charakterizovat vymezení pojmů neboli prvků v procesu, bez kterých by orientace v uvedené problematice byla jistě složitější. Mezi základní prvky většina dostupné literatury řadí [3, str. 149; 8, str. 45-46; 9, str. 25-30]:

Cíl rozhodování neboli stav, kterého se chce dosáhnout. V rozsáhlém a komplikovaném systému jakým je podnik se v praxi nejedná o jeden konkrétní, ale o množinu několika cílů najednou. Praxe uvádí možné kombinace dvojice cílů dané množiny, které se mohou očitnout vůči sobě ve vztahu. Naplnění jednoho cíle přispívá k naplnění druhého a nazývá se jako tzv. komplementární vztah (př. maximalizace spokojenosti zákazníků, která působí na uspokojení druhého cíle - dosažení největšího podílu na trhu). Opačná situace nastává, když si jsou cíle v konkurujícím vztahu a jeden cíl působí proti druhému (př. snížení výrobních nákladů díky technické inovaci a druhým cílem – zvýšení spokojenosti pracovníků). Poslední vztah, který dostupná literatura uvádí, se označuje jako neutrální, kdy naplňování jednoho cíle nemá žádný vliv na naplňování druhého cíle. Forma vyjádření cíle záleží na rozhodovateli a může být kvantitativní nebo kvalitativní.

Kritéria hodnocení si stanovuje většina rozhodovatelů individuálně, poněvadž každý připisuje kritériu jinou významnost. První rozdělení bývá často z hlediska

přístupu. Ten může být: maximalistický (např. požadujeme zvýšení zisku nebo nejvyšší míru bezpečnosti automobilu) nebo minimalistický (např. chceme snížit náklady nebo nakupovat za nejnižší cenu) k danému kritériu. Přístup ke konkrétní věci, zboží, službě atd. v konkrétní úloze by se neměl stanovit odlišně pro jednotlivá kritéria. To tedy znamená, že se v jednom příkladu objeví pouze maximalistické či minimalistické vyjádření.

Subjekt rozhodování znázorňuje buď jednotlivec (individualista⁴), který nese veškerou odpovědnost za důsledky svého rozhodnutí, anebo skupina (kolektiv⁵). Zjednodušeně řečeno je to ten, kdo se vysloví pro konkrétní řešení. Významný krok následuje až po fázi určení subjektu, kdy řídicí subjekt účelně a cílevědomě působí na řízený objekt.

Objektem se rozumí zjištěný problém z konkrétní části organizace, v níž vznikl. Daný úsek situaci zkoncipuje a vytvoří cíl řešení, kterého se rozhodování týká. Veškeré kroky je dobré provádět v souladu s možnými změnami řízeného objektu. Například oddělení telemarketingu zjistí úbytek poptávky nabízeného zboží (objekt) a přenechají vytvoření cílů řešení jinému oddělení. Za objekt se tedy pokládají především problémy, o kterých se rozhoduje.

Variety rozhodování a jejich důsledky představují způsob rozhodování subjektu, který má vést k uskutečnění stanovených cílů. U prostých rozhodovacích problémů jsou varianty výsledků předem známy, např.: pouze jediné možné řešení. U komplikovanějších tvorba variant znamená složitý proces vyhledávání a zpracování informací, než se docílí požadovaného řešení.

Stavy světa představují okolní prostředí, ve kterém se subjekt nachází a nemůže je velkým způsobem ovlivnit (např. počasí), pouze jej může s jistou pravděpodobností předpokládat (např. ekonomika v recesi – přizpůsobit jednání společnosti vůči stavu okolí). Vnitřní i vnější okolí je nedílnou součástí každého rozhodnutí.

⁴ Zde chápán jako kvalifikovaný vedoucí, který je vybaven pravomocí rozhodovat.

⁵ Kolektivu přisuzovaná pravomoc a odpovědnost za důsledky uplatněny při realizaci rozhodování – forma demokratického přístupu, jako například hlasování Poslanecké sněmovny ČR.

1.3 Struktura rozhodovacích procesů

Počátek rozhodování začíná s identifikací subjektu nebo subjektů (*decision makers*) a zúčastněných stran (*stakeholders*⁶). Potřebné je samozřejmě nadefinovat veškeré prvky procesu, které pokud se správně vymezí hned na začátku, snižují budoucí neshody. Tím jsou myšleny rozpory, které mohou nastat v případě špatného definování prvků ohledně definice problémů, požadavků, cílů a kritérií. Těmto počátečním postupům by měla být věnována zvýšená pozornost a vše by mělo být s časovou náročností pečlivě připraveno. Zamezí se tak nedbalému připravení a snaží se doba trvání procesu.

Rozhodovací proces vyplývá ze všeobecně známého postupu, který si vymezuje splnit nutnou podmínku **minima dvou alternativ**. V případě podmínky jedné alternativy se totiž hovoří pouze o prostém problému, který má jen jediné řešení. Dále je nutno zvolit větší počet kritérií, než stanovených alternativ (tedy tři a více kritérií), a to vše v návaznosti na vybrané metody *za jistoty, rizika, nejistoty*, (kterým se práce bude věnovat později). Dodržení postupu přináší dosažení úspěšného výsledku a tedy **optimální varianty** řešení [9, str. 17, 32].

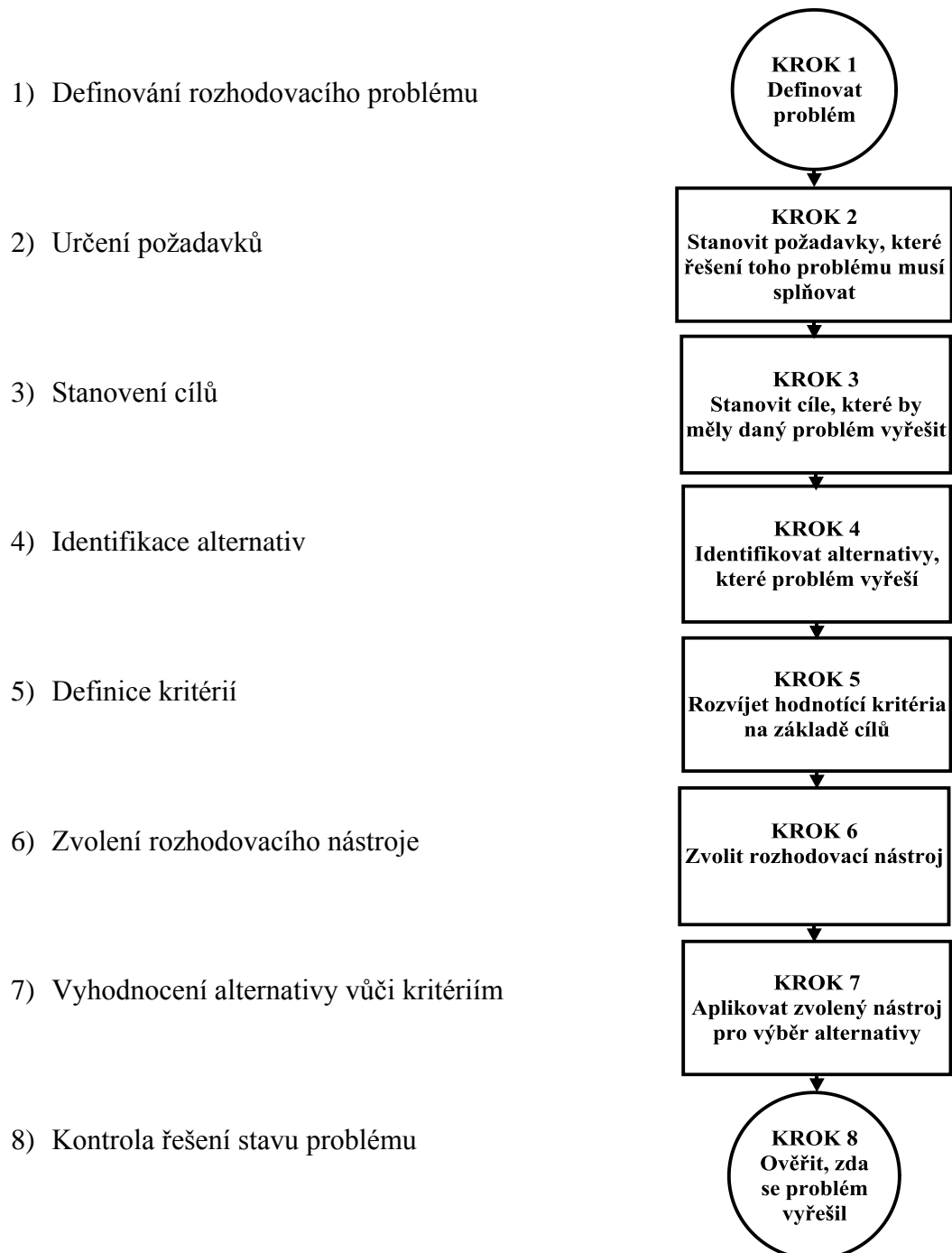
Maximalistický nebo minimalistický přístup k rozhodovacímu procesu závisí na rozlišovací úrovni, kterou si subjekt zvolí. Odborné texty rozdělují proces do jednotlivých kroků více způsoby, a to buď:

- a) **podrobněji** nebo
- b) **agregovaněji**, kde se pracuje s relativně malým počtem kroků rozhodovacího procesu.

Jednodušší je způsob b), který postačuje ke každodennímu nebo nárazovému rozhodování. Nedodává však potřebnou a v mnohých případech vyžadovanou míru podrobnosti a odbornosti, proto následující rozdělení vychází z a) členitějšího způsobu.

⁶ Termínem *stakeholders* jsou v angličtině označováni činitelé mající něco společného s firmou. Patří sem především vlastníci, zaměstnanci, odbory, zákazníci, dodavatelé, konkurenti, orgány státní a místní správy [10].

Některé kroky se objevují cyklicky, což znamená, že pokud není splněna podmínka řešeného kroku, vrací se do předcházejícího kroku. Uvedený obrázek 2 je znázorněn pouze acyklický a ukazuje postupné kroky, které se procházejí každý zvlášť. Vybraný způsob rozdělení, popsany v následujícím textu, vychází ze zde uvedené literatury [4, str. 28-39; 9, str. 20-24; 11, str. 18-20; 12, str. 8-12]:



Obrázek 2: Kroky rozhodovacího procesu. Zdroj: přeloženo a upraveno z [11]

KROK 1 - Definování rozhodovacího problému

Rozhodovací proces začíná až ve chvíli, když se zjistí skutečný problém, anebo když se předpokládá jeho možný výskyt. Přesné vymezení problému ovlivňuje všechny kroky, které následují. V případě, že problém je nepřesně definovaný, je každý následný krok v procesu rozhodování založen na nesprávném výchozím bodu. Definovat problém je tedy velmi důležitý první krok pro dosažení optimálního rozhodnutí. V tomto kroku musí být minimálně identifikovány příčiny, omezující předpoklady, systém a organizační hranice (znázorněno na obrázku 1) – rozhraní a všechny zúčastněné strany mají dané otázky rozhodování.

Cílem je vyjádřit problém pro všechny účastníky. Je důležité, aby decision maker a stakeholders přesně věděli, kde je problém a shodli se, jakým způsobem budou postupovat před zahájením dalších kroků.

KROK 2 - Určení požadavků

Níže uvedené schéma (obrázek 3) popisuje vstupy, které je potřeba znát před zahájením procesu *Identifikace požadavků a cílů*, a v návaznosti požadované výstupy.



Obrázek 3: Proces Určení požadavků. Zdroj: upraveno z [11]

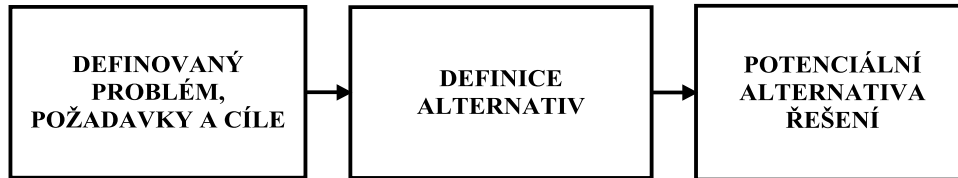
Požadavky neboli podmínky, které by mělo přijatelné řešení problému splňovat, přesně stanovují, jaké řešení problému je třeba hledat. Příkladem by mohl být požadavek na produktivitu stroje, který by vyprodukoval minimálně deset kusů za den. Veškeré jiné možnosti, které by produkovaly pouze devět jednotek denně, čímž by nesplnily stanovené požadavky, by se v rámci procesu vyřadily.

KROK 3 - Stanovení cílů

Cíle jsou většinou nastavovány tak, aby přesahovali nezbytné minimum. Vzhledem k tomu, že cíle jsou potřebné při identifikaci optimální alternativy, vytváří se před krokem 4 (definování alternativ). Někdy cíle mohou být v rozporu, ale to není neobvyklé, a neměl by to být ani důvod k obavám. Při definování cílů, není třeba vyloučit konflikt mezi nimi, ani určit relativní důležitost. Proces stanovení cílů může

navrhnout nové nebo revidované požadavky, což znamená navrácení k předchozímu kroku, které by byly následně převedeny na cíl. V každém případě, pochopení požadavků a cílů je důležité k definování alternativy.

KROK 4 - Identifikace alternativ



Obrázek 4: Proces Definice alternativ. Zdroj: upraveno z [11]

Předcházející schéma opět zobrazuje jednotlivé vstupy a výstupy do procesu *Definice alternativ* (obrázek 4). Alternativa nabízí různé přístupy ke změně původního stavu k požadovanému stavu. Rozhodnutí týmu vyhodnocuje požadavky a cíle a navrhuje alternativy, které budou splňovat požadavky. Obecně platí, že alternativy jsou odlišné ve své schopnosti, aby splňovaly stanovené cíle a požadavky. Úspěšné řešení problémů vyžaduje důkladné posouzení a popis množiny variant, mezi nimiž se rozhoduje. Proto by měl decision maker promyslet a prozkoumat veškerá alternativní řešení, která musí splňovat **podmínku srovnatelnosti**. Ta vyplývá především z možnosti porovnat varianty na shodné úrovni rozhodovacího problému. *Např. nákup automobilu střední třídy nelze kombinovat s vyšší třídou*. Alternativy, které požadavky nesplňují, musí být podrobeny k dalšímu posouzení. Jsou k dispozici následující možnosti řešení:

- a) alternativa je vyřazena,
- b) požadavek se změní, přidá nebo se odstraní,
- c) požadavek je znovu použit, jako cíl.

Popis jednotlivých alternativ musí srozumitelně ukázat, jak splňují definovaný problém a jak se různí od ostatních alternativ.

KROK 5 - Definice kritérií

Optimálním výstupem této fáze budou kritéria s přesně stanoveným měřítkem účinnosti na identifikovaných alternativách (obrázek 5).



Obrázek 5: Proces Definice kritérií. Zdroj: upraveno z [11]

Obvykle se nenajde alternativa, která bude nejlepší pro všechny cíle, které vyžadují potřebné porovnání s ostatními. Nejlepší alternativou je ta, která se nejvíce blíží stanovenému cíli. Kritéria, která se volí pro rozlišování mezi alternativami, musí být založena na cílech. Je třeba nadefinovat větší počet kritérií, než alternativ. Každé kritérium by mělo specifikovat některý z důležitých faktorů a nestát se závislým na jiném z kritérií.

Kritéria by měla být:

- schopná rozlišovat mezi alternativami,
- kompletně zahrnuta veškerými cíli,
- smysluplná k pochopení důsledků variant,
- neredundantní⁷, aby se zamezilo dvojímu započtení,
- způsobila zvládnout rozměry problému.

Některé metody mohou být použity k usnadnění kritérií výběru. Jedna z nejlepších známých metod je **brainstorming**.⁸ Kladný výsledek závisí na několika faktorech, jako je povaha úkolu, schopnosti členů skupiny a způsob interakce.

KROK 6 - Zvolení rozhodovacího nástroje

Tento krok popisuje nástroje, které mohou být použity k docílení optimální varianty. Některé z metod mohou být komplikované a těžko použitelné – záleží především na složitosti problému a zkušenosti subjektu.

⁷ redundantní - opakovaný, nadbytečný

⁸ brainstorming = generování nápadů, cílů a souvisejících kritérií týmu spolupracovníků

KROK 7 - Vyhodnocení alternativy vůči kritériím



Obrázek 6: Proces Hodnocení alternativ. Zdroj: upraveno z [11]

Cílem tohoto kroku (obrázek 6) je rozhodnutí o přednostech jednotlivých variant pomocí formulace kritérií individuálním posouzením subjektu, jelikož většinou každý jedinec upřednostňuje jiné priority. Rozhodovací problémy mohou být hodnoceny pomocí kvantitativní analýzy, kvalitativní analýzy nebo jejich kombinací. *Kvantitativní analýza* je zaměřená na kvantitu (množství) a umožňuje číselné vyjádření. Pomocí výpočtů se získávají predikovaná data např. odhad tržby porovnáním nákladů a výnosů pro každou alternativu v podobě konkrétního ekonomického ukazatele jako je rentabilita⁹ či likvidita¹⁰. V druhém případě je hodnocení kritérií z pohledu *kvalitativní analýzy*, která vyjadřuje slovní měřítko řešení a zaměřuje se na určitý segment např. ohodnocení alternativy – vyhovující, nevyhovující či rozdělení segmentu podle pohlaví muž, žena.

Citlivost a nejistota analýzy může být použita k vylepšení kvality volby rozhodovatele. **Rozhodovací analýzu** lze charakterizovat jako „*přístup k řešení složitých rozhodovacích problémů, které se snaží vzájemně integrovat exaktní postupy a modelové nástroje se znalostmi, zkušenostmi a intuicí řešitelů těchto problémů. Kritéria mohou být vyvážená a použita k hodnocení alternativ.*“ [8, str. 44]

Hodnocená varianta je popsána číslem p_i , které vyjadřuje vlastnosti užitku. Hodnocení alternativ $i \in \langle 1; n \rangle$ je možné určit několika způsoby - například seřadit dle výhodnosti, posoudit podle aspiračních úrovní, stanovit váhu variant nebo kombinací těchto metod [13, str. 10].

KROK 8 - Kontrola řešení stavu problému

Po hodnocení se vybere preferovaná alternativa, která by měla být kontrolována, tak, aby se zajistilo, že skutečně řeší problém identifikace. Probíhá porovnání

⁹ rentabilita = návratnost, výnosnost vloženého kapitálu

¹⁰ likvidita = vyjádření platební schopnosti podniku

původního problému, prohlášení cílů a požadavků. Zvolené řešení by mělo splňovat požadavky a v nejlepším případě dosáhnout cílů v rámci rozhodovací pravomoci. Závěrečná etapa se jednoznačně liší od předchozích, a to především díky konečné implementaci optimální varianty rozhodovacího problému. Systém hodnocení by měl vždy poskytovat zpětnou vazbu, aby došlo ke kvalitnímu zhodnocení neboli kontrole situace. To lze vidět na obrázku 1.

1.4 Dobře a špatně strukturované problémy

Významnou část procesu tvoří jeho struktura, kterou lze hodnotit dle proveditelnosti. V momentě, kdy jsou problémy proveditelné, mohou být algoritmovatelné¹¹ či programovatelné¹². Rozdělení do následujících dvou struktur vyplývá právě z hlediska složitosti procesu [7, str. 26-29].

Dobře strukturovatelné problémy odpovídají jednoduchosti jejich řešení. Jednoduché jsou jen z důvodu již naučeného chování a předvídatelnosti situace. Konkrétně se může jednat například o zajištění skladových zásob podniku na takové úrovni, aby se mohlo a mělo stále co prodávat. Chod ve skladu se musí udržovat a díky obratnému postupu, který se provádí každý den, je skladníkovi předem známo jaké množství dokoupit. Tento příklad na základě zhodnocení ubývajících zásob dospěl snadno k řešení. Každý jedinec se denně rozhoduje a i při volbě dobré restaurace volí postup dobře strukturovaného výsledku.

Špatně strukturovatelné problémy se naopak vyznačují svou složitostí a horší možností algoritmizace. Výskyt nesnadných úkolů převažuje ve vrcholovém a středním managementu, kde se rozhoduje inovativně, kreativně a proto nelze postupovat v různých situacích stejným způsobem. Případy složitých a proměnlivých vazeb, kde dochází ke špatnému přístupu interpretace informací, vyžadují určitou možnost zjednodušení.

¹¹ Algoritmus zde znázorňuje rozhodovací proces jednotlivých kroků, od prvního až po konečný, kde vzejde finální rozhodnutí.

¹² Takovéto jednoznačné členění v reálném světě nefunguje a většinou dochází ke kompromisu či kombinaci uvedených hodnocení.

1.5 Rozhodování při různých podmínkách informovanosti

Rozhodování při různých podmínkách informovanosti úzce souvisí s posledním prvkem rozhodovacího procesu - stavy světa (viz 1.2). Pojmy „riziko a nejistota“ znázorňují extrémní pravděpodobnosti odhadu průběhu a výsledku rozhodování. Doposud se práce zabývala rozhodováním při jistotě, což znamená dostupnost informací, a výběr varianty přináší s jistotou určitý důsledek. Vyjma rozhodování za jistoty existují rozhodování za rizika a nejistoty (popsáno níže) [14, str. 7-11].

Rozhodování za jistoty

Jistota reprezentuje stav okolí ve sledované oblasti. Tento stav je pouze jeden a pravděpodobnost jeho výskytu je 100% [8, str. 47]. Situaci přiblíží následující vzorec za maximalistického přístupu [15, str. 19]:

$$f(b_j) = \max_{a_j \in B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}} \quad (1)$$

kde B je množina n rozhodovacích variant,

b_1, b_2, \dots, b_n je možné porovnávat dle jejich hodnot, kterých tyto varianty dosáhly při hodnocení podle kritérií,

a f je kritériální funkce.

Při konkurenčních cílech je subjekt vybízen rozhodnout podle kritérií, která jsou často ve vzájemně nevyhovujícím poměru, tedy varianta příhodnější podle jednoho kritéria je nutně méně výhodná z hlediska druhého kritéria. Za těchto podmínek se při rozhodování uplatňují především pravidla, kdy se subjekt soustředí pouze na jedno nejvýznamnější kritérium a ostatní dočasně nebere v potaz. Nebo subjekt vymezí rozhraní, pod které se žádné kritérium nesmí dostat a vyloučí nehodící se [6, str. 117].

Rozhodování za rizika

V podmínkách rizika je stavů okolí ve sledované oblasti více a pravděpodobnost výskytu jednotlivých stavů okolí je **známa**, jako objektivní a měřitelná nejistota. Pro dosažení výpočtu se využívá teorie pravděpodobnosti s pozitivním nebo negativním přístupem [12, str. 54]. Rozhodování za rizika uvádí matice [15, str. 26]:

$$\begin{pmatrix}
 & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\
 B_1 & b_{11}, & b_{12}, & \dots, & b_{1n} \\
 B_2 & b_{21}, & b_{22}, & \dots, & b_{2n} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 B_m & b_{m1}, & b_{m2}, & \dots, & b_{mn}
 \end{pmatrix} \quad (2)$$

kde n možných náhodných stavů C_1, C_2, \dots, C_n jejichž pravděpodobnostní rozdělení **ZNÁME**,

řádky odpovídají variantám b_1, b_2, \dots, b_m ,

sloupce odpovídají možným stavům c_1, c_2, \dots, c_n ,

b_{ij} prvky matice,

kde $i = 1, 2, \dots, m$ a $j = 1, 2, \dots, n$ vyjadřují ohodnocení důsledku rozhodnutí b_i za předpokladu, že nastala situace c_j .

Rozhodování za nejistoty

V tomto případě jde o rozhodovací problémy, kdy pravděpodobnosti stavů C_1, C_2, \dots, C_n subjektu jsou **neznámy**. Rozhodovací matice by byla ve stejném tvaru jako matice (2), ale obecně přijatelná pravidla neexistují.

S nejistotou se nejen podniky, ale i občané musí umět vypořádat. Tempo a frekvence změn v oblasti techniky a technologie se s mírou dynamických podmínek prostředí výrazně zrychluje. Přizpůsobení současnému vývoji a vlivu globalizace vyžaduje značné zvýšení komplexnosti, kterou neoplývá každý subjekt. V těchto dynamických podmínkách je třeba uvažovat na základě předpokladu vysoké míry nejistoty [16, str. 1-2].

Výstižná definice, která danou problematiku vystihuje, říká: „*Rozhodování se uskutečňuje za podmínek určitého ohraničení nejistoty, vyplývající z nedostatku informací o budoucím správném rozhodování subjektu i objektu rozhodování ve vnitřku víc, protože méně rozvinuté pravděpodobnosti pólu, s větším nebo menším rizikem*

z jeho následků, čím vytváříme jisté napětí mezi tím, co je, co chceme, aby se stalo, a co se skutečně stane.“ [4, str. 25]

Praxe vytvořila řadu základních schémat jednání subjektu k nejistotě pomocí dále uvedených kritérií. Pokud subjekt předpokládá, že všechny stavy okolí jsou stejně pravděpodobné a volí tu s nejvyšším užitekem, dalo by se předpokládat **Laplaceovo kritérium**. Dále kritérium „maxmin“ nebo „maximax“ alias **Waldeovo kritérium** uplatňuje pesimistický/optimistický subjekt a vybírá maximální/maximální hodnotu z minimálních/maximálních hodnot nebo spousta dalších možností kritérií, které však nejsou pro rozsah této práce nezbytné [12, str. 67-68].

2 POPIS VYBRANÝCH METOD MCDM

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) je anglický výraz, který se překládá jako problematika vícekriteriálního rozhodování. Vícekriteriální rozhodování a jeho hodnocení souvisí s podkapitolou 1.3 krok *Vyhodnocení alternativy vůči kritériím*. Metod neboli způsobů hodnocení je celá řada a jak je z názvu patrné, kapitola se bude zabývat modely, které charakterizují volbu varianty podle více hodnotících kritérií. Při většině reálných rozhodovacích situací se volí na základě více kritérií, které s sebou přinášejí nejen zvyšující se obtížnost výpočtu, ale také efektivnější volbu optimálního řešení. Určitý způsob zjednodušení výpočtu se nabízí za pomoci programu Microsoft Office Excel, MATLAB a dalších.

Významný přínos hodnocení alternativ pomocí více kritérií zdroj [9, str. 163] vidí v několika bodech. Rozhodovací proces působí transparentně a srozumitelně i pro méně zasvěcené subjekty. A taktéž subjekt pobízí k explicitnímu vyjadřování nad důležitostí jednotlivých hodnotících kritérií.

Většina vícekriteriálních metod hodnocení variant uplatňuje nejdříve vyjádření koeficientu významnosti, resp. váhy daného hodnotícího kritéria. Tyto váhy se obvykle normují tak, aby při jejich sečtení **byly rovny jedné**. Cílem každé z metod je dosáhnout optimální varianty řešení. Různorodost metod pro stanovení vah kritérií může být členěna podle odlišných podmínek informovanosti [9, str. 164-174].

- 1) Metody **přímého stanovení** vah kritérií¹³:
 - a) bodová stupnice,
 - b) alokace 100 bodů,
 - c) porovnání kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí.
- 2) Metody stanovení vah kritérií založené na **párovém srovnání**¹⁴:
 - a) Binární porovnání tzv. Fullerův trojúhelník,
 - b) Saatyho metoda.

¹³ Veškeré metody uvedené v tomto členění využívají při stanovení vah jednotlivých kritérií přímé významnosti. Např. *bodová stupnice* – čím subjekt posuzuje kritérium za významnější, tím vyšší počet bodů mu přiřadí. Taktéž funguje i metoda *alokace 100 bodů*, jen s malým rozdílem, že subjekt disponuje 100 body, které musí mezi jednotlivá kritéria rozdělit v souladu s jejich významností. Pomocí metody c) určuje subjekt pořadí od nejvýznamnějšího až k nejméně významnému kritériu.

¹⁴ Založeno na srovnání dvou jevů mezi sebou a práce se jimi bude dále detailněji zabývat.

2.1 Binární porovnání

Metoda binárního porovnání se označuje za jednu z jednodušších metod párového srovnání při určování preferenčních vztahů dvojic kritérií. Postupně se bere jedno kritérium (K) po druhém a zjišťuje se počet jeho preferencí vzhledem ke všem ostatním. Tento počet vychází z přiřazení binárních čísel - nul a jedniček. Pokud subjekt posuzuje první kritérium v řádku a přiřadí mu hodnotu nula před druhým kritériem ve sloupci, preferuje příznak ve sloupci. V opačném případě zapsání jedničky subjekt preferuje příznak v řádku. **Je-li K_i významnější než $K_j = 1$, a je-li K_i méně významné než $K_j = 0$.** Tyto hodnoty se vkládají pouze do políček mimo hlavní diagonálu počítané matice, jak demonstruje tabulka 3. Přiřazení binárních čísel hlavní diagonále nemá smysl, jelikož se jedná o porovnání stejných kritérií. Poté se sečtou jedničky v řádku daného kritéria, které přinesou počet preferencí p_i . Pro získání normovaných vah kritérií se vychází z počtu preferencí a vztahů (3, 4) [7, str. 179; 13, str. 13]:

$$\sum_{i=1}^n p_i = \frac{n \cdot (n-1)}{2}, \quad (3)$$

váha kritéria i je dána výrazem [13, str. 10-11]:

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}. \quad (4)$$

V případě nulového počtu preferencí ze vztahu (3) se ještě přičítá jednička a výraz (4) se upraví takto [9, str. 169]:

$$v_i = \frac{p_i + 1}{n + \sum_{i=1}^n p_i}, \quad (5)$$

kde v_i normovaná váhy i -tého kritéria,

p_i počet preferencí i -tého kritéria,

n počet kritérií.

Metoda, které se občas přezdívá Fullerův trojúhelník, což je odvozeno od Dona Fullera, který první ve své knize *Vést nebo být veden* definoval Trojúhelník párů, se však setkává i s výrazným nesouhlasem. Kritiku konkrétně uvádí [4, str. 51] zdroj, který vidí obtížnost posouzení K jako stejně významné či narušení axiomu tranzitivity¹⁵.

Pro přesnější představu využití definované metody vymezují příklad konkrétních problémů, kde bude objasněn přesný postup výpočtů.

2.2 Návrh příkladu Binární porovnání

Reálný firemní problém vznikl při učinění rozhodnutí, od které banky si půjčit peníze. Podklady k řešení mi byly poskytnuty Magdalenou Sedláčkovou podnikající ve spedici TRANSED a doplněny o informace z webových stránek konkrétních bankovních institucí.

Firma TRANSED nabízející spediční činnosti po celé Evropě se specializací na Francii je zastoupena fyzickou osobou Magdalenou Sedláčkovou podnikající dle živnostenského zákona – v oblasti „Ostatní vedlejší činnosti v dopravě“. Pro rozvoj podnikání se firma rozhodla koupit nemovitost. Stávající administrativní budova je zastaralá a podnik ji má pouze v pronájmu. S příbytkem zakázek vzrostl i kapitál, a proto se začala zajímat o nemovitost, která se nachází blíže k dopravnímu centru, a vytvořit tak fungující celek na jednom stanovišti. S ohledem na významnou investici do nemovitého majetku je třeba postupovat rozvážně. Celková cena činí 2 miliony korun, což není pro TRANSED vyloženě dostupné a požádali nezávisle na sobě čtyři banky o vypracování hypotečního úvěru v celkové výši 1 milion korun. Ze strany podnikatelky v této oblasti je žádoucí dbát v maximální míře na náležitou přípravu.

Nadefinováno bylo pět kritérií pro vhodný výběr úvěru: *doba splatnosti, úroková sazba, měsíční splátka, přeplatek a celková splátka úvěru*. V tabulce 1 je možné vidět již zpracované návrhy jednotlivých bank pro výše popsaný podnik.

Důležitým krokem je **určení významnosti jednotlivých kritérií** dle uvážení každého rozhodovatele. Tento krok odpovídá preferencím každého z nás, a proto jej nelze pevně stanovit. Firmou byla stanovena tak, jak znázorňuje tabulka 2.

¹⁵ Axiom tranzitivity předpokládá možnost seřazení preferencí podle rozhodovatele.

Tabulka 1: Rozhodovací matice hypotečního úvěru

	HYPOTEČNÍ BANKA	VOLKSBANK	KOMERČNÍ BANKA	UNICREDIT BANK
Doba splatnosti	25 let	15 let	20 let	20 let
Úroková sazba	3,29%	3,79%	3,59%	4,59%
Měsíční splátka	4 894 Kč	7 318 Kč	5 846 Kč	6 376 Kč
Přeplatek	468 296 Kč	312 575 Kč	403 028 Kč	530 043 Kč
Celková splátka	1 468 296 Kč	1 312 575 Kč	1 403 028 Kč	1 530 043 Kč

Zdroj: podklady firmy a webové stránky bankovních institucí

Tabulka 2: Významnost kritérií hypotečního úvěru

	KRITÉRIA	TYP KRITÉRIA	VÝZNAMNOST
K1	Doba splatnosti	minimalistické	2.
K2	Úroková sazba	minimalistické	4.
K3	Měsíční splátka	minimalistické	1.
K4	Přeplatek	minimalistické	5.
K5	Celková splátka	minimalistické	3.

Zdroj: podklady firmy

Tabulka 3 vychází z tabulky 2, která napomáhá v určení binárních čísel jednoho kritéria před druhým. V případě hodnocení např.: K1, které se porovnává s K2, K3 atd. jedno po druhém, a pokud je významnější, přiřadí se mu číslo jedna (popsáno v podkapitole 2.1). Tabulka Binárního porovnání pro příklad hypotečního úvěru zobrazuje jako nejvýznamnější *měsíční splátku*, což se odráží ve sloupci preferencí, neboť má nejvyšší hodnotu.

Tabulka 3: Binární porovnání pro příklad hypotečního úvěru

Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	Preference ¹⁶	Úprava preferencí ¹⁷	Váha kritérií ¹⁸
K1 = Doba splatnosti		1	0	1	1	3	4	0,267
K2 = Úroková sazba	0		0	1	0	1	2	0,133
K3 = Měsíční splátka	1	1		1	1	4	5	0,333
K4 = Přeplatek	0	0	0		0	0	1	0,067
K5 = Celková splátka	0	1	0	1		2	3	0,200
suma sloupce						10	15	1

Zdroj: upraveno z [13]

Pro získání posledního sloupce *Váha kritérií* jsou možné dva způsoby. První možnost je vycházet ze sloupce *Preference* a použít vzorec (5). Druhá možnost, která byla využita zde, je vycházet ze sloupce *Úprava preferencí* a vzorce (4). V obou případech se dojde ke stejnému výsledku. Z číselných hodnot vah kritérií je patrné, že nejvyšší získala měsíční splátka, což už bylo patrné z určení významnosti stanovené firmou TRANSED. Proč se tedy dělá veškeré počítání? Odpověď je jednoduchá. Nejedná se určení prioritního kritéria, ale jde nám o to zjistit, pro kterou banku se rozhodnout. Proto je potřeba zjistit nejdříve jednotlivé váhy.

Porovnání alternativ vůči jednotlivým kritériím je mezikrokem před celkovým hodnocením. Postup určení binárních čísel je stejný jako v tabulce 3 a pro bližší představu uveden v příloze A. Celkového hodnocení variant k jednotlivým kritériím (tabulka 4) se dosáhne po dosazení do následujícího vzorce [7, str. 186]:

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j \quad (6)$$

kde v_i normovaná váha i -tého kritéria,

h_i^j ohodnocení j -té alternativy pro i -té kritérium, kde $j = 1, 2, \dots, n$,

m počet variant,

n počet kritérií.

¹⁶ Sloupec preference se získá sečtením jedniček v jednotlivých řádcích neboli suma řádku.

¹⁷ Kritérium fixace dosáhlo nulové preference, proto je potřeba preference upravit tak, aby bylo možné určit jednotlivé váhy kritérií. K preferencím bylo připočteno číslo jedna.

¹⁸ Normované váhy se musí vždy při součtu rovný jedné.

Výsledek přinese optimální variantu a konkrétně podle nastavené významnosti a preferencí TRANSED alternativu 2 (A2) Volksbank.

Tabulka 4: Celkové hodnocení variant vůči jednotlivým kritériím

CELKOVÉ HODNOCENÍ	K1 = Doba splatnosti	K2 = Úroková sazba	K3 = Měsíční splátka	K4 = Přeplatek	K5 = Celková splátka	Vyhodnocení ¹⁹
A1 = Hypoteční banka	0,027	0,053	0,133	0,013	0,040	0,267
A2 = Volksbank	0,107	0,027	0,033	0,027	0,080	0,273
A3 = Komerční banka	0,053	0,040	0,067	0,020	0,060	0,240
A4 = UniCredit Bank	0,080	0,013	0,100	0,007	0,020	0,220
suma sloupce						1,000

Zdroj: upraveno z [13]

2.3 Saatyho metoda

Thomas L. Saaty je americký profesor, který výrazně přispěl v problematice MCDM. Některé zdroje ho dokonce označují za nejznámějšího následovníka Dona Fullera. V 70. letech 20. století přišel se svým řídicím model analytického hierarchického procesu (AHP). Dále rozvinul obecnější formu AHP nazývanou analytická síť procesu²⁰ a spoustu dalších. Tato práce se v podkapitole 2.3.2 bude zabývat rozhodovací metodou AHP, která byla vyvinuta pro řešení složitých problémů vícekritériálního rozhodování [17].

Kognitivní psychologové přišli na možnost určení priority pomocí absolutního či relativního srovnání, které se využívá i v Saatyho metodě, proto je záhodno tyto výrazy přiblížit. *Relativní srovnání* se používá obecnějším určením „dobré“, „špatné“. *Absolutní srovnání* vychází z předem nabyté zkušenosti, díky níž decision maker porovnává a následně rozhoduje [18, str. 81].

¹⁹ Hodnoty získané sečtením řádků.

²⁰ Analytic Network Process (ANP) URL: <http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.PDF>

SAATYHO MATICE

Pomocí Saatyho matice se preference dvojic kritérií na rozdíl od Binárního porovnání rozšiřují navíc ještě o velikost této preference, která je určena devítibodovou stupnicí intenzity významu²¹ (tabulka 5). Pro získání čtvercové Saatyho matice $A = [a_{ij}]$ je potřeba přiřadit absolutní důležitost jednotlivým prvkům, dle preferencí subjektu, právě uvedenou devítibodovou stupnicí. Více navržený příklad v tabulce 8.

Tabulka 5: Saatyho doporučená stupnice intenzity významu

ČÍSELNÉ MĚŘÍTKO	SLOVNÍ MĚŘÍTKO	VYSVĚTLENÍ
1	STEJNÝ význam.	Oba prvky mají stejnou vlastnost nebo kritérium.
3	Jeden prvek je MÍRNĚ důležitější, než jiný.	Rozsudek a předchozí zkušenost ve prospěch jednoho prvku více, než druhého.
5	Jeden z prvků je MNOHEM důležitější, než jiný.	Rozsudek a předchozí zkušenost důrazně ve prospěch jednoho prvku více, než druhého.
7	Jeden z prvků je VÝRAZNĚ důležitější, než jiný.	Jeden z prvků je velmi silně favorizovaný před jiným.
9	EXTRÉMNÍ významnost jednoho prvku nad druhým.	Jeden z prvků je dominantní nad jiným na nejvyšší možné úrovni.

Zdroj: upraveno z [4]

Poměr významnosti matice vyjadřují prvky x_i vzhledem k prvku x_j , tedy [18, str. 84]:

$$a_{ij} = \frac{v_i}{v_j}, \quad (7)$$

kde v_i váha i -tého kritéria,

v_j váha j -tého kritéria.

Tyto váhy nejsou však předem známy a je zapotřebí je pomocí Saatyho stupnice stanovit. Pokud se určí, že x_i je **významnější než** $x_j \rightarrow a_{ij} \in 1-9$ v opačném případě, kdy x_j je **významnější nežli** $x_i \rightarrow$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}. \quad (8)$$

Matice A by zároveň měla splňovat vlastnosti vzájemnosti, homogenity, konzistence a prvky ij určené níže uvedenými vztahy [18, str. 84-86].

²¹ Hodnoty 2, 4, 6 a 8 lze použít pro vyjádření středních situací.

Na diagonále [9, str. 172]:

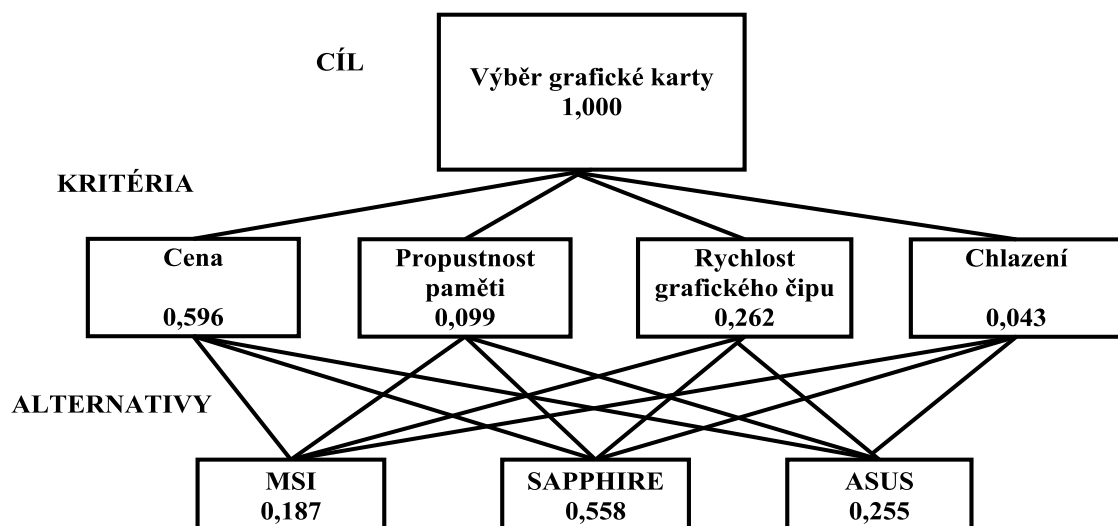
$$a_{ii} = 1 \text{ pro všechna } i, \quad (9)$$

pod hlavní diagonálou uvádí výše uvedený vzorec (8) a odhad podílů prvků a_{ij} Saatyho matice vzorec (7).

METODA AHP

AHP metoda od decision makera vyžaduje, aby rozhodl o absolutním významu každého kritéria na základě výše uvedené devítibodové stupnice a určil preferenci pro každou alternativu. Umožňuje lepší, jednodušší a efektivnější identifikaci výběrových kritérií, jejich vážení a analýzy. Pracuje s různými daty, která mohou být kvantitativní nebo kvalitativní a měla by být algoritmizovatelná. Dále pomáhá decision maker najít váhu kritérií. Tato metoda AHP se používá pro řešení MCDM problému, za účelem získání rozhodnutí [19, str. 263-265].

Koncept rozhodování modelu AHP je pro snazší pochopení dílčích problémů rozložen do trojúrovňové hierarchie. Díky své struktuře rozdělení na tři dílčí úlohy může být každá analyzována samostatně, což zjednodušuje komplexnost řešení. Jak ukazuje obrázek 7, který je již upraven podle výsledků navrženého příkladu podkapitoly 2.4 a zobrazuje optimální alternativu Sapphire s nejvyšší dosaženou hodnotou [4, str. 56].



Obrázek 7: Trojúrovňová AHP hierarchie. Zdroj: upraveno z [4]

Postupně se v procesu identifikují cíle → alternativy → kritéria → vytvářejí párové srovnání tím, že se stanoví priority pro dostupná kritéria a poté porovnají mezi jednotlivými páry, které jsou založené na nejvýznamnějším kritériu → výstavba matice párového srovnání hodnocení pro určení priorit všech kritérií. Prvky porovnávací matice jsou **homogenní**, jelikož pochází se stejné hierarchické úrovně. Po konstrukci porovnávací matice je potřeba vypočítat prioritu každého kritéria z hlediska jeho podílu k celkovému cíli výběrem z nejlepších alternativ. Tento poslední krok se nazývá **syntetizace**²² [17]. Dalším předpokladem je, že matice splňuje **konzistenci**, což znamená, že je-li výsledek konzistence větší než 0,10 – indikuje konzistentní matici. Tento předpoklad lze zjistit za použití počítačových programů, jako jsou například CDP²³, MATLAB, MAPLE nebo MATHEMATICA [18, str. 181].

2.4 Návrh příkladů Saatyho metody

Tento příklad nevychází z reálného prostředí firmy, jako tomu bylo v předcházejícím příkladě, nýbrž je to rozhodování inspirované ze zdroje [13, str. 47]. Tabulka 6 znázorňuje 3 alternativy výběru grafické karty do počítače. Optimální varianty se dosáhne na základě 4 kritérií: *cena, propustnost paměti grafické karty, rychlost grafického čipu a chlazení*. Kritéria byla získána díky webovým stránkám jednotlivých výrobců a významnost (tabulka 7) byla seřazena dle názorů Information Technology (IT) techniků.

Například u kritéria chlazení je preference významnosti jednoznačně určena, jako top chlazení dvouslotové alternativy Sapphire. Avšak u A1 a A3 jsou preference totožné, proto jsem vytvořila jednoduchý dotazník. Dotazník jsem předložila dvanácti respondentům, abych si preference ověřila, a příkládám jej jako přílohu B. Na základě odpovědí byla zvolena alternativa MSI a s touto informací jsem pracovala i při návrhu grafického uživatelského rozhraní, kterému se věnuje další kapitola.

²² Sloučení rozhodnutí daného problému.

²³ Criterium Decision Plus

Tabulka 6: Příklad výběru grafické karty pomocí Saatyho metody

	MSI	SAPPHIRE	ASUS
Cena	4 491 Kč	3 900 Kč	4 785 Kč
Propustnost paměti	134 300 MB/s	135 000 MB/s	134 400 MB/s
Rychlost grafického čipu	800 MHz	900 MHz	925 MHz
Chlazení	aktivní	dvouslotové	aktivní

Zdroj: webové stránky výrobců grafických karet

Postup významnosti se stanovuje přesně, jako v předchozí metodě binárního porovnání, a každému rozhodovateli umožňuje stanovit jiné pořadí. Z tabulky 7 je patrné, že většina běžných uživatelů rozhoduje podle ceny, proto byla zvolena za nejvýznamnější kritérium.

Tabulka 7: Významnost kritérií grafické karty

	KRITÉRIA	TYP	VÝZNAMNOST
K1	Cena	Minimalistické	1.
K2	Propustnost paměti	Maximalistické	3.
K3	Rychlost grafického čipu	Maximalistické	2.
K4	Chlazení	Maximalistické	4.

Zdroj: upraveno z [13]

Při vytváření Saatyho matice je zapotřebí držet se definovaných vtaů (7, 8, 9). Poté je nutno stanovit geometrický průměr jednotlivých řádků pomocí vzorce [13, str. 14]:

$$A^{GP} = \left(\prod_{i=1}^n a_i \right)^{\frac{1}{n}}, \quad (11)$$

kde A^{GP} je řádkový geometrický průměr²⁴,

a_i hodnoty i -tého kritéria,

n počet kritérií.

²⁴ Vyrovnání geometrickým průměrem je blízké minimalizaci podle kvadrátu odchylek.

Tabulka 8: Saatyho matice

Kritéria	K1	K2	K3	K4	Geometrický průměr ²⁵	Váha kritérií ²⁶
K1 = Cena	1	7	3	9	3,708	0,596
K2 = Propustnost paměti	1/7	1	1/3	3	0,615	0,099
K3 = Rychlost grafického čipu	1/3	3	1	7	1,627	0,262
K4 = Chlazení	1/9	1/3	1/7	1	0,270	0,043
suma sloupce					6,219	1

Zdroj: upraveno z [14]

Po získání vah jednotlivých kritérií z tabulky 8 následuje využití metody AHP a tedy srovnání alternativ vůči jednotlivým kritériím. Matice párového srovnání jsou uvedeny v příloze C. Celkového hodnocení variant k jednotlivým kritériím (tabulka 9) se dosáhne po dosazení do vzorce (6). Výsledek přinese optimální variantu - a konkrétně podle nastavené významnosti a preferencí IT techniků A2 - Sapphire.

Tabulka 9: Celkové hodnocení Saatyho metody

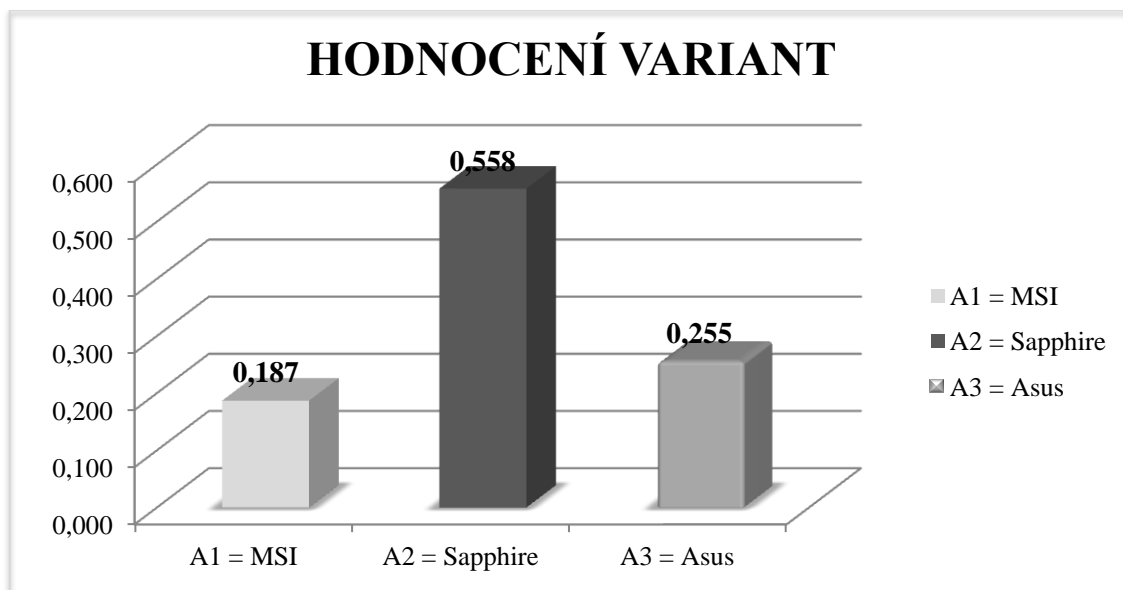
Celkové hodnocení	K1 = Doba splatnosti	K2 = Doba fixace	K3 = Úroková sazba	K4 = Měsíční splátka	Vyhodnocení
A1 = MSI	0,145	0,009	0,023	0,011	0,187
A2 = Sapphire	0,399	0,066	0,063	0,029	0,558
A4 = Asus	0,052	0,024	0,175	0,004	0,255
suma sloupce					1

Zdroj: upraveno z [14]

Celkové hodnocení variant v grafickém podání (obrázek 8) přináší další možné vyjádření výsledku řešeného problému výběru grafické karty. Nejvyšší sloupec znamená optimální variantu řešení. Dále jsou zobrazeny návrhy a porovnání obou příkladů (výběr hypoteční banky a grafické karty) za pomoci využití popsaných metod párového porovnání. Z obrázku 8 je patrná optimální varianta Sapphire s celkovým výsledkem **55,8 %**, kde pro výpočet sloužila Saatyho metoda. Příklad také prošel testováním metody Binárního porovnání a optimální variantou se stala opět varianta A2 s celkovou procentuální vahou **45 %**.

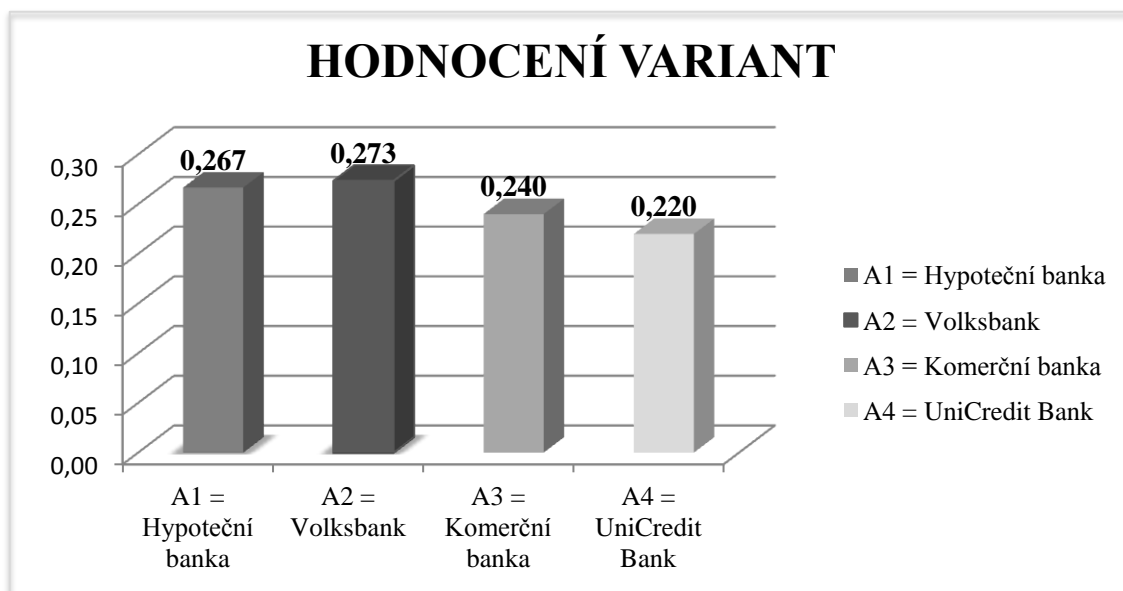
²⁵ Geometrický průměr, lze v MS Excel spočítat pomocí funkce Geomean.

²⁶ Normované váhy se musí vždy při součtu rovnat jedné.



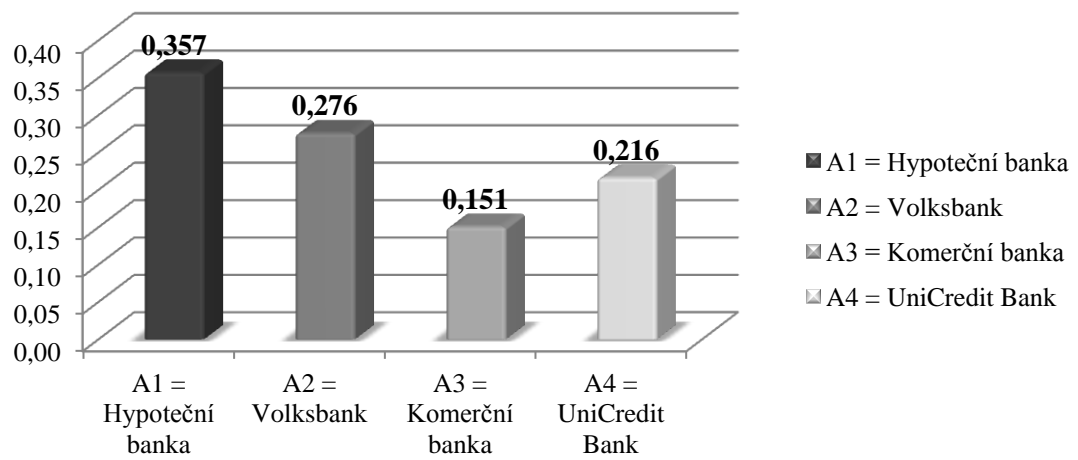
Obrázek 8: Graf optimální varianty výběru grafické karty Saatyho metoda

Podnik TRANSED porovnával výpočty dle metody Binárního porovnání (obrázek 9), kde výslednou optimální variantou byla banka Volksbank s celkovým hodnocením **27,3 %**. Hodnocení Saatyho metodou shledal podnik spolehlivější a po důkladném prostudování zvolil variantu za pomoci této metody párového porovnání (obrázek 10). Výběr banky, od které si firma nakonec zapůjčila peníze, byla s variantou A1 – Hypoteční banka, s celkovou procentuální váhou **35,7 %**.



Obrázek 9: Graf celkového hodnocení – Binární porovnání

HODNOCENÍ VARIANT



Obrázek 10: Graf celkového hodnocení - Saatyho metoda

3 NÁVRH GRAPHICAL USER INTERFACE V MATLAB-u

Návrh grafického uživatelského rozhraní (GUI) v programu MATLAB²⁷ (MATrix LABoratory) verze 7.11.0.584 (R2010b) je v této práci navržen jako jeden z multikriteriálních rozhodovacích nástrojů. Po vytvoření návrhu bude program velmi přínosný a nápomocný k dosažení optimálního rozhodnutí pro každý typ uživatele. Hlavním úkolem tohoto programu je poskytnout užitečný mechanismus a pokyny pro uživatele a ukázat, jak řešit problém pomocí vybrané metody MCDM a zjednodušit organizaci v jeho rozhodovacím procesu. Dále poskytuje přesné a přehledné řešení, které uživatel získá během pár minut.

Zkratka GUI znamená grafické uživatelské rozhraní (např.: konkrétní webový prohlížeč) v počítači. Termín vznikl z prvních interaktivních uživatelských rozhraní pro počítače, které z počátku nebyly grafické, nýbrž textové, a sestávaly z příkazů, na které počítač reagoval. Příkladem typického uživatelského rozhraní, než nastoupil GUI, je rozhraní operačního systému (OS) DOS [20]. Grafické uživatelské rozhraní je obrazové rozhraní programu a dobré GUI mohou programy zjednodušit. Jednotný vzhled a intuitivní ovládací prvky by se měly chovat srozumitelným a předvídatelným způsobem, takže uživatel ví, co očekávat, když provede konkrétní akci. Například kliknutím myši na vybrané tlačítko se zahájí jednání, které je popsáno na etiketě tlačítka.

3.1 Seznámení s programem MATLAB

Nyní se práce bude zabývat představením programu MATLAB, ve kterém byla zpracována praktická část této bakalářské práce. MATLAB je výpočetní systém, který obsahuje široké spektrum nástrojů sloužících k pokrytí nepřeberného množství funkcí (vědeckotechnické výpočty, modelování, simulace, analýza, prezentace dat, paralelní výpočty atd.). Tento systém je považován za celosvětový standard v oblasti technických výpočtů a simulací ve sféře vědy, výzkumu, průmyslu i ve vzdělávání. Program nabízí řešení početně náročných úloh bez potřebného zkoumání matematické podstaty problémů. Díky jednoduchosti programovacího jazyka MATLAB (v porovnání

²⁷ Programový balík provádějící numerické operace s maticemi, který v roce 1984 představila americká společnost The MathWorks.

s Fortran nebo C) a mimořádně rychlému výpočetnímu jádru s optimálními algoritmy, jsou uživatelé schopni využít veškerý potenciál produktivity a tvořivosti. Výpočetní jádro umožňuje provádět všechny běžné operace s maticemi v nejjednodušší podobě. Jeho nejpodstatnější součástí jsou algoritmy pro operace s maticemi reálných a komplexních čísel. Kromě datových typů MATLAB podporuje také složitější matice (vícerozměrná pole reálných nebo komplexních čísel). Získané výsledky umožňuje *grafický subsystém* MATLAB vykreslit do různých druhů grafů (dvou až třírozměrné, histogramy atd.) a tyto grafy dále upravovat (stínovat, animovat, zobrazovat kontury a transparentní objekty a mnoho dalšího). Výhodou grafů je interaktivita s prostředím, díky čemuž je možné měnit vlastnosti objektu a tím i jeho vzhled. S připojením dalších nástrojů do tohoto subsystému dovoluje MATLAB ukládat do obrazů ovládací prvky (tlačítka apod.), což umožňuje vytvořit *aktivní graficky ovládané uživatelské rozhraní*. Neposlední předností MATLAB-u je již zmíněná otevřená architektura, která dovoluje vytvoření zcela individuálních funkcí pro aplikace. To umožňuje MATLAB-u stát se neomezeně rozšiřitelným. Dalšími velice efektními vlastnostmi jsou jeho snadná přenosnost mezi platformami, interaktivní nástroj pro import dat a těsná integrace s jazykem Java [21].

MATLAB má implementováno několik samostatně spustitelných aplikací a jednou z nich je možnost tvorby grafického uživatelského rozhraní. Tedy jistého panelu, kterým je aplikace překryta, a tudíž uživatel o MATLAB-u nemusí vědět skoro nic. Vytvoření GUI v MATLAB-u se nabízí dvěma způsoby. První způsob klade vysoké požadavky na programátora, jelikož veškeré grafické objekty musí být vytvořeny přímým naprogramováním. Druhý způsob umožňuje interaktivní tvorbu grafického rozhraní pomocí vestavěného nástroje Graphical User Interface Development Environment (*GUIDE*) [22, str. 115-116].

3.2 Vytvoření GUI za pomoci GUIDE

GUIDE je grafické uživatelské rozhraní vývojového prostředí MATLAB. Představuje tzv. průvodce tvorbou GUI, který obsahuje veškeré grafické objekty pro ovládání aplikace. GUIDE ukládá GUI ve dvou souborech *.fig file*, který obsahuje úplný popis rozložení GUI a jeho komponent (veškeré změny v tomto souboru jsou vytvářeny

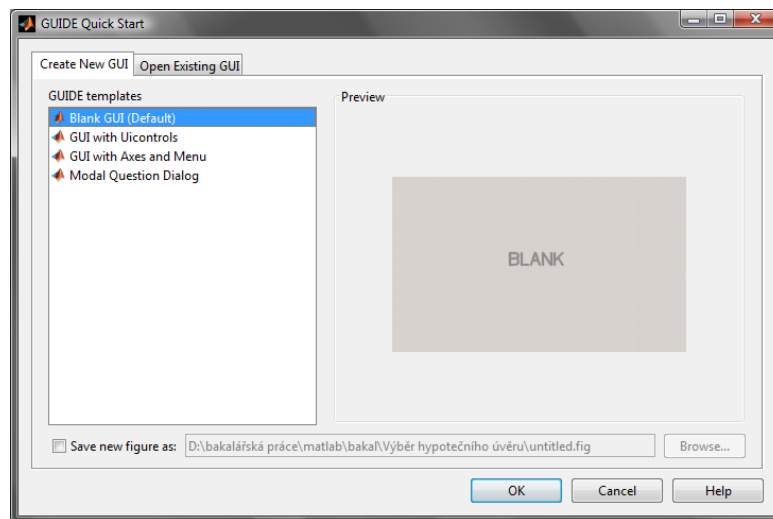
v *Layout Editoru*) a *.m file*, kde se nalézá kód, který ovládá GUI (programuje se zde celé chování uživatelského rozhraní pomocí *M-file Editoru*) [22, str. 115-120].

Typické fáze vytváření grafického uživatelského rozhraní jsou [22, str. 117-120; 23, str. 40; 24, str. 3-10]:

1. návrh GUI,
2. grafické rozvržení – za pomoci *Layout Editoru*,
3. programování GUI,
4. uložení a spuštění GUI.

3.2.1 Návrh GUI

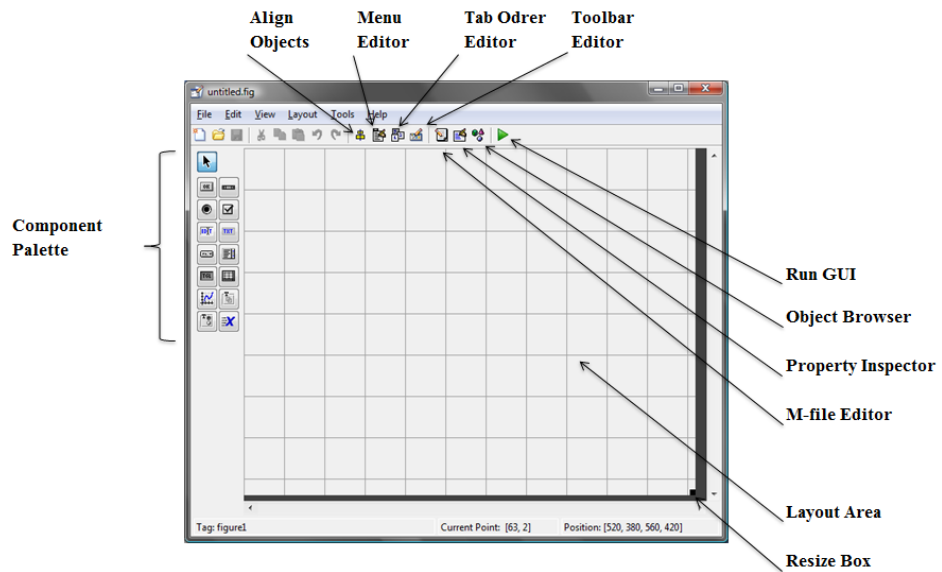
Otevření průvodce pro vytvoření návrhu je možné několika způsoby. Základní použití je zadání slova *guide* do příkazové řádky. To je také možné přes nabídku menu **File** → **New** → **GUI**, čímž se vyvolá okno zobrazené na obrázku 11, kde se vybere **Blank GUI (Default)** a potvrdí tlačítkem **OK**.



Obrázek 11: Založení nového projektu GUI

3.2.2 Grafické rozvržení

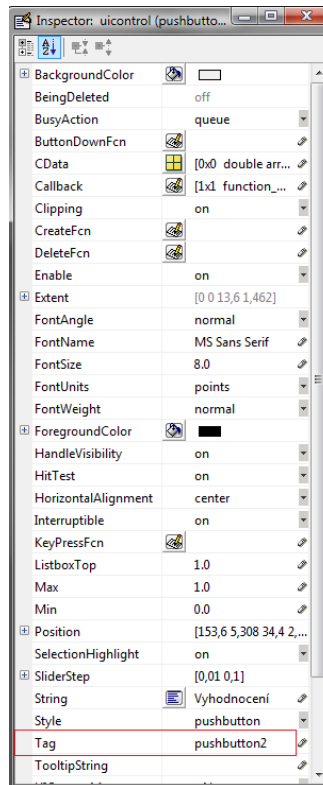
Následně dojde k vyvolání *The Layout Editoru*, což je ovládací panel pro *GUIDE* (obrázek 12). Grafické rozvržení komponent vybráním z *Component Palette* probíhá uspořádáním objektů na plochu (*Layout Area*) jednoduchým tažením myši. *GUIDE* umožňuje vytvářet a editovat uživatelské rozhraní prostřednictvím jednotlivých komponent, jejichž popis je uveden v příloze D.



Obrázek 12: The Layout Editor uživatelského rozhraní. Zdroj: upraveno z [23]

Další nástroje, které lze při grafickém rozvržení použít, se nalézají přímo v okně Layout Editoru. *Align Objects* zarovnává grafické objekty na všechny možné způsoby rozložení. *Menu Editor* vytváří menu. Pomocí *M-file Editor* se programuje veškeré chování grafického rozhraní. *Property Inspector* spustí řízení vlastností, které se mohou libovolně upravovat. *Object Browser* je prohlížeč objektů celé aplikace a jejich hierarchie. Ikona v podobě zelené trojúhelníkové šipky *Run GUI* neboli *Activate Figure* uloží všechny změny ve vzhledu GUI do souboru obrázku s příponou *.fig* a do příslušného *m-souboru* s příponou *.m*.

Jednotlivé komponenty uživatelského grafického rozhraní *UICONTROL* (vyvolávají nějakou funkci jako reakci na zásah uživatele) mají vlastní jednoznačný identifikátor tzv. *Tag* (*handle*). Pomocí např.: *Tag – pushbutton2* se dále odkazuje na tento název v příslušném kódu. Vyvolání dialogového okna s vlastnostmi jednotlivých komponent se docílí dvojklikem na upravovaný objekt (obrázek 13). V těchto vlastnostech je možné libovolně měnit barvu, velikost, zarovnání a celkový vzhled.

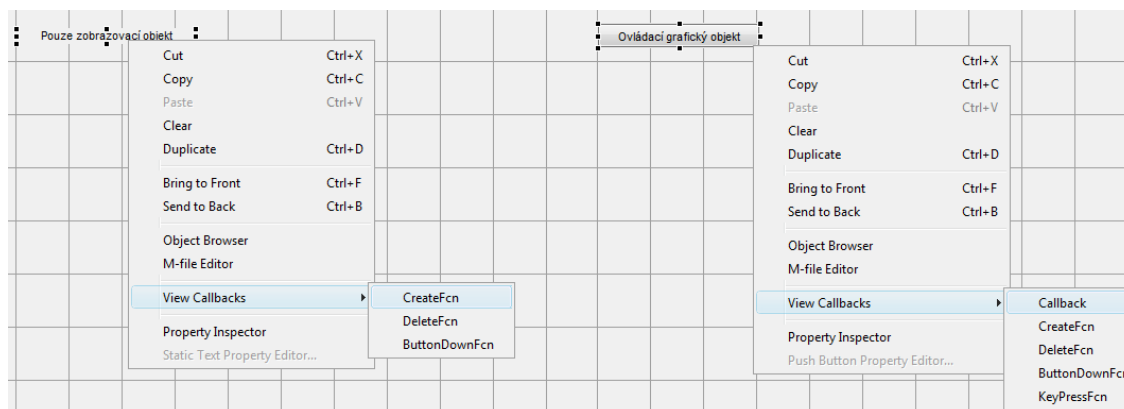


Obrázek 13: Vlastnosti jednotlivých uicontrol

3.2.3 Programování GUI

Poté co jsou zobrazovací a ovládací objekty (Push Button, Slider, Radio Button, Check Box, Pop-up Menu,...) uspořádány na ploše rozhraní tak, že jsme se vzhledem spokojeni, začne se pracovat s kódem. Výsledný automaticky vygenerovaný kód MATLAB-u vypsáný v M-file Editoru však nebývá často optimální. Universálnost řešení vyžaduje do předpřipraveného programu připsat několik řádků. Každý z objektů na konci bude mít vlastní subfunkci z důvodu zajištění zpětné komunikace mezi objekty, ošetření při zadání nesprávné hodnoty, neboli vše co je potřebné pro vytvoření návrhu uživatelského rozhraní.

Způsob jak provést nějakou akci, pokud uživatel stiskne klávesovou zkratku nebo klikne myší na tlačítko, se děje pomocí příkazu Callback - *Zpětná volání*. Klepnutí myší nebo stisknutí klávesy je událost a program MATLAB musí reagovat na každou událost, pokud má program plnit svou funkci. Obecně každý objekt má své jedinečné číslo (*handle*) a své vlastnosti. Pomocí funkce *get* lze tyto vlastnosti objektu zjišťovat a pomocí funkce *set* lze nastavovat na různé hodnoty [24, str. 5-10].



Obrázek 14: Odlišnosti zobrazovacích a ovládacích grafických objektů

V levé části obrázku 14 lze vidět nabídku po kliknutí pravým tlačítkem myši u zobrazovacího objektu. V pravé části obrázku je postup vyvolání Callback ovládacích grafických objektů. Podstata se ukrývá v – akci – pokud tlačítko v GUI vykoná jakoukoli akci, musí mít nastavené zpětné volání.

Zpětné volání je obvykle vytvořeno postupně těmito kroky [24, str. 43]:

1. Získávání interního odkazu „handle“ objektu, který započal akci (tento objekt poskytne události / informace / hodnoty).
2. Získávání interních odkazů „handles“ objektů, kterých se to týká (tzn. objekt, jehož vlastnosti se budou měnit).
3. Získávání důležitých informací / hodnot.
4. Provádění výpočtů a zpracovávání požadavků.
5. Nastavování relevantních vlastností objektu, aby byl vykonán příkaz / akce.
6. Uloží se veškeré změny, které byly udělány do ovládací struktury, tím, že se použije příkaz:

guidata(hObject, handles)

hObject je interní odkaz na součást objektu, který provádí *callback*.

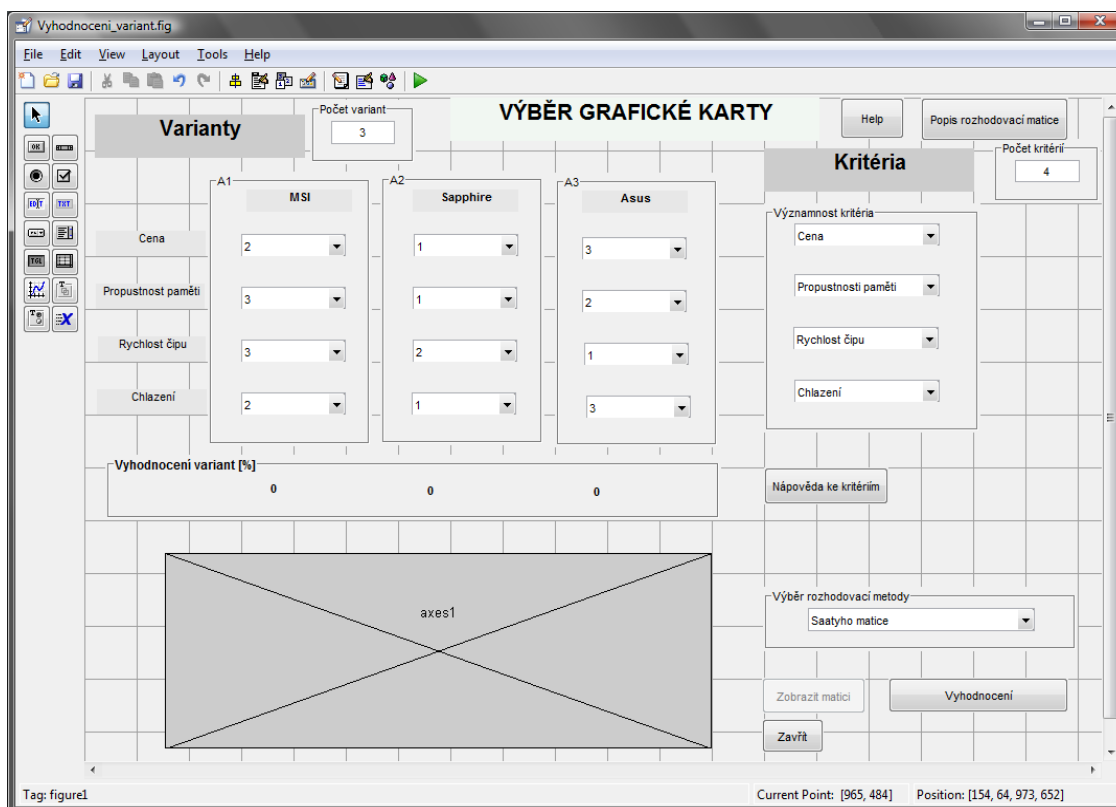
3.2.4 Uložení a spuštění GUI

Při propojování grafických objektů lze kód vyvolat pomocí stisknutí M-file Editor. Výzva na uložení souboru s koncovkou *.fig se provede umístěním do vhodné složky, do které se bude následně ukládat i soubor s koncovkou *.m. Spuštění probíhá příkazem Ctrl+T nebo stisknutím Run GUI. Pokud před spuštěním neproběhlo uložení, bude k němu tímto krokem vyzváno.

3.3 Návrh příkladu GUI

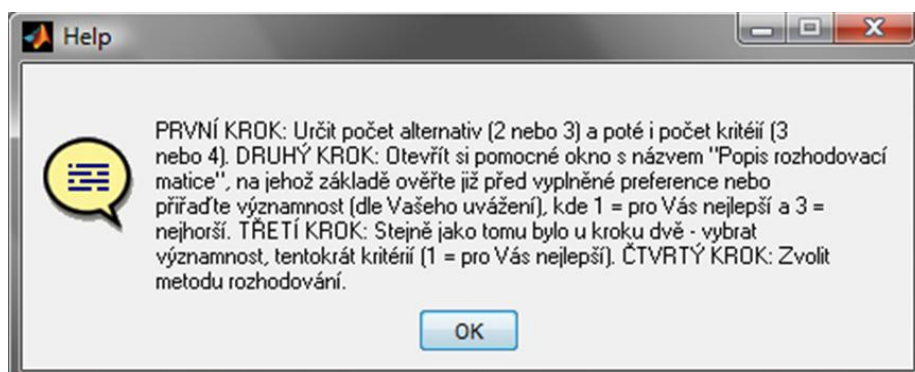
V rámci této práce byly vytvořeny dva rozhodovací modely řešení GUI. Konkrétní příklady již byly popsány v druhé kapitole, která byla věnována problematice vícekritériálního rozhodování. Jednalo se o reálné rozhodnutí firmy TRANSED při výběru hypotečního úvěru. Druhé navržené řešení MCDM znázorňovalo výběr grafické karty. Tyto příklady budou nyní aplikovány do grafického uživatelského rozhraní tak, aby rozhodovatel nemusel počítat rozsáhlé výpočty, pouze pohodlně zvolil rozhodovací metodu a čekal na výsledek optimální varianty. GUI uživateli umožní snadné rozhodnutí během několika minut. Návrh kódu jedné vybrané komponenty *pushbutton* (tlačítko Vyhodnocení) uveden v příloze E, kde je v komentářích (značené zeleně) je vysvětlena funkce jednotlivých příkazů.

Po načtení již vytvořeného projektu pro příklad Výběr grafické karty se zobrazí Layout Editor s několika komponenty, jak ukazuje obrázek 15. Tento obrázek konkrétně zobrazuje: axes, 2x edit, 6x pushbutton, 7x uipanel, 13x text, 17x popup menu. Všimněme si, že 4. řádek – Chlazení – je uspořádán dle preferencí na základě přílohy B.



Obrázek 15: Vzhled GUI pro příklad MCDM

Důležitým krokem je samozřejmě ještě spuštění GUI pomocí příkazu Ctrl+T nebo zelené trojúhelníkové šipky. Po spuštění by první krok uživatele měl směřovat k ovládacímu objektu Help, který vyvolá okno (obrázek 16) s podrobným postupem.



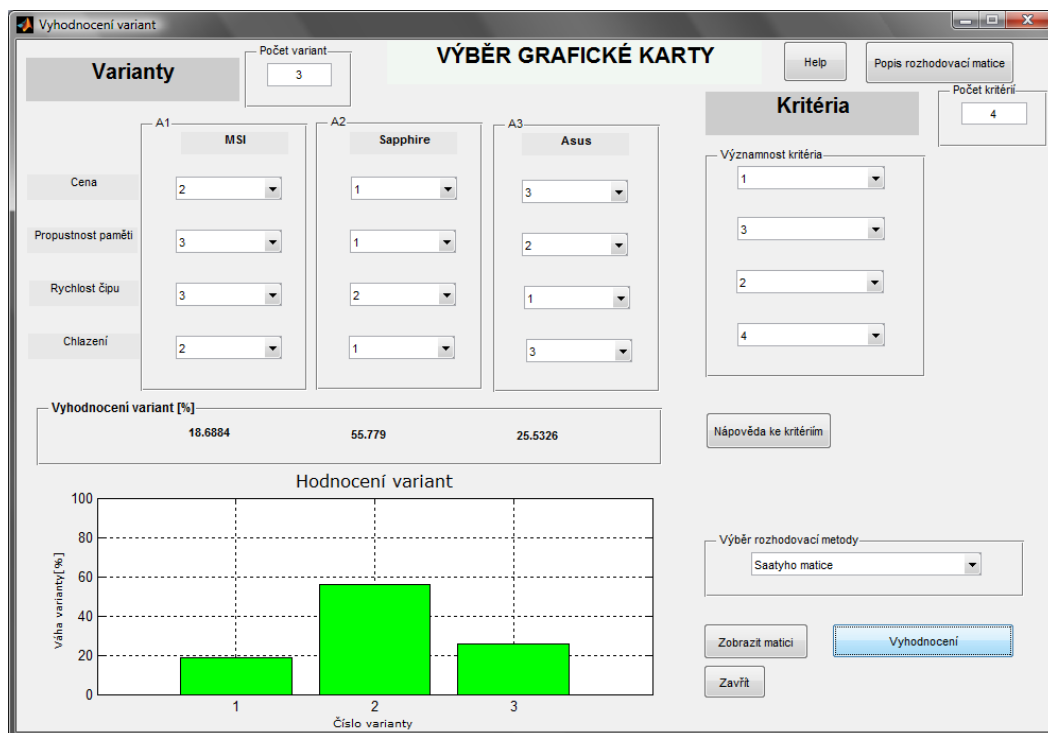
Obrázek 16: Help k ovládní rozhodovací software

Jak obrázek naznačuje, uživatel může volit počet alternativ a kritérií. Není možné zvolit pouze jedinou alternativu a méně kritérií, nežli je alternativ. Volba je uvedena v závorkách a ošetření výpisu kódu je možné získat po kliknutí v Layout Editoru, jak ukazoval Obrázek 14, na *Počet alternativ/kritérií* → *view callbacks* → *callback*. Následující popis předpokládá tři alternativy a čtyři kritéria. Dalším krokem uživatel získá přehled o řešeném problému rozhodování.

	Hypoteční banka = A1	Volksbank = A2	Komerční banka = A3	UniCredit Bank = A4
Doba splatnosti = K1	30 let	15 let	25 let	20 let
Úroková sazba = K2	3,29%	3,79%	3,59%	4,59%
Měsíční splátka = K3	4 894 Kč	7 318 Kč	5 846 Kč	6 376 Kč
Přeplatek = K4	4 68 296 Kč	312 575 Kč	403 028 Kč	530 043 Kč
Celková splátka = K5	1 468 296 Kč	1 312 575 Kč	1 403 028 Kč	1 530 043 Kč

Obrázek 17: Popis rozhodovací matice ke konkrétnímu příkladu

Na základě obrázku 17 popis rozhodovací matice uživatel ověří již před vyplněními preferencemi nebo přiřadí významnost dle svého uvážení. Číslem jedna se rozumí alternativa pro uživatele nejlepší, tedy ta, které dává přednost před ostatními. Číslem tři naopak uživatel dává najevo nejméně přístupný prvek. Při možnosti disponovat se *škálou 1-3* – bude alternativa číslo dvě pro uživatele přístupnější, nežli ta s číslem tři. Pokud jsou preference nastaveny stejně jako vyplněné hodnoty, stačí už jen zvolit významnost jednotlivých kritérií a vybrat rozhodovací metodu (Saatyho metodu nebo Binární porovnání). Výsledek může vypadat, jako obrázek 18.



Obrázek 18: Výsledná alternativa výběru grafické karty v GUI

Výsledný sloupcový graf je možné porovnávat s obrázkem 8 (podkapitola 2.4). Vytvořené GUI z tohoto příkladu vychází, proto nastavení významnosti je totožné a i výslednou optimální variantou je Sapphire se stejnou hodnotou váhy 55 %. Dále má uživatel možnost kliknout na tlačítko Zobrazit matici, přičemž tato volba vykreslí matici kritérií, a dle počítané varianty také, geometrický průměr a váhy kritérií (obrázek 19).

Kritéria	K1	K2	K3	K4	Geometrický průměr	Váha kritéria
Cena = K1	1	7	3	9	3.70779	0.596217
Propustnost paměti = K2	0.142857	1	0.333333	3	0.614788	0.0988587
Rychlost grafického čipu = K3	0.333333	3	1	7	1.62658	0.261555
Chlazení = K4	0.111111	0.333333	0.142857	1	0.269702	0.0433684
Suma					6.21886	1

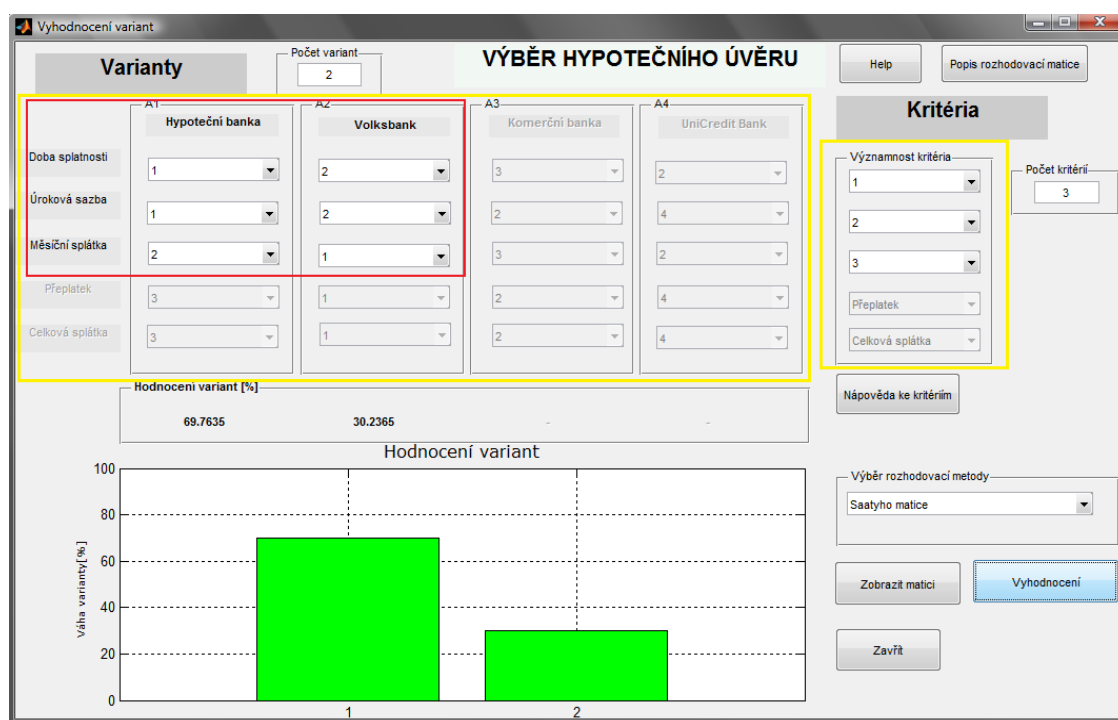
Obrázek 19: Saatyho matice kritérií v GUI

3.4 Transformace počtu variant a kritérií

Volba počtu variant a kritérií v rámci obou definovaných příkladů je nastavena na minimální počet 2 varianty a 3 kritéria. Defaultně „mizí“ vždy poslední dvě možnosti

(obrázek 20 – červený rámeček). Jelikož uživatel s tímto přednastaveným výběrem nemusí být spokojen, uvedeme si nyní jak GUI transformovat.

Nejdříve se jednotlivé komponenty upraví do finální podoby, která již bude splňovat požadavky uživatele. Například A1 – Komerční banka, A2 – UniCredit Bank, A3 – Hypoteční banka a A4 – Volksbank. Stejným způsobem uživatel navolí a upraví plochu Layout Area pro K.



Obrázek 20: Minimální možný počet zvolených variant a kritérií

Transformaci lze vypracovat dvěma způsoby. Prvním a jednodušším způsobem je pouze znalost handles jednotlivých komponent. Tyto identifikátory si, můžeme poznamenat na papír či do textového editoru a následně na upravené ploše jednotlivým objektům tyto názvy přiřadit. V tomto případě stačí zachovat názvy komponent ve žlutých rámečcích. Může se stát, že při přepisování bude „vyskakovat“ výstražné okno, které stačí zavřít křížkem (tedy nepotvrzovat OK). Druhým způsobem se vyvolá callback *edit1* (počet variant) a poté *edit2* (počet kritérií), ve kterém se bude upravovat zdrojový kód. Opět je důležité mít zmapované názvy jednotlivých komponent a upravit ty, které chceme „zhasnout“. Obrázek 21 ukazuje, že transformace je velmi jednoduchá, jelikož tam kde se svítilo, se zhasne (až na pár výjimek, které se odhalí v průběhu zmapování názvů komponent), neboli změna z příkazu *ON* na *OFF*.

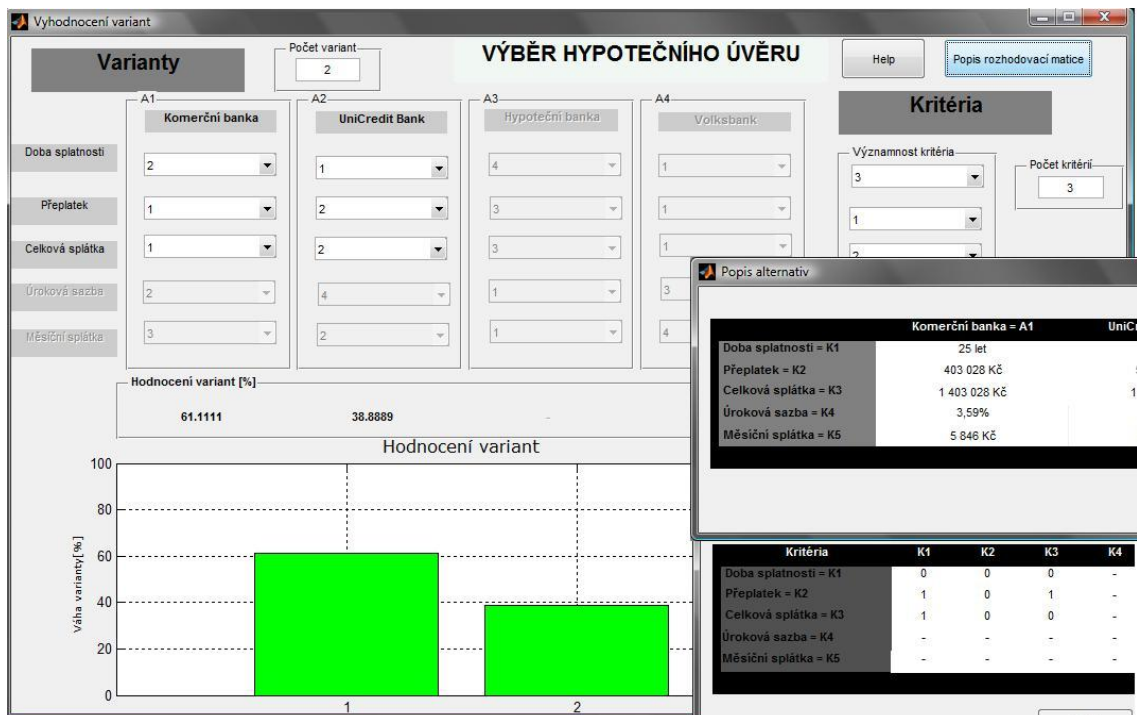
```

if density2==3
    % popisly alternativ
    set(handles.text2,'Enable','on')
    set(handles.text3,'Enable','on')
    set(handles.text4,'Enable','off')
    set(handles.text5,'Enable','off')
    % popisly vyhodnoceni alternativ
    set(handles.text12,'Enable','on')
    set(handles.text13,'Enable','on')
    set(handles.text14,'Enable','off')
    set(handles.text15,'Enable','off')
    % roletové menu pro významnost alternativ ku doba splatnosti
    set(handles.popupmenu10,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu10,'Value',1)
    set(handles.popupmenu11,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu11,'Value',1)
    set(handles.popupmenu12,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu12,'Value',1)
    set(handles.popupmenu13,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu13,'Value',1)
    % roletové menu pro významnost alternativ ku úroková sazba
    set(handles.popupmenu14,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu14,'Value',1)
    set(handles.popupmenu15,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu15,'Value',1)
    set(handles.popupmenu16,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu16,'Value',1)
    set(handles.popupmenu17,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu17,'Value',1)
    % roletové menu pro významnost alternativ ku měsíční splátka
    set(handles.popupmenu18,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu18,'Value',1)
    set(handles.popupmenu19,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu19,'Value',1)
    set(handles.popupmenu20,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu20,'Value',1)
    set(handles.popupmenu21,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu21,'Value',1)
    % roletové menu pro významnost alternativ ku přeplatek
    set(handles.popupmenu22,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu22,'Value',1)
    set(handles.popupmenu23,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu23,'Value',1)
    set(handles.popupmenu24,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu24,'Value',1)
    set(handles.popupmenu25,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu25,'Value',1)
    % roletové menu pro významnost alternativ ku celková splátka
    set(handles.popupmenu26,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu26,'Value',1)
    set(handles.popupmenu27,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu27,'Value',1)
    set(handles.popupmenu28,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu28,'Value',1)
    set(handles.popupmenu29,'Enable','on')
    set(handles.popupmenu29,'Value',1)
    % roletové menu pro významnost alternativ ku úroková sazba
    set(handles.popupmenu4,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu4,'Value',1)
    set(handles.popupmenu5,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu5,'Value',1)
    set(handles.popupmenu6,'Enable','off')
    set(handles.popupmenu6,'Value',1)

```

Obrázek 21: Úprava zdrojového kódu

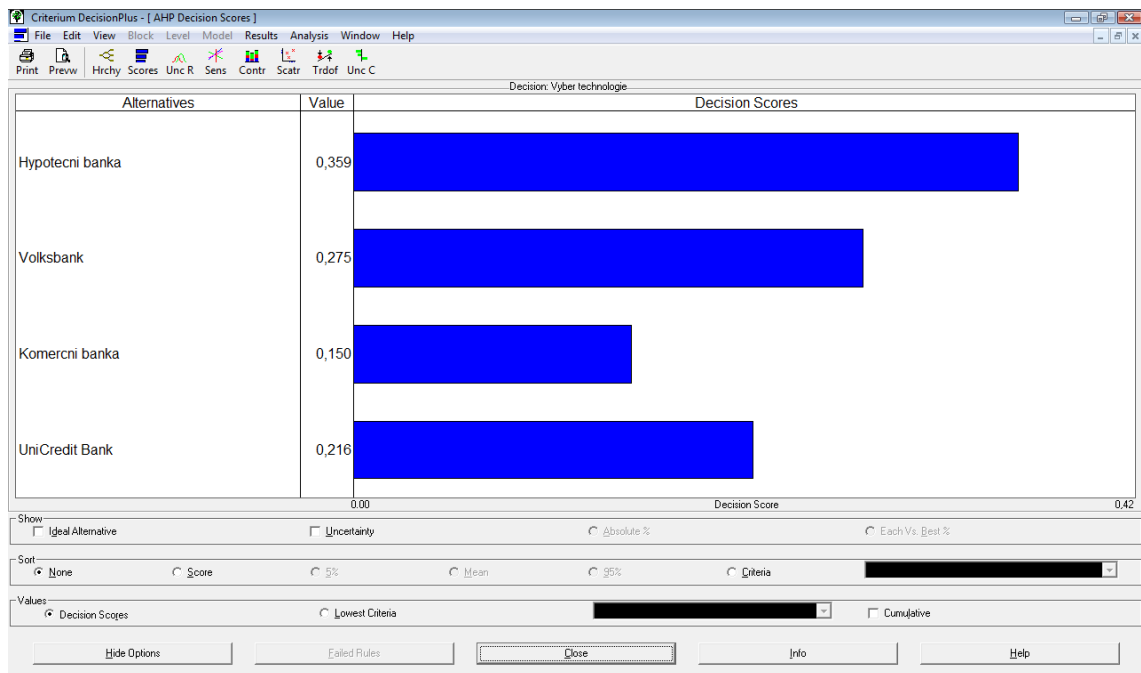
Finální úprava může vypadat, jako na obrázku 22 a vyhodnocuje se stejným způsobem jako plocha, ze které jsme vycházeli a transformovali ji do této podoby.



Obrázek 22: Transformace GUI a vyhodnocení Binárním porovnáním

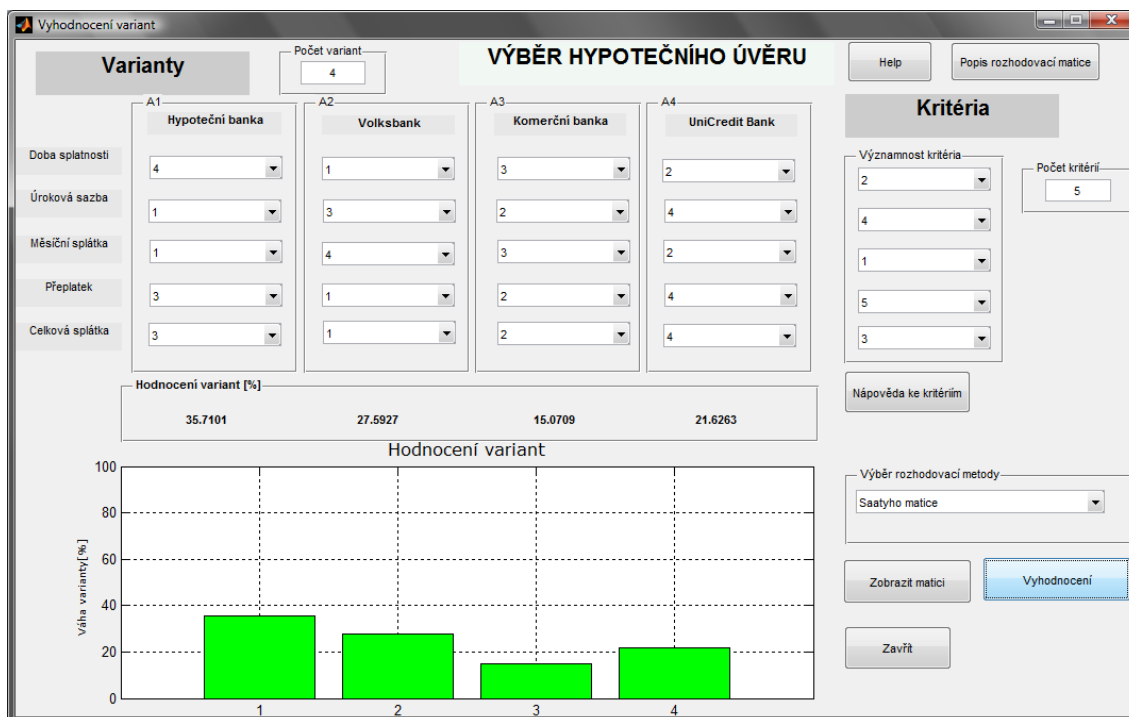
3.5 Porovnání GUI s programem CDP

Výsledné hodnoty navržených příkladů byly porovnány s programem Criterium Decision Plus (CDP). V programu CDP byla variantám a kritériím přiřazena stejná hodnota, jako tomu bylo v programech MS Excel a MATLAB. Celková dosažená čísla jsou v CDP a GUI (obrázek 23 a 24) s nepatrnou odchylkou. Tato odchylka je důsledkem způsobu výpočtu jelikož CDP využívá pouze propočty výpočetní metodou AHP a GUI počítá na základě souhrnné Saatyho metody.



Obrázek 23: Testování výpočtu GUI v programu CDP

Podstatným ukazatelem v obou porovnávaných případech je výsledná optimální varianta. Firmě TRANSED by na základě zvolených kritérií a přiřazené významnosti bylo opět doporučeno zapůjčení peněz od Hypoteční banky. Celkové hodnocení, jak programem CDP, tak GUI pro nejvhodnější variantu, představuje váhu pro tuto banku 35 %.



Obrázek 24: Výsledek GUI k porovnání s CDP

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh GUI (Graphical User Interface) v programovém prostředí MATLAB. Snažila jsem se jej navrhnout tak, aby každý uživatel byl schopen dosáhnout optimální varianty v problematice vícekritériálního rozhodování. Dalším cílem bylo cílem popsat vybrané metody problematiky MCDM (Multi-Criteria Decision Making) a jejich aplikace na navržených příkladech. Aplikace výpočtů příkladů Saatyho metodou a Binární porovnání byla realizována v programech Microsoft Office Excel 2007 a MATLAB verze R2010b.

Pro splnění vytyčených cílů bylo nutné se nejdříve plně seznámit s obecným pojetím rozhodování. Konkrétně s rozhodováním každodenním, které činí každý z nás, a s funkčními rozhodovacími procesy probíhajícími v podnicích a firmách. Bylo zjištěno, že rozhodovací procesy se odvíjí od struktury problému a stupně obtížnosti jejich řešení. V neposlední řadě rozhoduje tzv. *decision maker*, který činí rozhodování v různých podmínkách informovanosti – jistoty, rizika a nejistoty. Veškeré tyto znalosti napomáhají k efektivnímu hodnocení a řešení vyskytnutých problémů.

Pomocí vícekritériálního rozhodování za použití metod párového porovnání byly v rámci této práce navrženy dva příklady. První příklad byl z prostředí firmy TRANSED, která byla postavena před rozhodnutí, od které banky si zapůjčit peníze pro účely koupě nové administrativní budovy. Sama firma disponovala kapitálem, který by pokryl polovinu nákladů koupě, ale pro dosažení celkové částky požádala o vypracování hypotečního úvěru čtyři banky. Potřebné materiály pro návrh řešení jsem získala v rámci výkonu vysokoškolské praxe u firmy TRANSED a při konzultacích s fyzickou osobou, která tento podnik zastupuje. Disponibilní materiál od jednotlivých bankovních institucí byl obsáhlý a konzultace ohledně doplňujících informací s podnikem TRANSED velmi přívětivá. Dovoluji si konstatovat, že pro tento problém jsem vypracovala dva návrhy řešení za pomoci Binárního porovnání a Saatyho metody, které přinesly odlišné výsledky a firma je může zohlednit při výběru optimální banky.

Druhý řešený příklad byl navržen pro docílení optimální varianty při výběru grafické karty. Kritéria a seřazení významnosti jsem získala po odborných konzultacích IT techniků, kteří se také zúčastnili dotazníkového šetření ohledně jednoho konkrétního kritéria grafické karty - chlazení. Další informace jsem získala díky webovým stránkám jednotlivých výrobců grafických karet do počítačů. I u tohoto druhého problému můžu

konstatovat, že jsem vytvořila návrh, jak daný problém řešit a pomocí metod párového porovnání získala optimální variantu.

Podstatou vytvoření těchto příkladů byla jejich následná implementace do grafického uživatelského rozhraní MATLAB. Návrh GUI v MATLAB-u tedy vychází z popsaných příkladů a usnadňuje uživateli práci při rozhodování využitím více kritérií. Interaktivní tvorba grafického rozhraní za pomoci vestavěného nástroje GUIDE byla popsána v praktické části této bakalářské práce od prvního návrhu GUI až po samotné spuštění. Výsledné rozhraní jednoduchým způsobem navádí uživatele, jak postupovat krok za krokem. V prvním kroku jde nejdříve o určení počtu kritérií a alternativ daného příkladu. Tento počet byl defaultně nastaven (není tedy dynamický jako u profesionálních softwarů), proto byl v poslední kapitole této práce ukázán postup, jak měnit počet variant a kritérií pro daný příklad. Následně je popsána rozhodovací matice řešeného příkladu, nabízená číselná škála pro určení preference či významnosti a možnost volby metody rozhodování. Pro vybrané metody párového porovnání (Binární porovnání a Saatyho metodu) je pomocí grafického zobrazení vyjádřen výběr optimální varianty řešeného problému. Jistá výhoda je i v zobrazení matice kritérií, která při neznalosti metod MCDM uživateli po zadání významnosti vykreslí její podobu.

Zhodnocení návrhu GUI považuji za uspokojivé, jelikož výsledné váhy a varianty se shodují s programem MS Excel. Dále proběhlo porovnání s programem CDP, které ukázalo drobnou odchylku od výsledných vah GUI. Tento fakt přisuzuji výpočetní metodě AHP, s kterou CDP pracuje a návrh GUI počítá na základě souhrnné Saatyho metody. Závěrem shledávám vytvořené návrhy pro řešení konkrétních problémů jako možný podklad pro rozhodování uživatele a vytvořené GUI jako možný nástroj pro snadné získání optimální varianty rozhodovacích problémů z pohledu více kritérií.

Seznam literatury

- [1] RUIZ, Francisco. International MCDM Society - Facts. *International Society on Multiple Criteria Decision Making* [online]. [cit. 2012-03-07].
Dostupné z: <http://www.mcdmsociety.org/facts.html>
- [2] PAVLÍK, Tomáš. *Řízení podniku a prvky strategického plánování* [online]. Plzeň, 2009 [cit. 2012-03-20]. Semest. práce. Západočeská Univerzita v Plzni
Dostupné z: <http://num.kma.zcu.cz/galerie/MAB-prace/Galerie%20MAB%202009/Rizeni%20podniku%20a%20prvky%20strategickeho%20planovani%20%28Pavlik%29.pdf>.
- [3] DOSTÁL, Petr; RAIS, Karel; SOJKA, Zdeněk. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 166 s. ISBN 80-247-1338-1.
- [4] ČESTNĚJŠÍ, Alexandr. *Manažerske rozhodovanie*. 1. vyd. Bratislava : Univerzita Komenského, 2001. 155 s. ISBN 80-223-1490-0.
- [5] TURBAN, Efraim; ARONSON, Jay E. *Decision support systems and intelligent systems* [online]. 7. vyd. Upper Saddle River: Pearson Education, c2005 [cit. 2012-04-08]. ISBN 0-13-046106-7. Dostupné z: <http://daneshvar-amir.com/uploads/DSS-mini2.pdf>
- [6] BUCHTA, Miroslav; SIEGEL, Milan. *Management*. 1. vyd. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2005. 167 s. ISBN 80-7194-828-4.
- [7] FOTR, Jiří et al. *Manažerské rozhodování : postupy, metody a nástroje*. 1. vyd. Praha : Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.
- [8] BLAŽEK, Ladislav. *Úvod do teorie řízení podniku*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 1999. 136 s. ISBN 80-210-2085-7.
- [9] FOTR, Jiří; ŠVECOVÁ, Lenka. *Manažerské rozhodování : postupy, metody a nástroje*. 2. vyd. Praha : Ekopress, 2010. 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [10] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Strategické řízení: teorie pro praxi*. 2. vyd. Praha: C.H. Beck, 2006. 206 s. ISBN 80-7179-453-8.

- [11] BAKER, Dennis; BRIDGES, Donald et al. *GUIDEBOOK TO DECISION : Making Methods* [online]. USA : Department of energy, 2001 [cit. 2011-11-11].
Dostupné z:
http://www.dss.dpem.tuc.gr/pdf/Decision%20Making%20Guidebook_2002.pdf
- [12] RYTÍŘ, Vladimír; STRÍŽ, Pavel. *Manažerské rozhodování v riziku a nejistotě*. 1. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2005. 129 s. ISBN 80-7318-309-9.
- [13] ROUDNÝ, Radim; RYBYŠAROVÁ, Marcela. *Rozhodování - příklady I. : hodnocení variant*. 1. vyd. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2007. 95 s.
ISBN 978-80-7194-998-5.
- [14] ČERNÝ, Martin. *Vícekritériální rozhodování za neurčitosti*. 1. vyd. Praha : Academia, 1987. 148 s. ISBN 21-123-87.
- [15] FIALA, Petr. *Teorie rozhodování*. 1. vyd. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 1999. 214 s. ISBN 80-7044-237-9.
- [16] SEDLÁČKOVÁ, Helena. *Strategická analýza*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2000. 101 s. ISBN 80-71-79-422-8.
- [17] AL-AZAB, Fadwa. *Web Based Multi Criteria Decision Making Using AHP Method*. [online]. 2010 [cit. 2012-03-13].
Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5971886>
- [18] RAMÍK, Jaroslav. *Vícekritériální rozhodování : analytický hierarchický proces*. 1. vyd. Opava : Slezská univerzita, 1999. 211 s. ISBN 80-7248-047-2.
- [19] SAATY, Thomas L. *Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process* [online]. RACSAM (Review of the Royal spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics), 2008. 251–318 s. [cit. 2012-03-13].
Dostupné z: <http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.PDF>
- [20] What is GUI (graphical user interface)? *SearchWinDevelopment* [online]. 2000 [cit. 2012-03-10].
Dostupné z: <http://searchwindevelopment.techtarget.com/definition/GUI>

- [21] MATLAB: Jazyk pro technické výpočty. *Humusoft : Technické výpočty, řídicí technika, simulace...* [online]. 2010 [cit. 2012-03-10].
Dostupné z: <http://www.humusoft.cz/produkty/matlab/matlab/>
- [22] ZAPLATÍLEK, Karel; DOŇAR, Bohulav. *MATLAB: tvorba uživatelských aplikací*. 1. vyd. Praha: BEN, 2004. 216 s. ISBN 80-7300-133-0.
- [23] MOSHE, Yair. *Advanced MATLAB Graphics and GUI* [online]. Department of Electrical Engineering, 2009 [cit. 2012-03-26]. Dostupné z:
http://www.sipl.technion.ac.il/new/Download/Matlab_Support/Matlab_Guides/Graphics%20and%20GUI%20using%20Matlab.pdf
- [24] ASHI, Yousef; AMERI, Ahmed. *Introduction to Graphical User Interface : MATLAB 6.5* [online]. [cit. 2012-03-10]. UAE UNIVERSITY COLLEGE OF ENGINEERING IEEE UAEU. Vedoucí práce Abdulla Ismail Abdull. Dostupné z: <http://ewh.ieee.org/r8/uae/GUI.pdf>.
- [25] Customizing Callbacks in GUIDE. *MathWorks* [online]. 2009 [cit. 2012-03-10].
Dostupné z: http://www.mathworks.com/help/techdoc/creating_guis/f10-1000947.html
- [26] GUI with Matlab outline. *UCSD DSP* [online]. 2011 [cit. 2012-03-10].
Dostupné z: <http://dsp.ucsd.edu/students/present-students/mik/matlabgui/outline.htm>
- [27] ZAPLATÍLEK, Karel; DOŇAR, Bohulav. *MATLAB: pro začátečníky*. 1. vyd. Praha: BEN, 2003. 144 s. ISBN 80-7300-095-4.

Seznam příloh

Příloha A	I
Příloha B	II
Příloha C	III
Příloha D	IV
Příloha E	VI

Příloha A

Tabulka 10: Binární porovnání variant pro jednotlivá kritéria

Párové porovnání - kritérium 1

K1 = Doba splatnosti	A1	A2	A3	A4	Preference	Úprava	Váha
A1 = Hypoteční banka		0	0	0	0	1	0,100
A2 = Volksbank	1		1	1	3	4	0,400
A3 = Komerční banka	1	0		0	1	2	0,200
A4 = UniCredit Bank	1	0	1		2	3	0,300
						10	1

Párové porovnání - kritérium 2

K2 = Úroková sazba	A1	A2	A3	A4	Preference	Úprava	Váha
A1 = Hypoteční banka		1	1	1	3	4	0,400
A2 = Volksbank	0		0	1	1	2	0,200
A3 = Komerční banka	0	1		1	2	3	0,300
A4 = UniCredit Bank	0	0	0		0	1	0,100
						10	1

Párové porovnání - kritérium 3

K3 = Měsíční splátka	A1	A2	A3	A4	Preference	Úprava	Váha
A1 = Hypoteční banka		1	1	1	3	4	0,400
A2 = Volksbank	0		0	0	0	1	0,100
A3 = Komerční banka	0	1		0	1	2	0,200
A4 = UniCredit Bank	0	1	1		2	3	0,300
						10	1

Párové porovnání - kritérium 4

K4 = Přeplatek	A1	A2	A3	A4	Preference	Úprava	Váha
A1 = Hypoteční banka		0	0	1	1	2	0,200
A2 = Volksbank	1		1	1	3	4	0,400
A3 = Komerční banka	1	0		1	2	3	0,300
A4 = UniCredit Bank	0	0	0		0	1	0,100
						10	1

Párové porovnání - kritérium 5

K5 = Celková splátka	A1	A2	A3	A4	Preference	Úprava	Váha
A1 = Hypoteční banka		0	0	1	1	2	0,200
A2 = Volksbank	1		1	1	3	4	0,400
A3 = Komerční banka	1	0		1	2	3	0,300
A4 = UniCredit Bank	0	0	0		0	1	0,100
						10	1

Zdroj: upraveno z [13]

Příloha B

	A1 = MSI - GeForce GTX 560	A3 = ASUS - GeForce GTX 560
K1 = Cena	4 491,00 Kč	4 785,00 Kč
K2 = Propustnost paměti	134,3 GB/s	134,4 GB/s
K3 = Rychlost grafického čipu	880 MHz	925 MHz
K4 = Chlazení	aktivní	aktivní

Uveďte zaškrtnutím, která alternativa je pro Vás významnější na základě kritéria chlazení, proč?

1. respondent:
zdůvodnění... *osobní zkušenost*
2. respondent:
zdůvodnění... *spolehlivá značka*
3. respondent:
zdůvodnění... *znalost/cena*
4. respondent:
zdůvodnění... *přednost značky*
5. respondent:
zdůvodnění... *přednost značky*
6. respondent:
zdůvodnění... *přednost značky*
7. respondent:
zdůvodnění... *spolehlivá, originální cena*
8. respondent:
zdůvodnění... *osobní zkušenost*
9. respondent:
zdůvodnění... *osobní zkušenost*
10. respondent:
zdůvodnění... *přednost značky*
11. respondent:
zdůvodnění... *předchozí zkušenost*
12. respondent:
zdůvodnění... *paruňuje vyšší kvalitu*

Obrázek 25: Vyplněný dotazník IT techniků

Příloha C

Tabulka 11: Porovnání variant pro jednotlivá kritéria Saatyho metoda

Párové porovnání – kritérium 1

K1 = Cena	A1	A2	A3	Geometrický průměr	Váha
A1 = MSI	1	1/3	3	1,000	0,243
A2 = Sapphire	3	1	7	2,759	0,669
A3 = Asus	1/3	1/7	1	0,362	0,088
				4,121	1

Párové porovnání – kritérium 2

K2 = Propustnost paměti	A1	A2	A3	Geometrický průměr	Váha
A1 = MSI	1	1/7	1/3	0,362	0,088
A2 = Sapphire	7	1	3	2,759	0,669
A3 = Asus	3	1/3	1	1,000	0,243
				4,121	1

Párové porovnání – kritérium 3

K3 = Rychlost čipu	A1	A2	A3	Geometrický průměr	Váha
A1 = MSI	1	1/3	1/7	0,362	0,088
A2 = Sapphire	3	1	1/3	1,000	0,243
A3 = Asus	7	3	1	2,759	0,669
				4,121	1

Párové porovnání – kritérium 4

K4 = Chlazení	A1	A2	A3	Geometrický průměr	Váha
A1 = MSI	1	1/3	3	1,000	0,243
A2 = Sapphire	3	1	7	2,759	0,669
A3 = Asus	1/3	1/7	1	0,362	0,088
				3,975	1

Zdroj: Upraveno z [14]

Příloha D

Tabulka 12: Komponenty GUI a jejich popis

NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ PRVKY GUI		
Prvky	Vytvořeno podle	Popis
GRAFICKÉ OVLÁDACÍ PRVKY		
Pushbutton	uicontrol	Grafická komponenta, která implementuje tlačítko. To vyvolává zpětné volání po kliknutí myši.
Toggle button	uicontrol	Grafická komponenta, která implementuje přepínací button. A přepínací tlačítko je buď "on" nebo "off", a to změně stavu pokaždé, když na něj klepnete. Každé tlačítko myši na položku také spouští volání.
Radio button	uicontrol	Radio button je typ přepínacího tlačítka (toggle button), které se objeví v malém kruhu s tečkou uprostřed, když je nastaveno na "on". Skupiny přepínacích tlačítek slouží k implementaci vzájemně exkluzivního výběru. Každé kliknutí myši na příslušný přepínač spustí zpětné volání.
Check box	uicontrol	Check box, je typ přepínacího tlačítka (toggle button), které se objeví jako malý čtvereček uvnitř zaškrtnutý, když je nastaven na "on". Každé kliknutí myši na zaškrťovací políčko spouští volání.
Edit box	uicontrol	Pomocí textového pole se zobrazí textový řetězec, který umožňuje uživateli změnit zobrazené informace. Zpětné volání se spustí, když uživatel stiskne klávesu Enter.
List box	uicontrol	List box je grafický ovládací prvek, který zobrazuje několik textových řetězců. Uživatel si může vybrat jeden z textových řetězců v list box - nebo dvojitém kliknutím na něj. Zpětné volání se spustí, když uživatel vybere řetězec.
Pop-up menu	uicontrol	Pop-up menu je grafický ovládací prvek, který zobrazuje řadu textových řetězců v reakci na klepnutí myši. Když není kliknutím rozbalena nabídka, je viditelný pouze aktuálně vybraný řetězec.
Slider	uicontrol	Slider (posuvník) je grafický ovládací prvek, u kterého lze nastavit hodnotu kontinuálním způsobem přetažením ovládacího prvku myši. Každé posunutí, změna slideru vyvolává zpětné volání.

STATICKÉ PRVKY		
Frame	uicontrol	Vytváří rámec, který má tvar obdélníkového pole v obrázku. Rámy jsou používány k seskupení sad ovládacích prvků dohromady. Rámy nikdy nespustí zpětná volání.
Text field	uicontrol	Vytvoří štítek, kterým je textový řetězec nacházející se v bodě na obrázku. Textová pole nikdy nespustí zpětná volání.
NABÍDKY A GRAFY		
Menu items	uimenu	Vytvoří nabídku. Položky nabídky vyvolají zpětné volání, když je nad nimi uvolněno tlačítko myši.
Context menus	uicontextmenu	Vytvoří kontextové menu, což je nabídka, která se zobrazí po grafickém objektu, když uživatel klepne pravým tlačítkem myši na tento objekt.
Axes	axes	Vytvoří nový soubor os pro zobrazení údajů. Osy nikdy nespustí zpětná volání.

Zdroj: upraveno z [24]

Příloha E

```
%UNIVERZITA PARDUBICE
%Fakulta ekonomicko-správní
%Ústav systémového inženýrství a informatiky
%Bakalářská práce na téma:
%NÁVRH GRAPHICAL USER INTERFACE V MATLAB-u K PROBLEMATICE VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ
%Autor:
%%Hana Moulisová
%Vedoucí práce:
%%doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D
%Datum:
%%17. dubna 2012
% --- Executes on button press in pushbutton1 - v GUI tlačítko VYHODNOCENÍ
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Provedení výpočtu vyhodnocení variant
str = get(handles.popupmenu1, 'String');
val = get(handles.popupmenu1, 'Value');
switch str(val);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
case 'Vyberte typ matice pro vyhodnocení'%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
msgbox('Vyberte typ matice pro vyhodnocení.', 'Pozor', 'warn');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
case 'Saatyho matice'%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Načtení vstupních proměnných
pocet_kriterii=str2double(get(handles.edit2, 'String'));
pocet_alternativ=str2double(get(handles.edit1, 'String'));
% Načtení významnosti kritérií
str = get(handles.popupmenu2, 'String');
val = get(handles.popupmenu2, 'Value');
kriterium1=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu3, 'String');
val = get(handles.popupmenu3, 'Value');
kriterium2=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu4, 'String');
val = get(handles.popupmenu4, 'Value');
kriterium3=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu5, 'String');
val = get(handles.popupmenu5, 'Value');
kriterium4=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu6, 'String');
val = get(handles.popupmenu6, 'Value');
kriterium5=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium doba splatnosti
str = get(handles.popupmenu10, 'String');
val = get(handles.popupmenu10, 'Value');
alternativa1dobasplatnosti=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu11, 'String');
val = get(handles.popupmenu11, 'Value');
alternativa2dobasplatnosti=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu12, 'String');
val = get(handles.popupmenu12, 'Value');
alternativa3dobasplatnosti=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu13, 'String');
val = get(handles.popupmenu13, 'Value');
alternativa4dobasplatnosti=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium úroková sazba
str = get(handles.popupmenu14, 'String');
val = get(handles.popupmenu14, 'Value');
alternativa1urokovasazba=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu15, 'String');
val = get(handles.popupmenu15, 'Value');
alternativa2urokovasazba=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu16, 'String');
val = get(handles.popupmenu16, 'Value');
alternativa3urokovasazba=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu17, 'String');
val = get(handles.popupmenu17, 'Value');
alternativa4urokovasazba=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium měsíční splátka
str = get(handles.popupmenu18, 'String');
val = get(handles.popupmenu18, 'Value');
alternativa1mesicnisplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu19, 'String');
val = get(handles.popupmenu19, 'Value');
alternativa2mesicnisplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu20, 'String');
val = get(handles.popupmenu20, 'Value');
alternativa3mesicnisplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu21, 'String');
val = get(handles.popupmenu21, 'Value');
alternativa4mesicnisplatka=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium přeplatek
str = get(handles.popupmenu22, 'String');
val = get(handles.popupmenu22, 'Value');
alternativa1preplatek=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu23, 'String');
val = get(handles.popupmenu23, 'Value');
alternativa2preplatek=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu24, 'String');
val = get(handles.popupmenu24, 'Value');
alternativa3preplatek=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu25, 'String');
val = get(handles.popupmenu25, 'Value');
alternativa4preplatek=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium celková splátka
```



```

str = get(handles.popupmenu26, 'String');
val = get(handles.popupmenu26, 'Value');
alternativa1celkovasplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu27, 'String');
val = get(handles.popupmenu27, 'Value');
alternativa2celkovasplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu28, 'String');
val = get(handles.popupmenu28, 'Value');
alternativa3celkovasplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu29, 'String');
val = get(handles.popupmenu29, 'Value');
alternativa4celkovasplatka=str2double(str{val});
%% Kontrola správnosti načtení vstupních dat
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=1;% Pokud se v průběhu programu zjišťován správnosti vstupních dat se zjistí
chyba, tak se změní hodnota 1 na 0 a neprovede se výpočet.
%% Kontrola správnosti pro jednotlivá kritéria
if isnan(kriterium1)
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro dobu splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium2)
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro úrokovou sazbu.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium3)
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro měsíční splátku.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium4) && pocet_kriterii==4
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium5) && pocet_kriterii==5
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro celkovou splátku.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro dobu splatnosti
if isnan(alternativa1dobasplatnosti)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2dobasplatnosti)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3dobasplatnosti) && pocet_alternativ==3
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4dobasplatnosti) && pocet_alternativ==4
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro úrokovou sazbu
if isnan(alternativa1urokovasazba)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2urokovasazba)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3urokovasazba) && pocet_alternativ==3
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4urokovasazba) && pocet_alternativ==4
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro měsíční splátku
if isnan(alternativa1mesicnisplatka)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2mesicnisplatka)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3mesicnisplatka) && pocet_alternativ==3
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4mesicnisplatka) && pocet_alternativ==4
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro přeplatek
if isnan(alternativa1preplatek) && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2preplatek) && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3preplatek) && pocet_alternativ==3 && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4preplatek) && pocet_alternativ==4 && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end

```

```

end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro celkovou splátku
if isnan(alternativa1celkovasplatka)&& pocet_kriterii==5
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria celková splátka.','Pozor','warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2celkovasplatka)&&pocet_kriterii==5
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria celková splátka.','Pozor','warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3celkovasplatka)&& pocet_alternativ==3 && pocet_kriterii==5
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria celková splátka.','Pozor','warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4celkovasplatka)&& pocet_alternativ==4 && pocet_kriterii==5
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria celková splátka.','Pozor','warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola, zda nejsou vyplněna nějaká kritéria stejně
if isnan(pocet_kriterii)
    msgbox('Zadejte počet kritérií.','Pozor','warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
elseif isnan(pocet_alternativ)
else
    Vyznamnost_Kriteria=zeros(1,pocet_kriterii);% Matice významností kritérií
    Vyznamnost_Kriteria(1,1)=kriterium1;
    Vyznamnost_Kriteria(1,2)=kriterium2;
    Vyznamnost_Kriteria(1,3)=kriterium3;
    Vyznamnost_Kriteria(1,4)=kriterium4;
    Vyznamnost_Kriteria(1,5)=kriterium5;
    % kontrola
    for i=1:pocet_kriterii
        for j=1:pocet_kriterii
            if Vyznamnost_Kriteria(1,i)==Vyznamnost_Kriteria(1,j)&&(j~=i)% jsou-li nějaké kritéria stejná vyskočí
                upozornění, že jsou špatně zadané kritéria a proměnná Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne změní hodnotu na 0 a nebude
                moct proběhnout výpočet.
                msgbox('Zadejte správně významnost kritérií.','Pozor','warn');
                Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
                return;
            end
        end
    end
end
%% Kontrola, zda není vyplněna nějaká alternativa stejně
if isnan(pocet_alternativ)
    msgbox('Zadejte počet alternativ.','Pozor','warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
elseif isnan(pocet_kriterii)
else
    Vyznamnost_Alternativy=zeros(pocet_alternativ,pocet_kriterii);% Matice významností alternativ
    Vyznamnost_Alternativy(1,1)=alternativa1dobasplatnosti;
    Vyznamnost_Alternativy(2,1)=alternativa2dobasplatnosti;
    Vyznamnost_Alternativy(3,1)=alternativa3dobasplatnosti;
    Vyznamnost_Alternativy(4,1)=alternativa4dobasplatnosti;
    Vyznamnost_Alternativy(1,2)=alternativa1urokovasazba;
    Vyznamnost_Alternativy(2,2)=alternativa2urokovasazba;
    Vyznamnost_Alternativy(3,2)=alternativa3urokovasazba;
    Vyznamnost_Alternativy(4,2)=alternativa4urokovasazba;
    Vyznamnost_Alternativy(1,3)=alternativa1mesicnisplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(2,3)=alternativa2mesicnisplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(3,3)=alternativa3mesicnisplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(4,3)=alternativa4mesicnisplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(1,4)=alternativa1preplatek;
    Vyznamnost_Alternativy(2,4)=alternativa2preplatek;
    Vyznamnost_Alternativy(3,4)=alternativa3preplatek;
    Vyznamnost_Alternativy(4,4)=alternativa4preplatek;
    Vyznamnost_Alternativy(1,5)=alternativa1celkovasplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(2,5)=alternativa2celkovasplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(3,5)=alternativa3celkovasplatka;
    Vyznamnost_Alternativy(4,5)=alternativa4celkovasplatka;
    % kontrola
    for a=1:pocet_kriterii
        for i=1:pocet_alternativ
            for j=1:pocet_alternativ
                if Vyznamnost_Alternativy(i,a)==Vyznamnost_Alternativy(j,a)&&(j~=i)% jsou-li nějaké alternativa v
                    rámci jednoho kritéria stejná vyskočí upozornění, že jsou špatně zadané kritéria a proměnná
                    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne změní hodnotu na 0 a nebude moct proběhnout výpočet.
                    msgbox('Zadejte správně významnost alternativy.','Pozor','warn');
                    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
                    return;
                end
            end
        end
    end
end
%% Provedení výpočtu
if Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne==1;
    %% Saatyho matice
    Saatyho_matice=zeros(pocet_kriterii,pocet_kriterii);
    for i=1:pocet_kriterii
        for j=1:pocet_kriterii
            switch Vyznamnost_Kriteria(1,j)-Vyznamnost_Kriteria(1,i)
                case 0
                    Saatyho_matice(i,j)=1;
                case 1
                    Saatyho_matice(i,j)=3;
                case 2
                    Saatyho_matice(i,j)=5;
                case 3
                    Saatyho_matice(i,j)=7;
                case 4
                    Saatyho_matice(i,j)=9;
                case -1

```

```

        Saatyho_matice(i,j)=1/3;
        case -2
        Saatyho_matice(i,j)=1/5;
        case -3
        Saatyho_matice(i,j)=1/7;
        case -4
        Saatyho_matice(i,j)=1/9;
    end
end
end
Geometricky_prumer=ones(1,pocet_kriterii);
for i=1:pocet_kriterii
    for j=1:pocet_kriterii
        Geometricky_prumer(1,i)=Geometricky_prumer(1,i)*Saatyho_matice(i,j);
    end
    Geometricky_prumer(1,i)=Geometricky_prumer(1,i)^(1/pocet_kriterii);
end
vaha_kriteria=zeros(1,pocet_kriterii);
for k=1:pocet_kriterii
    vaha_kriteria(1,k)=Geometricky_prumer(1,k)/sum(Geometricky_prumer);
end
%% Tabulka K1=doba splatnosti
Tabulka_K1=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        switch Vyznamnost_Alternativy(j,1)-Vyznamnost_Alternativy(i,1)
            case 0
                Tabulka_K1(i,j)=1;
            case 1
                Tabulka_K1(i,j)=3;
            case 2
                Tabulka_K1(i,j)=5;
            case 3
                Tabulka_K1(i,j)=7;
            case 4
                Tabulka_K1(i,j)=9;
            case -1
                Tabulka_K1(i,j)=1/3;
            case -2
                Tabulka_K1(i,j)=1/5;
            case -3
                Tabulka_K1(i,j)=1/7;
            case -4
                Tabulka_K1(i,j)=1/9;
        end
    end
end
Geometricky_prumer_K1=ones(1,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        Geometricky_prumer_K1(1,i)=Geometricky_prumer_K1(1,i)*Tabulka_K1(i,j);
    end
    Geometricky_prumer_K1(1,i)=Geometricky_prumer_K1(1,i)^(1/pocet_alternativ);
end
vaha_K1=zeros(1,pocet_alternativ);
for k=1:pocet_alternativ
    vaha_K1(1,k)=Geometricky_prumer_K1(1,k)/sum(Geometricky_prumer_K1);
end
%% Tabulka K2=úroková sazba
Tabulka_K2=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        switch Vyznamnost_Alternativy(j,2)-Vyznamnost_Alternativy(i,2)
            case 0
                Tabulka_K2(i,j)=1;
            case 1
                Tabulka_K2(i,j)=3;
            case 2
                Tabulka_K2(i,j)=5;
            case 3
                Tabulka_K2(i,j)=7;
            case 4
                Tabulka_K2(i,j)=9;
            case -1
                Tabulka_K2(i,j)=1/3;
            case -2
                Tabulka_K2(i,j)=1/5;
            case -3
                Tabulka_K2(i,j)=1/7;
            case -4
                Tabulka_K2(i,j)=1/9;
        end
    end
end
Geometricky_prumer_K2=ones(1,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        Geometricky_prumer_K2(1,i)=Geometricky_prumer_K2(1,i)*Tabulka_K2(i,j);
    end
    Geometricky_prumer_K2(1,i)=Geometricky_prumer_K2(1,i)^(1/pocet_alternativ);
end
vaha_K2=zeros(1,pocet_alternativ);
for k=1:pocet_alternativ
    vaha_K2(1,k)=Geometricky_prumer_K2(1,k)/sum(Geometricky_prumer_K2);
end
%% Tabulka K3=měsíční splátka
Tabulka_K3=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        switch Vyznamnost_Alternativy(j,3)-Vyznamnost_Alternativy(i,3)
            case 0

```

```

        Tabulka_K3(i,j)=1;
        case 1
        Tabulka_K3(i,j)=3;
        case 2
        Tabulka_K3(i,j)=5;
        case 3
        Tabulka_K3(i,j)=7;
        case 4
        Tabulka_K3(i,j)=9;
        case -1
        Tabulka_K3(i,j)=1/3;
        case -2
        Tabulka_K3(i,j)=1/5;
        case -3
        Tabulka_K3(i,j)=1/7;
        case -4
        Tabulka_K3(i,j)=1/9;
    end
end
end
Geometricky_prumer_K3=ones(1,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        Geometricky_prumer_K3(1,i)=Geometricky_prumer_K3(1,i)*Tabulka_K3(i,j);
    end
    Geometricky_prumer_K3(1,i)=Geometricky_prumer_K3(1,i)^(1/pocet_alternativ);
end
vaha_K3=zeros(1,pocet_alternativ);
for k=1:pocet_alternativ
    vaha_K3(1,k)=Geometricky_prumer_K3(1,k)/sum(Geometricky_prumer_K3);
end

%% Tabulka K4=přepřítetek
Tabulka_K4=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        switch Vyznamnost_Altternativy(j,4)-Vyznamnost_Altternativy(i,4)
            case 0
            Tabulka_K4(i,j)=1;
            case 1
            Tabulka_K4(i,j)=3;
            case 2
            Tabulka_K4(i,j)=5;
            case 3
            Tabulka_K4(i,j)=7;
            case 4
            Tabulka_K4(i,j)=9;
            case -1
            Tabulka_K4(i,j)=1/3;
            case -2
            Tabulka_K4(i,j)=1/5;
            case -3
            Tabulka_K4(i,j)=1/7;
            case -4
            Tabulka_K4(i,j)=1/9;
        end
    end
end
Geometricky_prumer_K4=ones(1,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        Geometricky_prumer_K4(1,i)=Geometricky_prumer_K4(1,i)*Tabulka_K4(i,j);
    end
    Geometricky_prumer_K4(1,i)=Geometricky_prumer_K4(1,i)^(1/pocet_alternativ);
end
vaha_K4=zeros(1,pocet_alternativ);
for k=1:pocet_alternativ
    vaha_K4(1,k)=Geometricky_prumer_K4(1,k)/sum(Geometricky_prumer_K4);
end
%% Tabulka K5=celkové hodnocení
Tabulka_K5=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        switch Vyznamnost_Altternativy(j,5)-Vyznamnost_Altternativy(i,5)
            case 0
            Tabulka_K5(i,j)=1;
            case 1
            Tabulka_K5(i,j)=3;
            case 2
            Tabulka_K5(i,j)=5;
            case 3
            Tabulka_K5(i,j)=7;
            case 4
            Tabulka_K5(i,j)=9;
            case -1
            Tabulka_K5(i,j)=1/3;
            case -2
            Tabulka_K5(i,j)=1/5;
            case -3
            Tabulka_K5(i,j)=1/7;
            case -4
            Tabulka_K5(i,j)=1/9;
        end
    end
end
Geometricky_prumer_K5=ones(1,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
    for j=1:pocet_alternativ
        Geometricky_prumer_K5(1,i)=Geometricky_prumer_K5(1,i)*Tabulka_K5(i,j);
    end
    Geometricky_prumer_K5(1,i)=Geometricky_prumer_K5(1,i)^(1/pocet_alternativ);
end

```

```

vaha_K5=zeros(1,pocet_alternativ);
for k=1:pocet_alternativ
vaha_K5(1,k)=Geometricky_prumer_K5(1,k)/sum(Geometricky_prumer_K5);
end
%% Celkové hodnocení
tabulka_vah_K1_K2_K3_K4_K5=[vaha_K1;vaha_K2;vaha_K3;vaha_K4;vaha_K5];
celkove_hodnoceni=zeros(pocet_alternativ,pocet_kriterii);
for i=1:pocet_alternativ
for j=1:pocet_kriterii
celkove_hodnoceni(i,j)=vaha_kriteria(1,j)*tabulka_vah_K1_K2_K3_K4_K5(j,i);
end
end
Vyhodnoceni=zeros(1,pocet_alternativ);
for i=1:pocet_alternativ
for j=1:pocet_kriterii
Vyhodnoceni(1,i)=Vyhodnoceni(1,i)+celkove_hodnoceni(i,j);
end
end
%% Graf
handles.axes1=bar(Vyhodnoceni*100);
grid on;
title('Hodnocení variant');
M=[0 1 0];
colormap(M)
axis([0 pocet_alternativ+1 0 100])
title('Hodnocení variant','FontSize',12,'FontName','Verdana')
xlabel('Číslo varianty','FontSize',8,'FontName','Verdana')
ylabel('Váha varianty[%]','FontSize',8,'FontName','Verdana')
if pocet_alternativ==2
set(handles.text12,'String',Vyhodnoceni(1,1)*100)
set(handles.text13,'String',Vyhodnoceni(1,2)*100)
set(handles.text14,'String','-')
set(handles.text15,'String','-')
end
if pocet_alternativ==3
set(handles.text12,'String',Vyhodnoceni(1,1)*100)
set(handles.text13,'String',Vyhodnoceni(1,2)*100)
set(handles.text14,'String',Vyhodnoceni(1,3)*100)
set(handles.text15,'String','-')
end
if pocet_alternativ==4
set(handles.text12,'String',Vyhodnoceni(1,1)*100)
set(handles.text13,'String',Vyhodnoceni(1,2)*100)
set(handles.text14,'String',Vyhodnoceni(1,3)*100)
set(handles.text15,'String',Vyhodnoceni(1,4)*100)
end
set(handles.pushbutton7,'Enable','on')
%% Uložení výsledků
set(handles.pushbutton2,'UserData',[Saatyho_matice Geometricky_prumer' vaha_kriteria]);
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
case 'Binární porovnání'%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Načtení vstupních proměnných
pocet_kriterii=str2double(get(handles.edit2,'String'));
pocet_alternativ=str2double(get(handles.edit1,'String'));
% Načtení významnosti kritérii
str = get(handles.popupmenu2,'String');
val = get(handles.popupmenu2,'Value');
kriterium1=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu3,'String');
val = get(handles.popupmenu3,'Value');
kriterium2=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu4,'String');
val = get(handles.popupmenu4,'Value');
kriterium3=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu5,'String');
val = get(handles.popupmenu5,'Value');
kriterium4=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu6,'String');
val = get(handles.popupmenu6,'Value');
kriterium5=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium doba splatnosti
str = get(handles.popupmenu10,'String');
val = get(handles.popupmenu10,'Value');
alternativa1dobasplatnosti=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu11,'String');
val = get(handles.popupmenu11,'Value');
alternativa2dobasplatnosti=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu12,'String');
val = get(handles.popupmenu12,'Value');
alternativa3dobasplatnosti=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu13,'String');
val = get(handles.popupmenu13,'Value');
alternativa4dobasplatnosti=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium úroková sazba
str = get(handles.popupmenu14,'String');
val = get(handles.popupmenu14,'Value');
alternativa1urokovasazba=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu15,'String');
val = get(handles.popupmenu15,'Value');
alternativa2urokovasazba=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu16,'String');
val = get(handles.popupmenu16,'Value');
alternativa3urokovasazba=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu17,'String');
val = get(handles.popupmenu17,'Value');
alternativa4urokovasazba=str2double(str{val});
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium měsíční splátka
str = get(handles.popupmenu18,'String');
val = get(handles.popupmenu18,'Value');
alternativa1mesicnisplatka=str2double(str{val});
str = get(handles.popupmenu19,'String');

```

```

val = get(handles.popupmenu19, 'Value');
alternativa2mesicnisplatka=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu20, 'String');
val = get(handles.popupmenu20, 'Value');
alternativa3mesicnisplatka=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu21, 'String');
val = get(handles.popupmenu21, 'Value');
alternativa4mesicnisplatka=str2double(str(val));
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium přeplatek
str = get(handles.popupmenu22, 'String');
val = get(handles.popupmenu22, 'Value');
alternativa1preplatek=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu23, 'String');
val = get(handles.popupmenu23, 'Value');
alternativa2preplatek=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu24, 'String');
val = get(handles.popupmenu24, 'Value');
alternativa3preplatek=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu25, 'String');
val = get(handles.popupmenu25, 'Value');
alternativa4preplatek=str2double(str(val));
% Načtení významnosti alternativ pro kritérium celková splátka
str = get(handles.popupmenu26, 'String');
val = get(handles.popupmenu26, 'Value');
alternativa1celkovasplatka=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu27, 'String');
val = get(handles.popupmenu27, 'Value');
alternativa2celkovasplatka=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu28, 'String');
val = get(handles.popupmenu28, 'Value');
alternativa3celkovasplatka=str2double(str(val));
str = get(handles.popupmenu29, 'String');
val = get(handles.popupmenu29, 'Value');
alternativa4celkovasplatka=str2double(str(val));
%% Kontrola správnosti načtení vstupních dat
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=1;% Pokud se v průběhu programu zjišťován správnosti vstupních dat se zjistí
chyba, tak se změní hodnota 1 na 0 a neprovede se výpočet.
%% Kontrola správnosti pro jednotlivá kritéria
if isnan(kriterium1)
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro dobu splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium2)
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro úrokovou sazbu.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium3)
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro měsíční splátku.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium4)&& pocet_kriterii==4
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(kriterium5)&& pocet_kriterii==5
    msgbox('Zadejte významnost kritéria pro celkovou splátku.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro dobu splatnosti
if isnan(alternativa1dobasplatnosti)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2dobasplatnosti)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3dobasplatnosti)&& pocet_alternativ==3
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4dobasplatnosti)&& pocet_alternativ==4
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria doby splatnosti.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro úrokovou sazbu
if isnan(alternativa1urokovasazba)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2urokovasazba)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3urokovasazba)&& pocet_alternativ==3
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4urokovasazba)&& pocet_alternativ==4
    msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria úroková sazba.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro měsíční splátku
if isnan(alternativa1mesicnisplatka)
    msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2mesicnisplatka)
    msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
    Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3mesicnisplatka) && pocet_alternativ==3
    msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');

```

```

Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4mesicnisplatka) && pocet_alternativ==4
msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria měsíční splátka.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro přeplatek
if isnan(alternativa1preplatek) && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2preplatek) && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3preplatek) && pocet_alternativ==3 && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4preplatek) && pocet_alternativ==4 && (pocet_kriterii==4 || pocet_kriterii==5)
msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria přeplatek.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola správnosti pro jednotlivé alternativy pro celkovou splátku
if isnan(alternativa1celkovasplatka) && pocet_kriterii==5
msgbox('Zadejte významnost pro první alternativu kritéria celková splátka.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa2celkovasplatka) && pocet_kriterii==5
msgbox('Zadejte významnost pro druhou alternativu kritéria celková splátka.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa3celkovasplatka) && pocet_alternativ==3 && pocet_kriterii==5
msgbox('Zadejte významnost pro třetí alternativu kritéria celková splátka.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
if isnan(alternativa4celkovasplatka) && pocet_alternativ==4 && pocet_kriterii==5
msgbox('Zadejte významnost pro čtvrtou alternativu kritéria celková splátka.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
end
%% Kontrola, zda nejsou vyplněna nějaká kritéria stejně
if isnan(pocet_kriterii)
msgbox('Zadejte počet kritérií.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
elseif isnan(pocet_alternativ)
else
Vyznamnost_Kriteriia=zeros(1,pocet_kriterii);% Matice významností kritérií
Vyznamnost_Kriteriia(1,1)=kriterium1;
Vyznamnost_Kriteriia(1,2)=kriterium2;
Vyznamnost_Kriteriia(1,3)=kriterium3;
Vyznamnost_Kriteriia(1,4)=kriterium4;
Vyznamnost_Kriteriia(1,5)=kriterium5;
% kontrola
for i=1:pocet_kriterii
for j=1:pocet_kriterii
if Vyznamnost_Kriteriia(1,i)==Vyznamnost_Kriteriia(1,j) && (j~=i) % jsou-li nějaké kritéria stejná vyskočí
upozornění, že jsou špatně zadané kritéria a proměnná Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne změni hodnotu na 0 a nebude
mocht proběhnout výpočet.
msgbox('Zadejte správně významnost kritérií.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
return;
end
end
end
end
%% Kontrola, zda není vyplněna nějaká alternativa stejně
if isnan(pocet_alternativ)
msgbox('Zadejte počet alternativ.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
elseif isnan(pocet_kriterii)
else
Vyznamnost_Alternativy=zeros(pocet_alternativ,pocet_kriterii);% Matice významností alternativ
Vyznamnost_Alternativy(1,1)=alternativa1dobasplatnosti;
Vyznamnost_Alternativy(2,1)=alternativa2dobasplatnosti;
Vyznamnost_Alternativy(3,1)=alternativa3dobasplatnosti;
Vyznamnost_Alternativy(4,1)=alternativa4dobasplatnosti;
Vyznamnost_Alternativy(1,2)=alternativa1urokovasazba;
Vyznamnost_Alternativy(2,2)=alternativa2urokovasazba;
Vyznamnost_Alternativy(3,2)=alternativa3urokovasazba;
Vyznamnost_Alternativy(4,2)=alternativa4urokovasazba;
Vyznamnost_Alternativy(1,3)=alternativa1mesicnisplatka;
Vyznamnost_Alternativy(2,3)=alternativa2mesicnisplatka;
Vyznamnost_Alternativy(3,3)=alternativa3mesicnisplatka;
Vyznamnost_Alternativy(4,3)=alternativa4mesicnisplatka;
Vyznamnost_Alternativy(1,4)=alternativa1preplatek;
Vyznamnost_Alternativy(2,4)=alternativa2preplatek;
Vyznamnost_Alternativy(3,4)=alternativa3preplatek;
Vyznamnost_Alternativy(4,4)=alternativa4preplatek;
Vyznamnost_Alternativy(1,5)=alternativa1celkovasplatka;
Vyznamnost_Alternativy(2,5)=alternativa2celkovasplatka;
Vyznamnost_Alternativy(3,5)=alternativa3celkovasplatka;
Vyznamnost_Alternativy(4,5)=alternativa4celkovasplatka;
% kontrola
for a=1:pocet_kriterii
for i=1:pocet_alternativ
for j=1:pocet_alternativ
if Vyznamnost_Alternativy(i,a)==Vyznamnost_Alternativy(j,a) && (j~=i) % jsou-li nějaké alternativa v
rámcí jednoho kritéria stejná vyskočí upozornění, že jsou špatně zadané kritéria a proměnná
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne změni hodnotu na 0 a nebude mocht proběhnout výpočet.
msgbox('Zadejte správně významnost alternativy.', 'Pozor', 'warn');
Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne=0;
return;
end
end
end
end

```

```

        end
    end
end
end
%% Provedení výpočtu
if Jsou_zadana_vsechna_stupni_promenne==1;
    %% Binar matice
    Binar_porovnani=zeros(pocet_kriterii,pocet_kriterii);
    for i=1:pocet_kriterii
        for j=1:pocet_kriterii
            if Vyznamnost_Kriteria(1,j)>Vyznamnost_Kriteria(1,i)
                Binar_porovnani(i,j)=1;
            else
                Binar_porovnani(i,j)=0;
            end
        end
    end
    Preference=zeros(1,pocet_kriterii);
    for i=1:pocet_kriterii
        for j=1:pocet_kriterii
            Preference(1,i)=Preference(1,i)+Binar_porovnani(i,j);
        end
        Preference(1,i)=Preference(1,i)+1;
    end
    vaha_kriteria=zeros(1,pocet_kriterii);
    for k=1:pocet_kriterii
        vaha_kriteria(1,k)=Preference(1,k)/sum(Preference);
    end
    %% Tabulka K1
    Tabulka_K1=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            if Vyznamnost_Alternativy(j,1)>Vyznamnost_Alternativy(i,1)
                Tabulka_K1(i,j)=1;
            else
                Tabulka_K1(i,j)=0;
            end
        end
    end
    Preference_tabulky_K1=zeros(1,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            Preference_tabulky_K1(1,i)=Preference_tabulky_K1(1,i)+Tabulka_K1(i,j);
        end
        Preference_tabulky_K1(1,i)=Preference_tabulky_K1(1,i)+1;
    end
    vaha_K1=zeros(1,pocet_alternativ);
    for k=1:pocet_alternativ
        vaha_K1(1,k)=Preference_tabulky_K1(1,k)/sum(Preference_tabulky_K1);
    end
    %% Tabulka K2
    Tabulka_K2=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            if Vyznamnost_Alternativy(j,2)>Vyznamnost_Alternativy(i,2)
                Tabulka_K2(i,j)=1;
            else
                Tabulka_K2(i,j)=0;
            end
        end
    end
    Preference_tabulky_K2=zeros(1,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            Preference_tabulky_K2(1,i)=Preference_tabulky_K2(1,i)+Tabulka_K2(i,j);
        end
        Preference_tabulky_K2(1,i)=Preference_tabulky_K2(1,i)+1;
    end
    vaha_K2=zeros(1,pocet_alternativ);
    for k=1:pocet_alternativ
        vaha_K2(1,k)=Preference_tabulky_K2(1,k)/sum(Preference_tabulky_K2);
    end
    %% Tabulka K3
    Tabulka_K3=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            if Vyznamnost_Alternativy(j,3)>Vyznamnost_Alternativy(i,3)
                Tabulka_K3(i,j)=1;
            else
                Tabulka_K3(i,j)=0;
            end
        end
    end
    Preference_tabulky_K3=zeros(1,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            Preference_tabulky_K3(1,i)=Preference_tabulky_K3(1,i)+Tabulka_K3(i,j);
        end
        Preference_tabulky_K3(1,i)=Preference_tabulky_K3(1,i)+1;
    end
    vaha_K3=zeros(1,pocet_alternativ);
    for k=1:pocet_alternativ
        vaha_K3(1,k)=Preference_tabulky_K3(1,k)/sum(Preference_tabulky_K3);
    end
    %% Tabulka K4
    Tabulka_K4=zeros(pocet_alternativ,pocet_alternativ);
    for i=1:pocet_alternativ
        for j=1:pocet_alternativ
            if Vyznamnost_Alternativy(j,4)>Vyznamnost_Alternativy(i,4)
                Tabulka_K4(i,j)=1;
            else

```