

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra managementu

**Vícekriteriální rozhodování a softwarové nástroje pro podporu
rozhodování**
Diplomová práce

Autor: Bc. Gabriela Bohušová
Studijní obor: Informační management

Vedoucí práce: doc. Ing. Hana Mohelská, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 11.4.2016

Gabriela Bohušová

Poděkování:

Děkuji vedoucí diplomové práce doc. Ing. Haně Mohelské, Ph.D. za metodické vedení práce a cenné rady.

Anotace

Diplomová práce se zabývá teorií rozhodování a zaměřuje se na metody a pravidla vícekritériálního rozhodování a softwarové nástroje pro podporu vícekritériálního rozhodování. Teorie vícekritériálního rozhodování je zde členěna na rozhodování za jistoty a rozhodování za rizika a nejistoty. V aplikační části práce je vytvořena a řešena případová studie, zabývající se výběrem umístění pro výdejní místo internetového obchodu z pěti alternativ a dle pěti kritérií. Nejdříve bez specializovaného softwaru za užití Saatyho metody kvantitativního párového srovnání a metody AHP, poté ve studentských verzích dvou vybraných softwarových nástrojů pro podporu rozhodování, Expert Choice a Criterium DecisionPlus. Hlavním přínosem práce je zhodnocení a srovnání obou nástrojů pro podporu rozhodování na základě stanovených kritérií hodnocení.

Annotation

Title:

Multi-Criteria Decision Making and Decision Support System Software

The Diploma Thesis deals with a decision theory and focuses on methods and rules of multi-criteria decision and software systems for multi-criteria decision support. The theory of multi-criteria decision is structured into two parts - decision making under certainty and decision making under risk and uncertainty. In the application part of the Thesis the case study has been created. A location of expenditure point of e-shop was selected from five alternatives and according to five criteria in the study. At first, without specialized software using Saaty's method of quantitative pairwise comparisons and AHP, later in students' versions of two selected software systems for decision support, Expert Choice and Criterium DecisionPlus. The main asset of the Thesis is evaluation and comparison of both systems for decision support based on defined criteria of evaluation.

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 1 |
| 2 | Cíl práce, volba metodiky a postupy řešení | 3 |
| 3 | Rozhodování v managementu..... | 5 |
| 3.1 | Vícekriteriální rozhodování | 7 |
| 3.2 | Historie vícekriteriálního rozhodování | 9 |
| 3.3 | Fáze rozhodovacího procesu | 10 |
| 3.4 | Prvky rozhodovacího procesu..... | 12 |
| 3.4.1 | Cíl rozhodování..... | 13 |
| 3.4.2 | Kritéria hodnocení | 13 |
| 3.4.3 | Subjekt a objekt rozhodování | 14 |
| 3.4.4 | Varianty rozhodování a jejich důsledky | 14 |
| 3.4.5 | Stavy světa..... | 15 |
| 3.5 | Klasifikace rozhodovacích procesů a problémů..... | 16 |
| 3.5.1 | Dobře a špatně strukturované rozhodovací problémy..... | 16 |
| 3.5.2 | Rozhodovací procesy za jistoty, rizika a nejistoty | 17 |
| 3.5.3 | Závislé a nezávislé rozhodovací procesy..... | 17 |
| 3.5.4 | Další typy rozhodovacích procesů | 18 |
| 4 | Vícekriteriální rozhodování za jistoty..... | 18 |
| 4.1 | Tvorba variant..... | 18 |
| 4.2 | Výběr kritérií..... | 19 |
| 4.3 | Metody stanovení vah kritérií | 19 |
| 4.3.1 | Bodová stupnice a alokace 100 bodů..... | 21 |
| 4.3.2 | Metoda preferenčního pořadí..... | 22 |
| 4.3.3 | Metoda párového srovnávání (Fullerova metoda)..... | 23 |
| 4.3.4 | Saatyho metoda kvantitativního párového srovnání | 25 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.5 | Metoda postupného rozvrhu vah | 27 |
| 4.3.6 | Kompenzační metoda | 28 |
| 4.4 | Metody hodnocení variant..... | 29 |
| 4.4.1 | Vícekriteriální funkce užitku (utility) za jistoty | 30 |
| 4.4.2 | Jednoduché metody stanovení hodnoty (užitku) variant..... | 31 |
| 4.4.3 | Metody založené na párovém srovnávání variant..... | 34 |
| 4.5 | Identifikace výsledné varianty | 36 |
| 5 | Vícekriteriální rozhodování za rizika a nejistoty | 36 |
| 5.1 | Rozhodování za nejistoty | 37 |
| 5.1.1 | Pravidlo maximinu..... | 37 |
| 5.1.2 | Pravidlo maximaxu | 38 |
| 5.1.3 | Laplaceovo pravidlo | 38 |
| 5.1.4 | Hurwitzovo pravidlo | 38 |
| 5.1.5 | Savageovo pravidlo..... | 39 |
| 5.2 | Rozhodování za rizika | 39 |
| 5.2.1 | Pravidla vedoucí k preferenčnímu uspořádání variant..... | 39 |
| 5.2.2 | Pravidla pro redukci souboru rizikových variant..... | 40 |
| 6 | Aplikační část..... | 43 |
| 6.1 | Softwarová podpora vícekriteriálního rozhodování | 43 |
| 6.1.1 | Decision Support Systems..... | 43 |
| 6.1.2 | Expert Choice | 45 |
| 6.1.3 | Criterion DecisionPlus..... | 46 |
| 6.2 | Aplikace případové studie ve vybraných DSS | 47 |
| 6.2.1 | Případová studie | 47 |
| 6.2.2 | Kritéria hodnocení | 52 |
| 6.2.3 | Řešení v Expert Choice | 53 |
| 6.2.4 | Řešení v Criterion DecisionPlus | 60 |

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 6.2.5 | Vyhodnocení..... | 67 |
| 7 | Shrnutí výsledků..... | 73 |
| 8 | Závěry a doporučení | 76 |
| 9 | Seznam použité literatury..... | 78 |
| 9.1 | Monografie..... | 78 |
| 9.2 | Články | 79 |
| 9.3 | Další zdroje | 79 |
| 10 | Seznam objektů | 81 |
| 10.1 | Seznam obrázků | 81 |
| 10.2 | Seznam tabulek..... | 82 |
| 10.3 | Seznam vzorců | 82 |
| 11 | Přílohy..... | 84 |

1 Úvod

Mezi základní vlastnosti člověka patří snaha uspokojovat své potřeby na různých úrovních. To ale bývá často spjato s nutností volby mezi více variantami a potřebou rozhodovat se s ohledem na maximalizaci získaného užitku. Rozhodování je tedy nevyhnutelnou součástí života všech lidí. Provází člověka společně s touhou po uspokojování potřeb již od dětství celým jeho životem. Bez ohledu na své povolání se procesu rozhodování v jisté míře nemůže vyhnout žádná svéprávná osoba.

Problém však nastává, když jsou rozhodovací situace příliš složité nebo nejasné, eventuálně v případech, kdy může mít rozhodnutí fatální následky nejen pro samotného rozhodujícího, ale i pro jeho okolí. Pro výběr toho správného rozhodnutí v těchto případech již nepostačuje prosté zamyšlení se nebo úvaha.

Jak uvádí Obst a kol. (2006), mezi základní funkce procesu řízení patří, kromě plánování, organizování, operativního řízení a kontrolování, i zmiňované rozhodování. Zodpovědný manažer by se v komplikovaných situacích, i přes své letité zkušenosti, neměl spoléhat jen na svou intuici a výstupy svého rozhodování by měl mít podložené objektivními rozhodovacími procesy. Pro manažera je tedy při výkonu jeho povolání nezbytné ovládat a umět správně aplikovat ty nejefektivnější a nejmodernější metody a nástroje rozhodování.

Náročnost procesu rozhodování nezanedbatelně stoupá s přibývajícím počtem alternativ a kritérií. Vícekriteriální rozhodování může často přesahovat kognitivní a rozumové limity rozhodovatele. Tehdy je žádoucí užití softwarové podpory vícekriteriálního rozhodování, která vnáší i do nestrukturovaných nebo semistrukturovaných rozhodovacích problémů určitou míru strukturovanosti, umožňuje efektivně zvažovat i jinak přespříliš velké množství alternativ a kritérií, nabízí otestovanou metodikou kalkulované výstupy a možnost provádění citlivostních analýz. Proces rozhodování se tak stává v jistém ohledu jednodušším, časově úspornějším, exaktnějším, nabízejícím podklady pro učinění a obhajobu konkrétního rozhodnutí, nebo-li volbu alternativy s nejvyšším užitekem.

Softwarovou podporu vícekriteriálního rozhodování nabízejí Decision Support Systems, nebo-li systémy pro podporu rozhodování. Ty využívají pro své výpočty rozmanité metodiky, například Saatyho metodu kvantitativního párového srovnání

nebo metodu AHP (Analytic Hierarchy Process). Tyto a další metody lze využít jak v rámci softwarové podpory rozhodování, tak i samostatně. Pro zjednodušení rozhodovacího procesu umožňují někdy také propojení s dalšími systémy, ze kterých získávají aktuální a přesná data potřebná pro účelnou aplikaci rozhodovacích metod. Dále často poskytují možnost přímého sdílení výsledků rozhodování v rámci informačního systému společnosti, čím zkracují cestu potřebnou k informování relevantních subjektů.

Ústřední otázkou pro rozhodovatele ale zůstává, kterou z širokého spektra známých nebo nových metodik a který softwarový nástroj pro podporu vícekriteriálního rozhodování využít. Toto rozhodnutí, učiněné již v počátcích rozhodovacího procesu, může být pro samotný proces výběru a ohodnocení alternativ a kritérií a také pro použitelnost a korektnost výstupu rozhodování klíčové nebo dokonce až fatální. Proto by měla mít rozhodující osoba přinejmenším základní přehled a znalosti v oblasti jak samotné teorie rozhodování, tak co se týče softwarových nástrojů pro podporu vícekriteriálního rozhodování.

2 Cíl práce, volba metodiky a postupy řešení

Smyslem teoretické části diplomové práce je nejdříve obeznámení s historií a pojmy v problematice manažerského rozhodování obecně. Poté se práce zaměřuje na vícekriteriální rozhodování, s cílem přiblížit jednotlivé fáze rozhodovacího procesu a blíže popsat vybrané metody a nástroje vícekriteriálního rozhodování. Pro tento účel a přehlednost je zde rozlišováno vícekriteriální rozhodování za jistoty a vícekriteriální rozhodování za rizika a nejistoty. Důležitou částí je také popis a charakteristika metod použitých v aplikační části práce.

V aplikační části diplomové práce je cílem nejdříve přiblížit a krátce definovat softwarovou podporu vícekriteriálního rozhodování a DSS (Decision Support Systems). Součástí je také krátký popis vybraných produktů, kterými jsou Expert Choice a Criterium DecisionPlus.

Jedním z hlavních přínosů je zde následující případová studie, jejíž účelem je praktická aplikace a demonstrace vybraných metod vícekriteriálního rozhodování a to od počátku, definování rozhodovacího problému, relevantních kritérií a možných alternativ řešení, přes samotný proces užití Saatyho metody kvantitativního párového srovnání a metody AHP, až po vyhodnocení získaných výsledků, objektivní volbu nejvýhodnější varianty a zdůvodnění tohoto výběru.

Na případovou studii poté navazuje její řešení ve vybraných DSS, které je stěžejní částí diplomové práce. Smyslem je zde bližší praktické prozkoumání možností a prostředí obou nástrojů a jejich následné zhodnocení a srovnání dle stanovených kritérií. Součástí výstupu daného úseku by mělo být bližší porozumění těmto aplikacím a schopnost později zvolit ten z nich, který nejvíce odpovídá aktuálním individuálním potřebám konkrétního rozhodovatele.

Teoretická část diplomové práce je vypracována na základě monografií, odborných článků a dalších online zdrojů uvedených v seznamu použité literatury, kterých převážná část byla nalezena prostřednictvím zadání dvou rešerší. První rešerše byla zaměřena na zdroje týkající se manažerského rozhodování obecně, druhá byla specifikovaná již konkrétně na metody a nástroje vícekriteriálního rozhodování.

Úvodní pasáž aplikační části obsahující teoretická východiska, úvod do dané problematiky a popis vybraných DSS je zpracován na základě uvedených zdrojů

literatury s přihlédnutím na praktickou využitelnost systémů pro podporu rozhodování.

Případová studie je formulována s ohledem na její použitelnost v dalších částech, které na ni bezprostředně navazují a jsou na ni ve velké míře závislé. Pro stanovení vah kritérií je použita metoda kvantitativního párového srovnání profesora Saatyho, dle postupu uvedeného v teoretické části diplomové práce. Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím a celkové pořadí je provedeno na základě metody AHP, které postup je taktéž součástí vypracované teorie. U obou metod jsou výpočty provedeny za využití nejrozšířenějšího tabulkového procesoru Microsoft Excel. Pomocné výpočty i konečné výstupy z celého procesu aplikace uvedených metod na případovou studii obsahují Přílohy 1 a 2. Důvodem volby uvedených metod je jejich použití ve vybraných softwarových nástrojích pro podporu rozhodování, na kterých je založena navazující podkapitola aplikační části diplomové práce.

Případová studie je dále aplikovaná v nástrojích Expert Choice a Criterium DecisionPlus, které byly pro diplomovou práci vybrány pro jejich dostupnost prostřednictvím studentské licence a virtuálních učeben na Fakultě informatiky a managementu UHK. I přes omezení počtu zadávaných alternativ a kritérií je studentská verze pro účely diplomové práce a danou případovou studii dostačující. Pro zadávání do obou softwarů jsou použita jednotná data z Přílohy 2, výstupy lze tedy lehce srovnat a zkontrolovat jejich správnost. Informace o ceně Expert Choice a propojitelnosti s dalším softwarem byly získány prostřednictvím emailové komunikace s CALS servis s.r.o., prodejcem softwaru pro ČR.

3 Rozhodování v managementu

„Klíčem k řízení jakýchkoliv systémů je rozhodování.“ (Plevný, 2010, s. 9) Rozhodování je nedílnou součástí sekvenčních manažerských funkcí (plánování, organizování, výběr a rozmístění pracovníků, vedení lidí a kontrola), které jsou prováděny v daném časovém sledu, a představuje jednu z nejvýznamnějších manažerských aktivit. Velký důraz je potřeba klást na kvalitu rozhodnutí. Nekvalitní rozhodování může mít pro organizaci za následek ztrátu nebo dokonce ukončení činnosti. (Fotr, 2010)

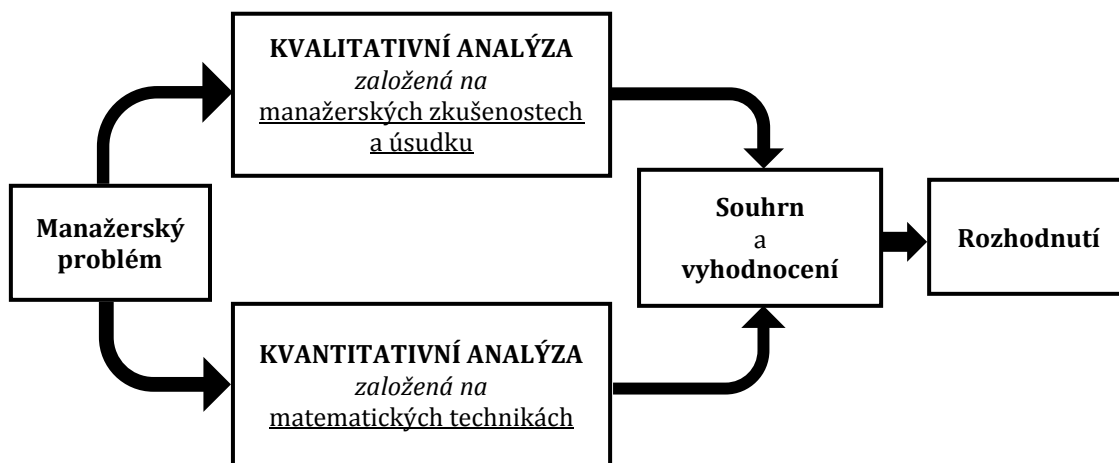
Rozhodování můžeme definovat jako „proces, ve kterém je nutno zvolit jediné rozhodnutí z několika možných alternativ rozhodnutí“ (Šubrt, 2011, s. 116) a současně jsou dána kritéria, podle nichž lze vybrat rozhodnutí (Obst, 2006). Cílem je nalezení alternativy, která je vzhledem k definovaným kritériím nejvýhodnější a přináší tak nejvyšší užitek. Protože v okamžiku rozhodnutí nejsou pro rozhodovatele známé důsledky z konkrétní volby, není zřejmé, která z variant je nejlepší. (Šubrt, 2011)

Rozhodovací (manažerský) problém „je možné obecně vymezit existenci difference (odchylky) mezi požadovaným stavem ... určité složky okolí rozhodovatele a jejím skutečným stavem“ (Křupka, 2012, s. 8). Požadovaný stav přitom může vycházet z určitých minulých zkušeností. Odchylky skutečného stavu od požadovaného minulého stavu signalizují vznik daných rozhodovacích problémů. (Fotr, 2010)

Rozhodovací proces je postup řešení rozhodovacího (manažerského) problému, kde je nutno zvolit jedno rozhodnutí a existují alespoň dvě možné varianty řešení. (Šubrt, 2011) Protože základním atributem rozhodování je posuzování jednotlivých variant a výběr rozhodnutí (proces volby), problémy s jedním řešením nelze považovat za rozhodovací problémy a jejich řešení nevede k rozhodovacímu procesu. (Křupka, 2012)

Rozhodovací proces lze zjednodušeně popsat pomocí schématu na Obrázku 1. Na počátku diagramu se nachází manažerský problém, který je možné analyzovat ze dvou základních hledisek. **Kvalitativní analýza** rozebírá daný problém na základě znalostí a zkušeností příslušného manažera. **Kvantitativní analýza** naproti tomu

zahrnuje rozbor rozhodovacího problému pomocí kvantitativních dat (tj. údajů, které lze vyjádřit v numerické podobě). (Plevný, 2010)



Obrázek 1: Rozhodovací proces

Zdroj: Plevný, 2010, s. 10

Rozhodovací procesy mají na různých úrovních řízení organizací dvě stránky, a to stránku **meritorní (věcnou, obsahovou)** a stránku **formálně-logickou (procedurální)**. „Meritorní stránka odráží odlišnosti jednotlivých rozhodovacích procesů, resp. jejich typů“ (Fotr, 2010, s. 16) a odpovídá na otázku „Co řešíme?“ (Šubrt, 2011) Jednotlivé rozhodovací procesy mají však i přes rozdílnou obsahovou náplň určité společné rysy a vlastnosti. Spojuje je tedy určitý rámcový postup (procedura) řešení. Ten se odvíjí od identifikace problému, ujasňování jeho příčin, cílů řešení až po hodnocení a volby varianty určené k realizaci. (Křupka, 2012) Procedurální stránka odpovídá na otázku „Jak řešíme, postupujeme?“ (Šubrt, 2011) Právě tyto společné rysy rozhodovacích procesů jsou předmětem teorie rozhodování. (Fotr, 2010)

Dle způsobu pohledu na rozhodovací procesy lze rozlišit několik teorií rozhodování, jako například (Fotr, 2010):

- **teorie užitku**, které stanovují celkové ohodnocení variant v případě většího počtu kritérií hodnocení,
- **sociálně-psychologické teorie rozhodování**, které se zaměřují na subjekt a jeho chování,
- **kvantitativně orientované teorie rozhodování**, které při řešení aplikují matematické modely a metody.

Jak uvádí Fotr (2010), různorodost výše zmiňovaných teorií rozhodování vyplývá též z jejich charakteru, který může být buď normativní, nebo deskriptivní. **Normativní teorie** se zaměřují na poskytování návodů. Ty napovídají, jak rozhodovací problémy řešit, jaké modely a jakým způsobem používat atd. Obsahují určité normy řešení rozhodovacích problémů, kterých správná aplikace umožňuje dosažení žádoucí kvality rozhodnutí. Normativní postupy „*nabízejí nejlepší řešení a přímo určují, jakou alternativu zvolit*“. (Šubrt, 2011, s. 117) **Deskriptivní teorie** mají na rozdíl od normativních teorií ve svém středu zájmů již uskutečněné rozhodovací procesy. Jde o „*popis, analýzu a hodnocení rozhodovacích procesů, jejich průběhu, základních prvků, předností a nedostatků, chování rozhodovatele a ostatních subjektů v průběhu rozhodovacího procesu aj.*“ (Fotr, 210, s. 17) Soustřeďují se tedy na získávání poznatků o tom, jak probíhá řešení rozhodování ve skutečnosti. Podle Šubrta (2011) deskriptivní postupy jednotlivé varianty řešení analyzují a volbu alternativy podporují pouze nepřímo. Diplomová práce se bude dále zabývat normativními teoriemi a postupy rozhodování.

V rozhodovacím procesu je také důležité nezanedbat faktor odpovědnosti za rozhodnutí. Pro nastavení správných rozhodovacích procesů a odpovědností slouží **model RAPID**. Ten zahrnuje pět kritických rolí (Uličná, 2013):

- recommend – ten, kdo doporučuje;
- agree – ten, kdo schvaluje;
- perform – ten, kdo realizuje;
- input – ten, kdo radí;
- decide – ten, kdo rozhoduje a zodpovídá za rozhodnutí.

3.1 Vícekriteriální rozhodování

Úlohy vícekriteriálního (multikriteriálního) rozhodování jsou charakteristické procesem volby, a to mezi určenou konečnou množinou n variant, které jsou ohodnoceny na základě m kritérií. Cílem je výběr nejlépe ohodnocené (optimální) varianty podle daných kritérií. (Křupka, 2012)

Varianty (alternativy) jsou „*konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování, jsou realizovatelné a nejsou logickým nesmyslem*“ (Šubrt, 2011, s. 163). Musí být vybrány s ohledem na jejich dosažitelnost a vhodnost při řešení daného

rozhodovacího problému. Varianty jsou poté hodnoceny podle jednotlivých kritérií.

Kritérium je „hledisko hodnocení variant, může být kvalitativní nebo kvantitativní“ (Šubrt, 2011, s. 163). Kritéria musí být vzájemně nezávislá a měla by pokrývat všechna hlediska výběru. Jejich počet přitom nesmí být zbytečně velký, aby si problém zachoval přehlednost.

Je-li hodnocení variant podle kritérií kvantifikováno, lze údaje uspořádat do **kritériální matice Y**, znázorněné pomocí Vzorce 1. Sloupce matice odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám. Prvek y_{ij} vyjadřuje hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria. Pokud všechna kritéria nejsou kvantitativní, hovoříme o kritériální tabulce. Ta obsahuje číselná i slovní hodnocení variant. (Šubrt, 2011)

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Vzorec 1: Kritériální matice Y

Zdroj: Šubrt, 2011, s. 163

Podle způsobu zadání množiny přípustných variant lze vícekritériální rozhodování klasifikovat do dvou skupin (Křupka, 2012). O úlohách **vícekritériálního hodnocení variant** mluvíme tehdy, je-li množina přípustných variant zadána ve formě konečného seznamu a jsou hodnocena podle jednotlivých kritérií. O úlohách **vícekritériálního programování (optimalizace)** mluvíme naproti tomu tehdy, je-li množina přípustných variant vymezena souborem podmínek, které pro svou přípustnost musí rozhodovací alternativy splňovat. Množina variant zde obsahuje nekonečné množství prvků vyjádřené pomocí vymežujících podmínek a „*ohodnocení jednotlivých variant je dáno jednotlivými kritériálními funkcemi*“ (Šubrt, 2011, s. 162). Speciálními typy modelů jsou pak podle Brožové (2003) modely DEA (Data Envelopment Analysis – modely datových obalů) a modely vícekritériálního projektového řízení.

Vícekritériální metody rozhodování „*se snaží objektivizovat podmínky pro rozhodování k tomu, aby postihly dílčí aspekty řešeného problému a současně i jeho*

komplexnost“ (Křupka 2012, s. 16) Jde zde o potlačení intuitivního rozhodování. Jak uvádí Brožová (2003), to je vhodné používat zejména u krátkodobých rozhodnutí, která nemají závažné dopady, jsou to vratná rozhodnutí, nebo realizací jiného než nejlepšího řešení nevznikne podstatná škoda. Případně, pokud se jedná o zkušeného rozhodovatele a rozhodovací problém s malým počtem alternativ a kritérií. Při řešení problémů složitějších nebo těch, kterých případné nepříznivé důsledky lze jen těžko napravit, je ale pouhé intuitivní rozhodování nepostačující. Metody vícekriteriálního rozhodování umožňují rozhodovateli lepší orientaci ve velké množině alternativ a kritérií. *„Zohlednění více kritérií při hodnocení vnáší do řešení problémů obtíže, které vyplývají z obecné kontroverznosti kritérií.“* (Brožová, 2003, s. 3) Pokud by všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, postačovalo by pro volbu nejlepšího řešení jediné z nich. Účelem modelů při řešení problémů vícekriteriálního rozhodování může být nalezení optimální varianty podle daných hledisek, vyloučení neefektivních variant nebo uspořádání možných variant. (Brožová, 2003) Komplexní vyhodnocení však v žádném případě nenahrazuje člověka (rozhodovatele), který odpovídá za konečné rozhodnutí. Metody rozhodování spíše jen dodávají jeho činností vyšší úroveň kvality. (Křupka, 2012)

3.2 Historie vícekriteriálního rozhodování

Jak uvádí Fiala (1997, s. 15), *„nutnost respektovat při rozhodování různá a často protichůdná kriteria je reflektována již v nejstarších dochovaných filosofických textech“*. Problém vícekriteriálnosti při posuzování stavu ekonomických systémů poprvé explicitně formuloval italský ekonom a sociolog Vilfredo Pareto kolem roku 1896. Zde mají svůj původ později zavedené termíny paretovská optimalita a paretovská hranice, které označují specifický druh optimality v úlohách vícekriteriálního rozhodování. (Fiala, 1997)

K teorii vícekriteriálního rozhodování významně přispěl T. C. Koopmans, nositel Nobelovy ceny za ekonomii z roku 1975. Kolem roku 1960 se objevilo cílové programování, které se zabývalo hledáním výrobních programů, vyhovujících současně několika předem zadaným cílům. První knižní díla věnovaná zcela problémům vícekriteriálního rozhodování vycházeli již o několik let poté.

Od roku 1972 se začali pořádat velké pravidelné mezinárodní vědecké konference a řada konferencí místního významu věnovaných právě problémům vícekriteriálního rozhodování. Zcela výhradně problematice vícekriteriálního rozhodování se začal věnovat časopis Multi-Criteria Decision Analysis a odborníci pracující v oblasti vícekriteriálního rozhodování se začali sdružovat v mezinárodní organizaci International Society on Multiple Criteria Decision Making. (Fiala, 1997)

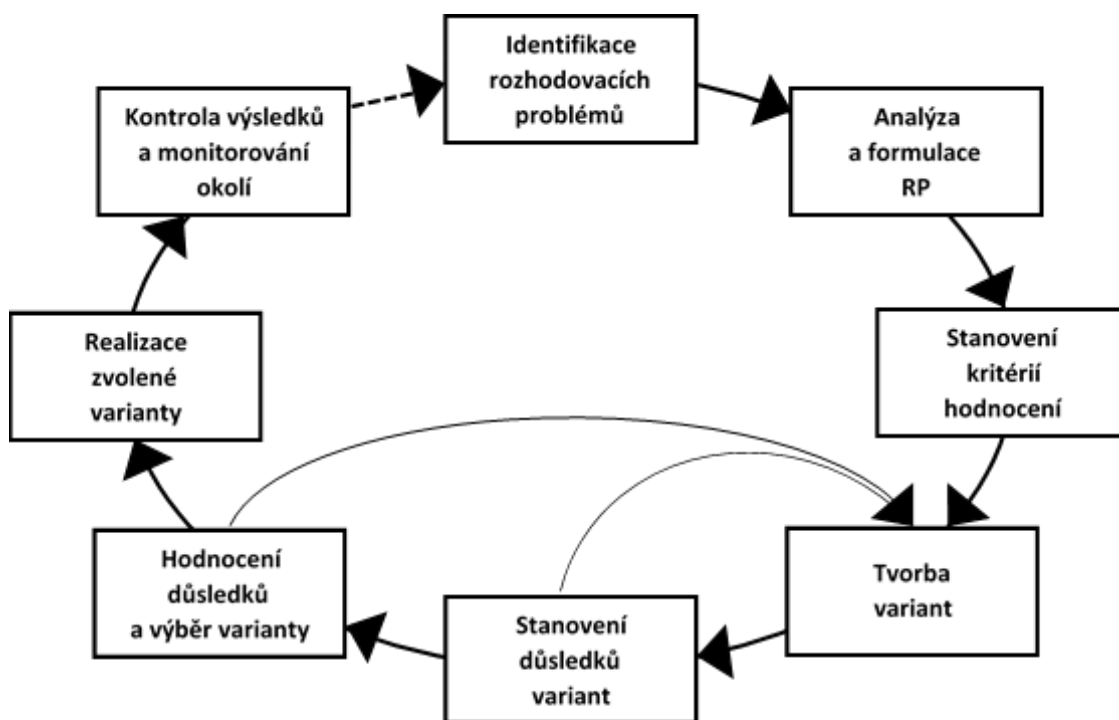
3.3 Fáze rozhodovacího procesu

*„Vzájemně závislé a návazné činnosti, jež tvoří náplň rozhodovacích procesů, lze dekomponovat do určitých složek, které se označují jako **etapy (fáze)** těchto procesů.“* (Fotr, 2010, s. 22) Existuje více způsobů, jak lze rozhodovací proces rozčlenit do jednotlivých etap. Podrobněji, pokud rozlišujeme větší počet dílčích složek, nebo agregovaněji, kde rozhodovací proces dekomponujeme do relativně malého počtu etap.

K agregovanějším členěním rozhodovacího procesu můžeme řadit například přístup Simona, který rozlišuje čtyři etapy (Fotr, 2010):

1. **analýza okolí** (intelligence activity),
2. **návrh řešení** (design activity),
3. **volba řešení** (choice activity),
4. **kontrola výsledků** (review activity).

Podrobnější členění rozhodovacích procesů rozlišuje podle Fotra (2010) následujících osm etap. Cyklický charakter rozhodovacích procesů je znázorněn na Obrázku 2, kde lze pozorovat i typický zpětnovazební charakter tohoto procesu, kdy výsledky určité fáze, případně nově získané informace, vyvolají potřebu návratu k některé z předchozích fází.



Obrázek 2: Cyklický charakter rozhodovacího procesu

Zdroj: Fotr, 2010, s. 20

- 1. Identifikace rozhodovacích problémů.** Tato etapa zahrnuje zejména získávání, analýzu a vyhodnocování informací různého druhu o firmě i jejím okolí. Výsledkem je identifikace situací vyžadujících řešení, které by měly iniciovat zahájení rozhodovacího procesu. (Fotr, 2010)
- 2. Analýza a formulace rozhodovacích problémů.** Náplní této fáze je především hlubší poznání problému (problémové situace), stanovení jeho základních prvků, nalezení podstaty zahrnující určení příčin vzniku problému a cílů řešení. Výstupem této etapy je formulace rozhodovacího problému. (Fotr, 2010)
- 3. Stanovení kritérií hodnocení variant.** Podle zde stanovených kritérií se budou posuzovat a hodnotit v další fázi navržené varianty řešení rozhodovacího problému. (Fotr, 2010)
- 4. Tvorba variant řešení rozhodovacích problémů (variant rozhodování).** „V této fázi jde o proces s vysokými nároky na tvůrčí aktivity.“ (Fotr, 2010, s. 23) Výsledkem je zde nalezení a formulace směrů činnosti, které povedou k dosažení cílů řešení daného problému.

5. **Stanovení důsledků variant rozhodování.** Účelem této etapy je zjištění předpokládaných dopadů jednotlivých variant rozhodování vzhledem k zvoleným kritériím hodnocení. (Fotr, 2010)
6. **Hodnocení důsledků variant rozhodování a výběr varianty určené k realizaci.** Zde se může jednat i o realizaci více vzájemně se nevylučujících variant. Výstupem této etapy může být buď určení celkově nejvýhodnější (optimální) varianty, nebo určení preferenčního uspořádání variant, jakési seřazení podle celkové výhodnosti, přičemž realizováno může být několik variant z prvních míst tohoto uspořádání, v závislosti na zdrojových omezeních. (Fotr, 2010)
7. **Realizace zvolené varianty rozhodování.** Tato etapa reprezentuje praktickou implementaci rozhodnutí. (Fotr, 2010)
8. **Kontrola výsledků realizované varianty.** Jde o závěrečnou fázi, ve které jde především o „*stanovení odchylek skutečně dosažených výsledků realizace vzhledem ke stanoveným cílům, resp. k předpokládaným výsledkům řešení*“ (Fotr, 2010, s. 23) Pokud existují podstatnější odchylky, je nutné připravit a realizovat korekční opatření, nebo pokud se cíle ukazují jako nereálné, korigovat je. Tato etapa by měla zahrnovat také monitorování okolí, jak z hlediska dopadů jeho změn na realizovanou variantu, tak co se týče signálů svědčících o vzniku nových problémů. (Fotr, 2010)

Třetím uváděným pohledem na rozhodovací proces je podle Fotra (2010) přístup poradenské firmy Kepner-Tregoe. Prvním krokem této metodiky je vyhodnocení situace, jejímž cílem je identifikace problémových oblastí a stanovení plánu řešení dle priorit. Průběh samotného řešení se odvíjí od daného problému.

3.4 Prvky rozhodovacího procesu

Mezi základní prvky rozhodovacího procesu patří dle Fotra (2010):

- cíl rozhodování,
- kritéria hodnocení,
- subjekt a objekt rozhodování,
- varianty rozhodování a jejich důsledky,
- stavy světa.

3.4.1 Cíl rozhodování

Cílem rozhodování „*chápeme určitý stav firmy, resp. jejího okolí, kterého se má řešením rozhodovacího problému dosáhnout*“. (Fotr, 2010, s. 25) Rozhodování přitom nemusí mít jediný cíl, obvykle jde o dosažení většího počtu cílů. Tyto dílčí cíle mezi sebou mohou mít určité vazby. **Komplementarita** dílčích cílů znamená, že se cíle vzájemně doplňují a podporují. Na druhou stranu mohou být dílčí cíle **konfliktní**, kdy „*dosažení vysokých hodnot určitého cíle je obvykle spojeno s nízkými hodnotami jiných cílů*“. (Fotr, 2010, s. 26) Podstatná je při řešení rozhodovacích problémů i forma vyjádření cílů. Ty mohou být vyjádřeny **číselně** (kvantitativní cíle), nebo pomocí **slovních popisů** (kvalitativní cíle).

Tvorba cílů by měla respektovat určité postupy. Jedním z nejznámějších je, že cíle mají být **SMART**, z anglického chytrý. Tedy konkrétní (Specific), měřitelné (Measurable), dosažitelné (Achievable), relevantní (Relevant) a termínované (Time-bound). (Fotr, 2010)

3.4.2 Kritéria hodnocení

Kritéria hodnocení „*představují hlediska zvolená rozhodovatelem (na základě jeho hodnotové soustavy, resp. hodnotové soustavy jeho firmy), která slouží k posouzení výhodnosti jednotlivých variant rozhodování z hlediska dosažení, resp. stupně plnění dílčích cílů řešeného rozhodovacího problému*“. (Fotr, 2010, s. 26) Kritéria hodnocení se odvozují od stanovených cílů řešení, proto mezi nimi existuje úzký vztah. Cíle se vyjadřují jako **maximalizace** (resp. zvýšení), např. zisku, tržby či rentability, **minimalizace** (resp. snížení), např. nákladů, ztrát z nekvalitní produkce, případně **dosažení určitých hodnot** těchto veličin. Kritéria k těmto cílům tvoří např. zisk, rentabilita, náklady aj. (Fotr, 2010)

Při uplatnění kritérií hodnocení během posuzování jednotlivých variant rozhodování je třeba rozlišovat kritéria, jejich důsledky variant jsou vyjádřeny číselně (**kvantitativní kritéria**), nebo slovně (**kvalitativní kritéria**). Kvantitativní kritéria mají jasnou náplň, jednoznačný smysl pro rozhodovatele a snadnou měřitelnost. (Fotr, 2010)

Kritéria lze rozdělit na **kritéria výnosového typu**, kde rozhodovatel preferuje jejich vyšší hodnoty před nižšími hodnotami (např. zisk), a **kritéria nákladového**

typu, u kterých jsou žádoucí nižší hodnoty před vyššími (např. náklady). (Fotr, 2010)

3.4.3 Subjekt a objekt rozhodování

Subjektem rozhodování (rozhodovatelem) je „*osoba, která rozhoduje, tj. volí variantu určenou k realizaci*“. (Fotr, 2010, s. 27) Může se jednat o jednotlivce, tehdy mluvíme o **individuálním subjektu rozhodování**, nebo skupinu lidí (orgán), kdy se jedná o **kolektivní subjekt rozhodování**. V praxi rozhodování je nutné rozlišovat také mezi **statutárním rozhodovatelem** (subjektem, který má pravomoc k volbě varianty určené k realizaci a současně nese odpovědnost za dopady a účinky varianty) a **skutečným rozhodovatelem** (subjektem, který skutečně rozhoduje). (Fotr, 2010)

Objektem rozhodování se chápe „*oblast organizační jednotky, v jejímž rámci se problém formuloval, stanovil se cíl jeho řešení a jehož se rozhodování týká*“. (Fotr, 2010, s. 28) Například výrobní program, tržní orientace produkce, organizační uspořádání firmy, technologické inovace, finanční zajištění rozvoje firmy aj. (Fotr, 2010) Objekt rozhodování je „*konkrétní problémová situace, ve které je nutné vybrat právě jedno z možných rozhodnutí*“. (Šubrt, 2011, s. 117)

3.4.4 Varianty rozhodování a jejich důsledky

Varianta řešení problému (varianta rozhodování) představuje „*možný způsob jednání rozhodovatele, který má vést k řešení problému, resp. ke splnění stanovených cílů*“. (Fotr, 2010, s. 28) V mnoha případech, zejména u složitých rozhodovacích problémů, nejsou varianty jejich řešení dány nebo známy a jejich tvorba je výsledkem obtížného, časově i na tvůrčí přístup náročného procesu vyhledávání a zpracování informací. (Fotr, 2010)

Friebelová (2009) a Šubrt (2011) definují varianty se speciálními vlastnostmi:

- **Dominovaná varianta** – všechna kritéria jsou maximalizační, „*varianta A_i přičemž pro ostatní kritéria platí $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jn})$* “. (Friebelová, 2009, s. 2)
- **Paretovska varianta, nedominovaná varianta** – varianta nedominovaná žádnou jinou variantou.

- **Ideální varianta** – hypotetická nebo reálná varianta dosahující ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty. Taková varianta dominuje všechny ostatní varianty.
- **Bazální varianta** – hypotetická nebo reálná varianta, které ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií. Takovou variantu dominují ostatní varianty.
- **Kompromisní varianta** – jediná nedominovaná varianta doporučená k řešení, zvolená dle různých pravidel. Mezi vlastnosti, které by kompromisní varianta měla mít, patří: nedominovanost, invariance vzhledem k pořadí kritérií, invariance vzhledem k měřítku kritériálních hodnot, nezávislost na identických hodnotách téhož kritéria, invariance vzhledem k přidaným dominovaným variantám, determinovanost a jednoznačnost.

Důsledky rozhodování jsou úzce spojeny s variantami rozhodování. Jde o předpokládané dopady variant na objekt rozhodování. Důsledky variant se vyjadřují vzhledem k jednotlivým kritériím hodnocení. U kvantitativních kritérií hodnocení se používají jako synonyma pojmy **hodnota kritéria** a **důsledek varianty vzhledem k tomuto kritériu**. U kvalitativních kritérií nemá hodnota kritéria smysl, proto se používá termín **důsledek variant vzhledem k danému kritériu hodnocení**. (Fotr, 2010)

3.4.5 Stavy světa

Stavy světa (scénáře, rizikové situace) chápeme jako „*budoucí vzájemně se vylučující situace, které mohou po realizaci varianty rozhodování nastat (buď uvnitř firmy, nebo v jejím okolí a které ovlivňují důsledky této varianty vzhledem k některým kritériím hodnocení*“ (Fotr, 2010, s. 29) Jsou mimo přesnou kontrolu rozhodovatele a mají rozhodující dopad na učiněná rozhodnutí. (Šubrt, 2011) Hrají významnou úlohu v případě rozhodování za rizika, resp. rozhodování za nejistoty. (Fotr, 2010)

Jako **faktory rizika** (resp. nejistoty) označujeme faktory, které ovlivňují důsledky variant vzhledem k některým kritériím hodnocení. V případě jejich většího počtu jsou jednotlivé stavy světa dány kombinacemi hodnot těchto faktorů. (Fotr, 2010)

3.5 Klasifikace rozhodovacích procesů a problémů

Rozhodovací procesy (problémy) lze klasifikovat dle různých hledisek. Mezi nejznámější patří členění na dobře a špatně strukturované rozhodovací problémy, rozhodovací procesy za jistoty, rizika a nejistoty, nebo závislé a nezávislé rozhodovací procesy. (Fotr, 2010)

3.5.1 Dobře a špatně strukturované rozhodovací problémy

Z hlediska složitosti a možnosti algoritmizace lze rozhodovací problémy rozdělit na (Fotr, 2010):

- dobře strukturované problémy,
- špatně strukturované problémy.

Tabulka 1: Charakteristiky dobře a špatně strukturovaných problémů

| Charakteristika | Dobře strukturované problémy | Špatně strukturované problémy |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Frekvence řešení | opakovaně | jednorázově |
| Úroveň řízení | nižší (operativní) | vyšší (vrcholová) |
| Postupy řešení | rutinní | inovativní, tvůrčí |
| Využívané proměnné | kvantifikovatelné | obtížně kvantifikovatelné |
| Faktory ovlivňující řešení | málo faktorů | velký počet, některé neznámé |
| Vazby mezi faktory | jednoduché závislosti | složité a proměnlivé vazby |
| Kritéria hodnocení | jedno, kvantitativní | více většinou kvantitativních |
| Charakter prostředí | stabilní | proměnlivé, náhodné změny |
| Přístup k informacím | dobry | špatný a obtížná interpretace |

Zdroj: Fotr, 2010, s. 31

Dobře strukturované rozhodovací problémy se též označují jako jednoduché, programované, resp. algoritmizované (např. rozhodování o vytížení výrobní linky, obsazení jednotlivých strojů pracovníky, stanovení velikosti objednávky materiálu). Jejich opakem jsou **špatně strukturované rozhodovací problémy** (např. rozhodování o vytvoření společného podniku, rozhodování o organizační struktuře, rozhodování o výrobních a technologických inovacích). V praxi je jen málo problémů výhradně dobře nebo špatně strukturovaných. *„Většina z nich představuje spíše určité kombinace obou těchto typů, často ovšem s převahou rysů*

bud' dobře, nebo špatně strukturovaných problémů." (Fotr, 2010, s.31) Podrobnější charakteristiky dobře a špatně strukturovaných problémů uvádí Tabulka 1.

3.5.2 Rozhodovací procesy za jistoty, rizika a nejistoty

Z hlediska informace o stavech světa a důsledcích variant vzhledem k jednotlivým kritériím hodnocení lze rozhodovací procesy rozdělit na rozhodování za jistoty, rizika a nejistoty (Fotr, 2010). O **rozhodování za jistoty** se mluví v případě úplné informace, kdy rozhodovatel s jistotou ví, který stav světa nastane a jaké budou důsledky variant. O **rozhodování za rizika** lze mluvit, pokud rozhodovatel zná možné budoucí situace (stavy světa) a tím i důsledky variant při těchto stavech světa, a také jsou současně známé i jejich pravděpodobnosti. O **rozhodování za nejistoty** jde v případě, pokud jsou rozhodovateli známy možné budoucí situace, ale nezná pravděpodobnosti, se kterými mohou nastat.

Rozhodování za jistoty převažuje na operativní úrovni řízení. Pro vrcholové řízení je více typické rozhodování za rizika a nejistoty. V praxi ovšem *„představuje většina rozhodovacích procesů určitou směs prvků jistoty, rizika a nejistoty, i když se poměr těchto komponent může měnit podle úrovně řízení, resp. v závislosti na dalších faktorech“.* (Fotr, 2010, s. 33)

3.5.3 Závislé a nezávislé rozhodovací procesy

Z hlediska závislosti členíme rozhodovací procesy na procesy závislé a procesy nezávislé. *„Vzájemná závislost rozhodovacích procesů může být buď věcná (organizační) nebo časová.“* (Fotr, 2010, s. 35)

Věcná závislost je charakteristická tím, že rozhodnutí uskutečněná v rámci určitého útvaru mohou mít dopady na jiné organizační složky firmy. O nezávislé rozhodnutí jde v případě, že rozhodnutí přijaté v určitém útvaru neovlivní jiné organizační složky firmy. (Fotr, 2010)

Časová závislost se týká minulosti i budoucnosti. Například mnohá minulá rozhodnutí omezují současné zdroje a tím ovlivňují rozhodovací procesy v současnosti. Také současná volba určitého rozhodnutí ovlivňuje rozhodnutí v budoucnosti tím, že *„bud' vylučuje výběr určitých variant, resp. vymezuje budoucí zaměření akcí“.* (Fotr, 2010, s. 26) Jako nástroje zobrazení a řešení časově závislých

rozhodovacích procesů (tzv. etapových, vícestupňových rozhodovacích procesů) slouží rozhodovací stromy. (Fotr, 2010)

3.5.4 Další typy rozhodovacích procesů

Další typy rozhodovacích procesů jsou pro přehlednost seřazeny v Tabulce 2, která je vypracována podle Fotra a kolektivu (2010).

Tabulka 2: Další typy rozhodovacích procesů

| Hledisko členění | Typy rozhodovacích procesů |
|--|---|
| Povaha subjektu rozhodování | <ul style="list-style-type: none"> • individuální • kolektivní, resp. skupinové |
| Počet kritérií hodnocení | <ul style="list-style-type: none"> • jednokritériální • vícekritériální |
| Řídící úroveň a délka časového horizontu | <ul style="list-style-type: none"> • strategické (koncepční) • taktické • operativní |
| Závislost důsledků variant na strategii, kterou vědomě volí přemýšlející protivník | <ul style="list-style-type: none"> • nekonfliktní • konfliktní |
| Způsob tvorby variant rozhodování | <ul style="list-style-type: none"> • tvůrčí tvorba variant • generování variant pomocí matematického modelu |

Zdroj: Fotr, 2010, s. 36

4 Vícekritériální rozhodování za jistoty

Pokud má rozhodovatel spolehlivé informace o budoucím stavu světa, rozhoduje za podmínek jistoty. Jde o spíše výjimečnou situaci, se kterou se rozhodovatel v praxi většinou neseťkává. (Šubrt, 2011)

4.1 Tvorba variant

Jednou z nejvýznamnějších fází řešení rozhodovacích problémů je tvorba variant. Kvalita vytvořených variant ovlivňuje kvalitu výsledného řešení. Pokud by existovala pouze jedna varianta řešení, nejednalo by se o rozhodovací proces. Metody pro tvorbu variant lze rozdělit na intuitivní metody a systematicko-analytické metody (Fotr, 2010).

U **intuitivních metod** převažují vzájemné asociace, vytváření analogií a vzájemné srovnávání. Řadí se sem brainstorming, brainwriting, metoda „365“, diskuse „66“, Gordonova metoda a synektická (Gordonova) metoda. (Fotr, 2010)

U **systematicko-analytických metod** dominují systematické shromažďování, třídění a členění všech prvků relevantních pro daný problém a jejich následné systematické kombinace a variace. Patří sem rozhodovací stromy, morfologická analýza, metoda PVN (párových vztahů návrhů), metoda analogie, metoda porovnání funkcí, metoda agregace, metoda dimenzování a metoda kinematického obrácení. (Fotr, 2010)

4.2 Výběr kritérií

Při stanovení kritérií hodnocení jednotlivých variant je důležité přihlížet zejména na cíle, které chce rozhodovatel dosáhnout při řešení rozhodovacího problému, „*neboť kritéria hodnocení slouží zejména pro stanovení stupně splnění těchto cílů zvolenými variantami*“. (Fotr, 2010, s. 121) Cíle se můžou vztahovat k žádoucím dopadům a účinkům, zabránění určitým nežádoucím situacím či snížení nežádoucích dopadů. Je třeba myslet na krátkodobé i dlouhodobé dopady.

Vedle obecných zásad by měla kritéria splňovat specifické požadavky, která zajišťují jejich použitelnost pro další fázi rozhodovacího procesu. Jsou to (Fotr, 2010):

- úplnost,
- operacionalita,
- neredundance (nepřekrývání),
- minimální rozsah,
- nezávislost.

4.3 Metody stanovení vah kritérií

Pro většinu metod vícekritériálního rozhodování je nutné odlišovat jednotlivá kritéria z hlediska jejich významnosti. K tomu lze využít číselného vyjádření pomocí tzv. **vah kritérií** (někdy také **koeficienty významnosti**), kde platí, že čím je kritérium významnější, tím je jeho váha větší. Váha kritéria K_j se označuje v_j , $j = 1, 2, \dots, n$, kde n je počet všech uvažovaných kritérií. Pro srovnatelnost vah kritérií

stanovených různými metodami se vyjadřují v normovaných hodnotách w_j , které se vypočítají podle vztahu ve Vzorcí 2. „*Váha kritéria je obecně hodnota z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$, která vyjadřuje relativní důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními.*“ (Šubrt, 2011, s. 165) Jejich součet je poté roven jedné. (Friebelová, 2009)

$$w_j = \frac{v_j}{\sum_{k=1}^n v_k}, j = 1, 2, \dots, n$$

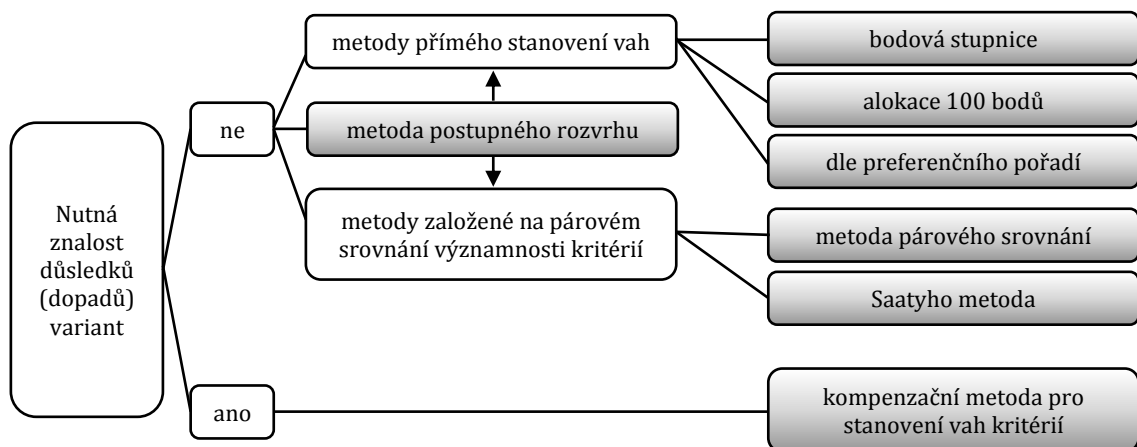
Vzorec 2: Výpočet normovaných hodnot vah kritérií w_j

Zdroj: Friebelová, 2009, s. 3

Metody stanovení vah kritérií lze rozdělit podle informace nutné ke stanovení vah (Friebelová, 2009):

- **rozhodovatel nemůže určit preference** – rozhodovatel není schopen rozlišit důležitost jednotlivých kritérií. Všem kritériím je přiřazena stejná váha $w_j = 1/n$.
- **rozhodovatel má ordinální informaci o kritériích** – rozhodovatel je schopen určit pořadí důležitosti kritérií. Ordinální informaci o kritériích vyžaduje metoda pořadí a Fullerova metoda.
- **rozhodovatel má kardinální informace o kritériích** – rozhodovatel zná pořadí i rozestupy v pořadí preferencí mezi jednotlivými kritérii. Na tomto principu je založena bodovací a Saatyho metoda.

Podle Fotra (2010) lze metody pro stanovení vah kritérií rozdělit v závislosti na potřebě znát důsledky (dopady) všech variant pro jednotlivá kritéria, jak je znázorněno na Obrázku 3. Metoda postupného rozvrhu vah se využívá při velkém počtu kritérií a lze ji kombinovat s ostatními metodami, jak znázorňují šipky na obrázku. Jednotlivé metody jsou přiblíženy v následujících podkapitolách.



Obrázek 3: Přehled metod pro stanovení vah kritérií

Zdroj: Fotr, 2010, s. 164

Fotr (2010, s. 178) upozorňuje na to, že „výsledné **váhy kritérií** jsou vždy **subjektivně ovlivněny**, a to jednak vlivem **použité metody**, jednak **subjektem**, která váhy pomocí určité metody stanovuje“. Spolehlivost získaných výsledků lze podle něj zvýšit uplatněním většího počtu metod a využitím většího počtu hodnotitelů.

4.3.1 Bodová stupnice a alokace 100 bodů

Stanovení vah kritérií u **bodovací metody (bodové stupnice)** spočívá v „*přiřazení určitého počtu bodů ze zvolené stupnice každému kritériu, a to v souladu s tím, jak posuzovatel hodnotí význam každého kritéria*“. (Fotr, 2010, s. 164) Rozpětí bodové stupnice určuje vztah nejvíce a nejméně významného kritéria, závisí na diferenci významnosti jednotlivých kritérií. Nižší rozlišovací schopnost má například pětibodová stupnice (1, 2, 3, 4, 5), vyšší schopnost rozlišení má devítibodová stupnice (1, 2, ..., 9). Čím je kritérium důležitější, tím má větší počet přiřazených bodů. (Fotr, 2010) Přidělený počet bodů se převádí na normovanou váhu podle Vzorce 2. (Friebelová, 2009)

Metoda alokace 100 bodů (zvaná též **Metfesselova alokace**) je založena na podobném principu jako bodovací metoda. Rozhodovatel rozděljuje 100 bodů mezi jednotlivá kritéria v souladu s jejich významností. Počet přidělených bodů poté definuje váhu kritéria. Rozhodovatel přitom musí vyčerpat přesně 100 bodů. (Fotr, 2010) Normované váhy jsou v tomto případě stokrát menší než příslušný počet bodů. (Friebelová, 2009)

4.3.2 Metoda preferenčního pořadí

Fotr (2010) rozděluje stanovení vah kritérií touto metodou do tří kroků:

- stanovení preferenčního uspořádání (pořadí významnosti kritérií),
- určení vah kritérií porovnáním důležitosti kritérií s kritériem nejméně významným (posledním v preferenčním pořadí),
- normování vah.

Pořadí významnosti kritérií lze stanovit přímým nebo etapovým uspořádáním. U **přímého uspořádání** rozhodovatel přímo stanovuje pořadí významnosti kritérií od nejvýznamnějšího k nejméně významnému (od prvního v pořadí až k poslednímu). Přímé uspořádání je náročnější v případě rozsáhlejšího souboru, kde musí hodnotitel při stanovení pořadí kritérií posuzovat současně význam všech kritérií. **Etapové uspořádání** tuto náročnost významně snižuje. Pořadí kritérií se stanovuje v několika etapách v závislosti na počtu kritérií. V rámci každé etapy se stanovuje nejvýznamnější a nejméně významné kritérium, která se před další etapou ze souboru kritérií vypustí. Postup se poté opakuje s redukováným souborem kritérií. Pokud nejvýznamnější kritérium zjištěné v i -té etapě označíme m_i a nejméně významné ve stejné etapě n_i , potom je preferenční pořadí kritérií v rámci celého souboru dáno posloupností $m_1, m_2, m_3, \dots, n_3, n_2, n_1$. (Fotr, 2010)

Podle Fotra (2010) se ve fázi **určení vah kritérií porovnáním významu kritérií s kritériem nejméně významným** postupuje následovně. „*Nejméně významnému kritériu se přiřadí váha 1 a rozhodovatel určuje, kolikrát je předposlední kritérium významnější než toto poslední kritérium.*“ (Fotr, 2010, s. 166) Stejný postup se opakuje s třetím kritériem od konce a poté s dalšími kritérii v pořadí od konce. V posledním kroku se zjišťuje, kolikrát je první kritérium významnější vzhledem k poslednímu kritériu. Výstupem jsou nenormované váhy.

$$w_j = \frac{v_j}{1 + 2 + \dots + n} = \frac{v_j}{\frac{n(n+1)}{2}}, j = 1, 2, \dots, n$$

Vzorec 3: Normovaná váha kritéria w_j u metody pořadí

Zdroj: Friebelová, 2009, s. 4

Podle Friebeľové (2009) rozhodovateľ seřadí kritéria K_1, K_2, \dots, K_n od nejvýznamnějšího k nejméně významnému. K uspořádaným kritériím přidělí váhy $n, n-1, \dots, 2, 1$. Pro normovanou váhu K_j s vahou v_j platí vztah ze Vzorce 3.

4.3.3 Metoda párového srovnávání (Fullerova metoda)

„Při větším počtu kritérií je výhodné srovnávat navzájem vždy pouze dvě kritéria, o kterých snáze rozhodneme, které je důležitější.“ (Friebeľová, 2009, s. 4) Metoda párového srovnávání je někdy označovaná jako Fullerův trojúhelník (nebo také Fullerova metoda). V její nejjednodušší podobě se pro každé kritérium zjišťuje počet jeho preferencí vzhledem ke všem ostatním kritériím souboru. Počet srovnání je tedy roven N (Vzorec 4). (Fotr, 2010)

$$N = \binom{n}{2} = \frac{k(k-1)}{2}$$

Vzorec 4: Počet srovnání N u metody párového srovnávání

Zdroj: Korviny, 2011, s. 22

Určování preferencí ilustruje schéma v Tabulce 3. „V pravé horní části této tabulky (horní trojúhelníkové matici) rozhodovateľ u každé dvojice kritérií určuje, zda preferuje kritérium uvedené v řádce před kritériem uvedeným ve sloupci. Jestliže ano, do příslušného políčka zapíše jedničku, v opačném případě nulu.“ (Fotr, 2010, s. 168)

Součet jedniček v řádce daného kritéria a součet nul ve sloupci tohoto kritéria stanovuje počet preferencí kritéria.

Tabulka 3: Tabulka pro zjišťování preferencí kritérií u metody párového srovnávání

| Kritérium | K_1 | K_2 | K_3 | ... | K_n | Počet preferencí |
|-----------|-------|-------|-------|-----|-------|------------------|
| K_1 | | 1 | 0 | ... | 1 | |
| K_2 | | | 0 | ... | 0 | |
| K_3 | | | | | 0 | |
| ... | | | | | ... | |
| K_{n-1} | | | | | 1 | |
| K_n | | | | | | |

Zdroj: Fotr, 2010, s. 168

Normované váhy v_i se dále vypočítají podle vztahu ve Vzorcí 5. Počet uskutečněných srovnání je dán výrazem $\sum_{i=1}^n f_i$, kde v_i je normovaná váha i -tého kritéria, f_i je počet preferencí i -tého kritéria a n je počet kritérií.

$$v_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

$$\sum_{i=1}^n f_i = \frac{n \cdot (n - 1)}{2}$$

Vzorec 5: Výpočet normovaných vah u metody párového srovnávání

Zdroj: Fotr, 2010, s. 168

Pokud je počet preferencí určitého kritéria nulový, bude nulová i jeho váha, i když nejde o zcela bezvýznamné kritérium. Proto se někdy pro stanovení vah uplatňuje vztah s úpravou jmenovatele podle Vzorce 6, kde je počet preferencí u každého kritéria zvýšen o jednu.

$$v_i = \frac{f_i + 1}{n + \sum_{i=1}^n f_i}$$

Vzorec 6: Upravený výpočet normovaných vah u metody párového srovnávání

Zdroj: Fotr, 2010, s. 169

V případě stejného počtu preferencí u dvou (nebo více) kritérií je třeba brát v úvahu směr preference těchto dvojic kritérií. Preferenční pořadí bude tedy závislé i na tom, zda rozhodovatel preferoval například kritérium K_1 před kritériem K_2 , či nikoliv. (Fotr, 2010)

Modifikace párového srovnávání umožňují respektovat, že některá kritéria může rozhodovatel považovat za stejně významná (indiferentní). V tomto případě lze z těchto kritérií namísto hodnot 1 a 0 zapsat hodnota 0,5. (Fotr, 2010)

Problémem u metody párového srovnávání může být nekonzistence preferencí rozhodovatele. „Pokud rozhodovatel preferuje kritérium K_1 před kritériem K_2 a kritérium K_2 před kritériem K_3 , pak z logiky vyplývá, že preferuje též kritérium K_1 před kritériem K_3 .“ (Fotr, 2010, s. 169) Matematicky lze tento vztah vyjádřit $K_1 > K_2$ a $K_2 > K_3$, pak $K_1 > K_3$.

Další nevýhodou je, že „výsledné váhy kritérií pro různé soubory se stejnými počty kritérií a při respektování konzistence jsou vždy totožné“. (Fotr, 2010, s. 170) Dále párové srovnávání neumožňuje zahrnout odlišnou míru významnosti jednoho kritéria oproti druhému, ale pouze zda je kritérium významnější či nikoliv. Nelze tedy vyjádřit, kolikrát je dané kritérium významnější než jiné.

4.3.4 Saatyho metoda kvantitativního párového srovnání

Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií odstraňuje nedostatky metody párového srovnávání. Prvním krokem je zde **zjištění preferenčních vztahů pro každou dvojici kritérií** a poté **stanovení vah kritérií**.

V prvním kroku se analogicky metodě párového srovnání zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií uspořádaných v tabulce. V řádcích a sloupcích jsou kritéria ve stejném pořadí, nejlépe podle jejich významnosti. Kromě směrů preference dvojic kritérií se zde určují také velikosti této preference, která se vyjadřuje počtem bodů ze zvolené bodové stupnice. Saaty doporučuje pro vyjádření velikosti preferencí bodové stupnice opatřené deskriptory uvedené v Tabulce 4. (Fotr, 2010) Friebelová (2009) uvádí, že pro přesnější vyjádření preferencí lze použít i mezistupně (2, 4, 6, 8).

Tabulka 4: Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory

| Počet bodů | Deskriptor |
|------------|--|
| 1 | Kritéria jsou stejně významná. |
| 3 | První kritérium je slabě významnější než druhé. |
| 5 | První kritérium je dosti významnější než druhé. |
| 7 | První kritérium je prokazatelně významnější než druhé. |
| 9 | První kritérium je absolutně významnější než druhé. |

Zdroj: Fotr, 2010, s. 172

V některých případech může být Saatyem doporučená stupnice zavádějící. Proto Fotr (2010) doporučuje spíše uspořádat kritéria dle významu od nejvíce preferovaného po nejméně důležité a poté stanovit rozpětí stupnice podle toho, kolikrát je nejdůležitější kritérium významnější než nejméně důležité kritérium. Tato stupnice přitom nemusí být celočíselná, jedno kritérium může být například 1,5krát významnější než druhé.

Výsledkem prvního kroku je získání pravé části **matice velikosti preferencí** (**Saatyho matice**, resp. **matice relativních důležitostí**). Saatyho matici zachycuje Vzorec 7. Další prvky Saatyho matice S získáme dle vztahů (Fotr, 2010):

- prvky na diagonále: $s_{ii} = 1$ pro všechna i (každé kritérium je samo sobě rovnocenné),
- prvky v levé dolní trojúhelníkové části: $s_{ji} = 1/s_{ij}$ pro všechna i a j .

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Vzorec 7: Saatyho matice

Zdroj: Šubrt, 2011, s. 175

Prvky s_{ij} Saatyho matice jsou odhadem podílů vah kritérií v_i a v_j (kolikrát je jedno kritérium významnější než druhé), takže platí $s_{ij} \approx v_i/v_j$.

Předpokladem je zde dostatečná konzistence matice párových porovnání. Saaty definuje index konzistence *C.I.* podle Vzorce 8, kde l_{max} je největší vlastní číslo matice a k je řád matice. Při hodnotě indexu konzistence *C.I.* < 0,1 lze považovat matici párových porovnání za dostatečně konzistentní.

$$C.I. = (l_{max} - k)/(k - 1)$$

Vzorec 8: Index konzistence matice párových porovnání

Zdroj: Korviny, 2011, s. 26

Dalším způsobem ověření konzistence matice párových porovnání je poměr konzistence *C.R.*, který se vypočítá dle vztahu ve Vzorcí 9, kde *R.I.* je průměrný index konzistence pro 500 náhodně generovaných recipročních matic při použití Saatyho škály 1-9. V Tabulce 5 je přehled hodnot průměrného indexu *R.I.* pro různé řády matice S , kde k je řád matice. Za dostatečně konzistentní je považována matice, pro kterou platí *C.R.* < 0,1.

$$C.R. = C.I./R.I.$$

Vzorec 9: Poměr konzistence matice párových porovnání

Zdroj: Korviny, 2011, s. 26

Tabulka 5: Hodnoty průměrného indexu R.I.

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| k | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| R.I. | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,49 | 1,53 | 1,59 |

Zdroj: Kroviny, 2011, s. 27

Váhy kritérií lze dále podle Fotra (2010) stanovit za využití exaktních nebo aproximativních přístupů. K **exaktním přístupům** patří Saatyem navržený výpočet vlastního vektoru matice relativních důležitostí, nebo metoda nejmenších čtverců. Pro jejich náročnost, zvláště u rozsáhlejších souborů kritérií, je zde předpokládána softwarová podpora. **Aproximativní postupy** nabízejí stanovení vah jednodušším způsobem:

- **Sečtením prvků** v každém řádku Saatyho matice a jejich vydělením součtem všech prvků v této matici získáme značně hrubé odhady vah kritérií. Odhady vah odpovídajících kritérií jsou pak dány stanovenými podíly pro jednotlivé řádky.
- **Geometrické průměry** řádku Saatyho matice dají vzniknout dobrým odhadům vah odpovídajících kritérií. Všechny prvky pro každý řádek pronásobíme a určíme n -tou odmocninu z tohoto součinu, kdy n je počet prvků. Vzniklé geometrické průměry jednotlivých řádků Saatyho matice následně vydělíme součtem všech geometrických průměru (znormujeme).

Jak uvádí Fotr (2010), při uplatnění Saatyho metody lze ve srovnání s ostatními metodami pozorovat výraznější diferenciaci vah kritérií. Příčinu zde vidí v hodnotitelích, kteří nesprávně interpretují Saatyem navrženou bodovou stupnici při posuzování významnosti jednotlivých dvojic kritérií. Doporučuje proto „*mít při posuzování významnosti kritérií na mysli, že počty bodů vyjadřují intenzitu preferencí, tj. násobky (resp. podíly) vah vzájemně srovnávaných kritérií*“. (Fotr, 2010, s. 174)

4.3.5 Metoda postupného rozvrhu vah

Při velkém počtu kritérií doporučují Friebeľová (2009) i Fotr (2010) seskupit kritéria do dílčích skupin podle příbuznosti jejich věcné náplně. Využívá se zde tedy tzv. **strom kritérií**, resp. metoda postupného rozvrhu vah. Váhy jednotlivých kritérií se pak stanovují následovně:

- Stanovení **normovaných vah jednotlivých skupin kritérií** za využití některé z dříve popsanych metod. Součet vah skupin kritérií tedy musí být roven jedné.
- Stanovení **normovaných vah každého kritéria v jednotlivých skupinách**, kde opět součet vah skupin kritérií musí být roven jedné.
- Vynásobením váhy kritéria v jeho skupině váhou této skupiny se stanoví **výsledné normované váhy kritérií**. Normování vah v předchozích krocích zabezpečuje normované výsledné váhy.

K přínosům metody postupného rozvrhu vah patří (Fotr, 2010) snížení náročnosti na rozhodovatele (rozhodovatel není nucen posuzovat významnost kritérií obsahově zcela odlišných) a zaručení dodržení stanovených relací mezi skupinami kritérií (zejména u nevyváženého počtu souboru kritérií).

4.3.6 Kompenzační metoda

*„Pokud jsou důsledky jednotlivých variant pro dané kritérium **přibližně stejné**, resp. **rozsah mezi nejlepší a nejhorší hodnotnou je relativně malý**, tak tento aspekt nebude hrát významnou roli při rozhodování, přestože rozhodovatel může toho kritérium samo o sobě považovat za velmi důležité.“* (Fotr, 2010, s. 176) Při stejných důsledcích variant z hlediska daného kritéria by v extrémních případech váha tohoto kritéria měla být nulová, protože mezi variantami podle tohoto kritéria není žádný rozdíl. Tento nedostatek omezuje stanovení vah kompenzační metodou.

Stanovení vah kompenzační metodou zahrnuje následující kroky (Fotr, 2010):

- Rozhodovatel si představí dvě hypotetické varianty, kde první bude mít vzhledem ke všem kritériím nejhorší možné dopady a druhá naopak nejlepší možné dopady.
- Určí první kritérium v pořadí, u kterého je pro něj změna z nejméně na nejvíce preferovanou hodnotu nejdůležitější. Dané kritérium dostane váhu například 100.
- Analogicky se stanoví druhé kritérium v pořadí a postup se bude opakovat u dalších kritérií až do bodu, kde budou všechna kritéria seřazena z hlediska významnosti změn důsledků variant.

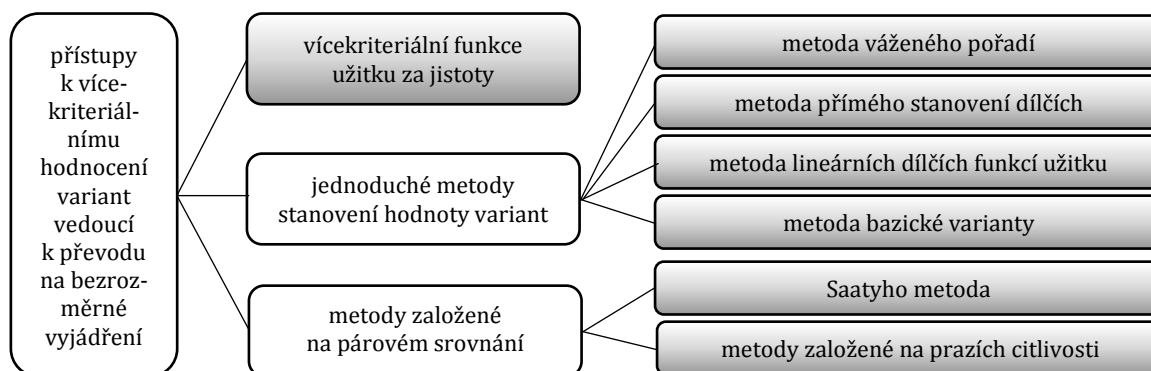
- Poté následuje srovnání důležitosti zlepšení prvního kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší se zlepšením druhého nejvýznamnějšího kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší.
- Analogicky budou srovnány změny prvního kritéria se změnami u třetího a dalších kritérií.
- Výsledné váhy se znormují.

4.4 Metody hodnocení variant

Metody vícekriteriálního hodnocení, nebo také jednoduché metody stanovení hodnoty variant, „se snaží o určitou aditivizaci kritérií, ale ne převodem na společné peněžní kritérium ... ale transformací hodnot kritérií na bezrozměrnou aditivní veličinu“ (Fotr, 2010, s. 179) označovanou jako **hodnotu, užitek, utilitu**, resp. **ohodnocení** variant.

Jednoduché metody pro stanovení hodnoty variant nabízejí srozumitelnost a relativně malou náročnost na uživatele, proto patří v praxi mezi nejrozšířenější. Jsou vhodné pro hodnocení variant vzhledem k souboru kvantitativních kritérií a jsou zjednodušením tzv. vícekriteriální funkce užitku (utility) za jistoty. U kvalitativních kritérií je vhodnější použití metody založená na párovém srovnávání variant. (Fotr, 2010)

Přehled metod vícekriteriálního hodnocení podle Fotra (2010) znázorňuje Obrázek 4.



Obrázek 4: Metody vícekriteriálního hodnocení variant vedoucí k převodu na bezrozměrné vyjádření

Zdroj: Fotr, 2010, s. 179

4.4.1 Vícekriteriální funkce užitku (utility) za jistoty

Vícekriteriální funkce užitku za jistoty vychází ze soustavy axiomů, vztahujících se k chování hodnotitele při rozlišování preferencí variant rozhodování za podmínek jistoty. Každé variantě rozhodování je přiřazen užitek (utilita, ohodnocení, hodnota) v podobě reálného čísla. Velikost tohoto čísla je přímo úměrná hodnotě varianty pro rozhodovatele. Vícekriteriální funkci užitku za jistoty lze v jednodušším aditivním tvaru vyjádřit dle Vzorce 10, kde X je varianta rozhodování, $u_i(x_i)$ jsou dílčí funkce užitku za jistoty i -tého kritéria, x_i je důsledek varianty vzhledem k i -tému kritériu (i -tý dílčí důsledek), v_i je váha i -tého kritéria a n je počet kritérií hodnocení. Užitek variant zde lze vyjádřit ze znalosti vah kritérií a dílčích funkcí užitku kritérií. (Fotr, 2010)

$$u(X) = \sum_{i=1}^n v_i \cdot u_i(x_i)$$

Vzorec 10: Vícekriteriální funkce užitku za jistoty

Zdroj: Fotr, 2010, s. 179

Při znalosti dílčích funkcí užitku můžeme ke každé variantě stanovit její dílčí užitek vzhledem ke každému kritériu a celkové ohodnocení variant dle Vzorce 10 jako vážený součet dílčích ohodnocení, kde vahami jsou váhy jednotlivých kritérií. Dílčí funkce užitku „vyjadřují změnu ohodnocení (přínosu pro rozhodovatele) v závislosti na změnách hodnoty daného kritéria hodnocení (změnách důsledků variant vzhledem k tomuto kritériu)“. (Fotr, 2010, s. 180)

Pro **výnosová kritéria** (kritéria s rostoucí preferencí) je dílčí funkce užitku vždy **rostoucí** a to (Fotr, 2010) **konkávní**, pokud přírůstky užitku pro stejně velké přírůstky daného kritéria klesají, **konvexní**, pokud přírůstky užitku pro stejně velké přírůstky daného kritéria rostou, **lineární**, pokud si rozhodovatel přírůstky daného kritéria cení stále stejně.

Pro **nákladová kritéria** (kritéria s klesající preferencí) je dílčí funkce užitku vždy **klesající** a to (Fotr, 2010) **konkávní**, pokud rozhodovatel cení stejné poklesy hodnot daného kritéria stále více, **konvexní**, pokud rozhodovatel cení stejné poklesy hodnot daného kritéria stále méně, **lineární**, pokud rozhodovatel cení stejné poklesy hodnot daného kritéria stále stejně.

Definiční obor dílčích funkcí užitku tvoří intervaly hodnot jednotlivých kritérií s krajními body x_i^0 a x_i^* pro $i = 1, 2, \dots, n$, kde x_i^0 je nejhorší hodnota i -tého kritéria v daném souboru variant a x_i^* je nejlepší hodnota i -tého kritéria v daném souboru variant. (Fotr, 2010)

Dílčí funkce užitku se **normují** a nabývají hodnot z intervalu s mezemi 0 a 1 (**obor hodnot**). Pro nejhorší hodnotu daného kritéria nabývá dílčí funkce užitku hodnotu 0, pro nejlepší hodnotu 1. Tedy $u_i(x_i^0) = 0$, $u_i(x_i^*) = 1$, pro všechna i . (Fotr, 2010)

*„Vzhledem k normování dílčích funkcí užitku i normování vah kritérií (tzn. že jejich součet je roven jedné) je i **vícekritériální funkce užitku normována** a nabývá hodnot z **uzavřeného intervalu s mezemi 0 a 1.**“* (Fotr, 2010, s. 182) Užitek varianty z nejhoršími hodnotami z hlediska všech kritérií je roven 0 a užitek varianty s nejlepšími hodnotami z hlediska všech kritérií je roven 1.

4.4.2 Jednoduché metody stanovení hodnoty (užitku) variant

Jak uvádí Fotr (2010), při aplikaci jednoduchých metod stanovení hodnoty (užitku) variant dochází ve srovnání s dílčími funkcemi užitku pro každé kritérium hodnocení k zjednodušením, které někdy mohou vést ke zkresleným výsledkům. Celkové ohodnocení variant se zde stanovuje jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím (Vzorec 11), kde H^j je celkové ohodnocení (hodnota) j -té varianty, v_i je váha i -tého kritéria, h_i^j je dílčí ohodnocení j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu, n je počet kritérií hodnocení a m je počet variant.

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j \text{ pro } j = 1, 2, \dots, m$$

Vzorec 11: Celkové ohodnocení j -té varianty u jednoduchých metod stanovení hodnoty (užitku) variant

Zdroj: Fotr, 2010, s. 186

Z celkového ohodnocení variant lze poté sestavit jejich **preferenční uspořádání**, kde nejvýše ohodnocena varianta (první v preferenčním uspořádání) je variantou optimální. (Fotr, 2010)

Jednotlivé jednoduché metody stanovení hodnoty variant jsou zde uvedeny ve sledu od metod nejjednodušších k metodám relativně složitějším. Jsou to (Fotr, 2010):

- metoda váženého pořadí,
- metoda založená na přímém (expertním) stanovení dílčích ohodnocení,
- metoda lineárních dílčích funkcí užitku,
- metoda bazické varianty.

4.4.2.1 Metoda váženého pořadí

Dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím se určuje podle pořadí variant vzhledem k těmto kritériím. Dílčí ohodnocení j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu se stanoví dle Vzorce 12, kde m je počet variant a p_i^j je pořadí j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu. Dílčí ohodnocení nejlepších variant z hlediska jednotlivých kritérií je rovno počtu kritérií. Dílčí ohodnocení nejhorších variant vzhledem k jednotlivým kritériím je rovno jedné. (Fotr, 2010)

$$h_i^j = m + 1 - p_i^j$$

Vzorec 12: Dílčí ohodnocení j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu u metody váženého pořadí

Zdroj: Fotr, 2010, s. 187

Dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím vychází jen z pořadí variant vzhledem k těmto kritériím. Neodrazili se zde tedy rozdíly mezi hodnotami kritérií. Proto je metoda váženého pořadí vhodná jen pokud soubor kritérií obsahuje **kritéria kvalitativní povahy**. (Fotr, 2010)

4.4.2.2 Metoda založená na přímém (expertním) stanovení dílčích ohodnocení

Dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím zde určuje přímo hodnotitel přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice. Nejnižší ohodnocení (1 bod) odpovídá nejhorším hodnotám kritérií. Hodnotitel přiřazuje důsledkům variant počty bodů ze zvolené bodové stupnice na základě svých preferencí. Mezi výhody této metody patří možnost respektovat nelinearitu závislosti dílčích ohodnocení variant na jejich důsledcích, jednoduchost a srozumitelnost jejího

pochopení pro hodnotitele. Nevýhodou je zde vyšší náročnost na hodnotitele a značná míra subjektivity výsledků této metody. (Fotr, 2010)

4.4.2.3 Metoda lineárních dílčích funkcí užítku

Dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím se zde stanovuje v závislosti na povaze těchto kritérií. U **kvalitativních kritérií** se dílčí ohodnocení stanovuje přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice, obdobně jako u metody založené na přímém (expertním) stanovení dílčích ohodnocení. U **kvantitativních kritérií** se předpokládá, že odpovídající dílčí funkce užítku mají lineární tvar. „Tyto funkce se stanoví tak, že nejhorší hodnotě každého kritéria x_i^0 se přiřadí dílčí užitek 0, nejlepší hodnotě x_i^* dílčí užitek 1, resp. 100 a spojnice těchto bodů jsou pak zobrazením lineárních dílčích funkcí užítku.“ (Fotr, 2010, s. 188) Dílčí ohodnocení variant h_i^j vzhledem k jednotlivým kritériím se stanoví podle Vzorce 13 nebo odečtením příslušných hodnot z grafu. Předností této metody je snížená subjektivita stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem ke kvantitativním kritériím. (Fotr, 2010)

$$h_i^j = \frac{x_i^j - x_i^0}{x_i^* - x_i^0}$$

Vzorec 13: Dílčí ohodnocení variant h_i^j vzhledem k jednotlivým kritériím u metody lineárních dílčích funkcí užítku

Zdroj: Fotr, 2010, s. 189

4.4.2.4 Metoda bazické varianty

Bazická varianta je varianta, která „dosahuje nejlepších či předem stanovených hodnot z hlediska všech kritérií“. (Friebelová, 2009, s. 14) Metoda bazické varianty je založena na stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím pomocí porovnání hodnot důsledků variant vždy s hodnotami bazické varianty. Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke **kritériím výnosového typu** a dílčí ohodnocení variant vzhledem ke **kritériím nákladového typu** se stanovují dle vztahů ve Vzorcí 14, kde x_i^b , $i = 1, 2, \dots, n$ jsou důsledky bazické varianty vzhledem k jednotlivým kritériím. (Fotr, 2010)

$$h_i^j = \frac{x_i^j}{x_i^b}, \text{ pro kritéria výnosového typu}$$

$$h_i^j = \frac{x_i^b}{x_i^j}, \text{ pro kritéria nákladového typu}$$

Vzorec 14: Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím nákladového typu u metody bazické varianty

Zdroj: Fotr, 2010, s. 189

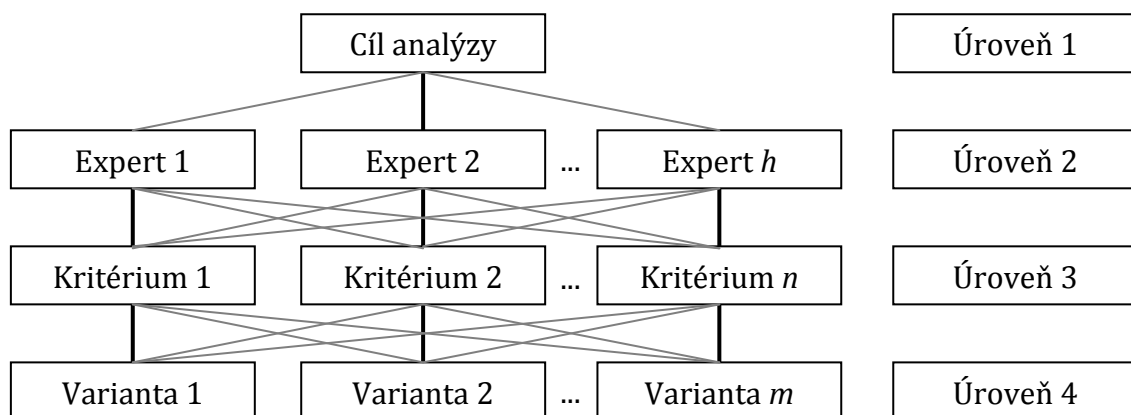
Dílčí funkce užitku pro kritéria výnosového typu jsou **lineární** a lze je zobrazit přímkami. Dílčí funkce užitku u kritérií nákladového typu mají **tvar hyperbol** s definičním oborem $\langle x_i^*, x_i^0 \rangle$. Metoda bazické varianty je vhodná zejména pro hodnocení variant vzhledem k souboru kvantitativních kritérií. (Fotr, 2010)

4.4.3 Metody založené na párovém srovnávání variant

K metodám založeným na párovém srovnávání variant lze zařadit Saatyho metodu a metody založené na prazích citlivosti.

4.4.3.1 Saatyho metoda (AHP)

Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process) byla v roce 1980 navržena profesorem Saatyem. Při řešení rozhodovacího problému se berou v úvahu všechny prvky ovlivňující výsledek analýzy, jejich vazby a intenzita vzájemného působení. Rozhodovací problém zde lze znázornit jako hierarchickou lineární strukturu, obsahující s -úrovni. Každá z úrovní reprezentuje několik prvků a jejich uspořádání je vždy od obecného ke konkrétnímu. (Friebelová, 2009)



Obrázek 5: Hierarchická struktura úlohy vícekritériálního rozhodování

Zdroj: Friebelová, 2009, s. 15

Ukázku hierarchické struktury znázorňuje Obrázek 5. Je zde zobrazena čtyřúrovňová hierarchie obsahující na vrcholu jeden cíl, h expertů, n kritérií a m variant. Na druhé úrovni hierarchie tedy bude jedna matice párového srovnávání o rozměrech hxh , na třetí úrovni h matic o rozměrech nxn , na čtvrté n matic o rozměrech mxm . (Friebelová, 2009)

Celkové ohodnocení variant se stanovuje jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím (Vzorec 11). Dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím se stanovují analogicky jako váhy kritérií Saatyho metodou kvantitativního párového srovnávání, srovnávanými objekty zde však nejsou kritéria, ale varianty rozhodování. (Fotr, 2010)

Saatyho matice se vytváří pro každé kritérium na základě párového srovnávání variant. Postupně se tak určuje velikost preference všech dvojic variant (z hlediska daného kritéria) přiřazením bodů ze stupnice dle Tabulky 4. Prvky s_{ij} každé této matice představují odhady poměrů dílčích ohodnocení i -té a j -té varianty vzhledem k danému kritériu hodnocení. (Fotr, 2010)

Celková ohodnocení jsou zde, obdobně jako váhy určené Saatyho metodou, normována a jejich součet je roven jedné. Výhodou Saatyho metody je možnost jejího využití pro hodnocení variant vzhledem k souboru kvantitativních i kvalitativních kritérií, relativní jednoduchost a srozumitelnost pro hodnotitele. (Fotr, 2010)

4.4.3.2 Metody založené na prazích citlivosti

Jak uvádí Fotr (2010), základem těchto metod je zjištění preferenčních vztahů všech dvojic variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Na rozdíl od Saatyho metody zde ale není třeba určovat velikosti těchto preferencí. „*Na hodnotiteli se tedy požaduje, aby pro každou dvojici variant rozhodování a každé kritérium hodnocení určil, kterou variantu z dané dvojice cení podle daného kritéria výše, či zda je považuje za rovnocenné.*“ (Fotr, 2010, s. 197) Základem u všech metod je matice preference variant rozhodování V , jejíž prvky V_{ij} tvoří součet vah těch kritérií, z jejichž hlediska preferuje rozhodovatel i -tou variantu před j -tou variantou. Další postup se pro svou algoritmickou náročnost zpravidla neobejde bez využití softwarové podpory.

Fotr (2010) řadí k metodám založeným na prazích citlivosti především:

- **metodu aproximace mlhavé relace,**
- **AGREPREF,**
- jednotlivé **modifikace metody ELECTRA.**

U některých metod se zde uplatňují **prahy citlivosti**, které tvoří práh indiference a práh preference, ze kterých je odvozen i název skupiny těchto metod. Na rozdíl od předchozích metod zde nezískáme číselné celkové ohodnocení jednotlivých variant rozhodování, ale pouze **rozklad souboru hodnocených variant na několik indifferenčních tříd a preferenčního uspořádání těchto tříd**. Varianty v rámci indifferenčních tříd lze z hlediska celého souboru kritérií považovat za rovnocenné. (Fotr, 2010)

4.5 Identifikace výsledné varianty

Z předchozích kroků vyplyne alternativa nejvhodnější pro řešení daného problému. Výběr nejvhodnější varianty a její implementace se ale podle Korvinyho (2011) považuje za relativně samostatný krok. Pokud se zvolená alternativa liší od té, která je výsledkem formalizovaného postupu, došlo v posledním kroku rozhodování k zásahu. Ten je sice z hlediska subjektu rozhodování oprávněným, představuje ale jisté porušení pravidel postupu. Úvahy během posledního kroku lze považovat za dílčí nebo celkovou revizi některého z předchozích kroků. Na výběr nejvhodnější varianty vícekriteriálního hodnocení variant *„by tedy mělo být nahlíženo jako na krok, umožňující případné iterace, a nikoliv jako na „právo“ rozhodovatele vyslovit „konečný soud“ v předmětném rozhodovacím procesu“*. (Korviny, 2011, s. 11)

5 Vícekriteriální rozhodování za rizika a nejistoty

Při aplikaci pravidel rozhodování, které jsou popsány v následujících podkapitolách, je nutné brát ohled na několik faktorů. Prvním je **předpoklad určitého postoje k riziku**. Dále je zde nutnost brát v potaz povahu pravidla rozhodování v kontextu **deskriptivní či normativní teorie rozhodování**. Dané pravidlo může spíše popisovat, jak se v praxi dospívá k volbě varianty, nebo jak by se volit měla. Svůj význam má i to, *„zda je nezbytná znalost pořadí variant, nebo zda*

postačí vyloučit varianty dominované a dále expertně pracovat se souborem efektivních variant“. (Fotr, 2010, s. 340) Přehled všech pravidel a jejich klíčové charakteristiky zachycuje Tabulka 6.

Tabulka 6: Přehled pravidel rozhodování

| Rozh. | Pravidlo | Skrytý postoj k riziku | Charakter | Výsledek | Ostatní | |
|--------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|--|--|
| za nejistoty | Maximin | averze | deskriptivní | preferenční pořadí | pesimistický pohled, silně zjednodušující | |
| | Maximax | sklon | deskriptivní | | optimistický pohled, silně zjednodušující | |
| | Laplaceovo | neutrální | deskriptivní i normativní | | všechny rizikové situace nestávají se stejnou pravděpodobností | |
| | Hurwitzovo | - | deskriptivní i normativní | | pouze nejpříznivější a nejméně příznivý stav | |
| | Savageovo | neutrální | deskriptivní i normativní | | závislost řešení na ostatních variantách | |
| za rizika | Očekávané hodnoty | neutrální | normativní | | efektivní soubor | |
| | Očekávaného užitku | - | normativní | | | obtížnější |
| | Aspirační úrovně | averze | deskriptivní | | | |
| | Očekávané hodnoty a míry rizika | averze | normativní | | | nevhodné při nesymetrických rozděleních |
| | 1. pravidlo stochastické dominance | - | normativní | | | nutná znalost rozdělení, nelze využít vždy |
| | 2. pravidlo stochastické dominance | averze | normativní | nutná znalost rozdělení | | |

Zdroj: Fotr, 2010, s. 340

5.1 Rozhodování za nejistoty

Pravidla rozhodování za nejistoty lze užít, pokud neznáme rozdělení pravděpodobnosti kritéria hodnocení rizikových variant. Fotr (2010) uvádí několik nejznámějších pravidel, které jsou popsány v následujících podkapitolách.

5.1.1 Pravidlo maximinu

Pravidlo maximinu, někdy označované jako Waldovo kritérium, je pesimistické rozhodovací pravidlo (rozhodovatel je spíše konzervativní pesimista), které předpokládá, že vždy nastane nejméně příznivý stav. Rozhodovatel vybírá variantu, která mu zajistí z daných pesimistických hodnot tu největší. (Fiala, 2013)

„Pro každou rizikovou variantu se stanoví nejnižší hodnota kritéria přes jednotlivé rizikové situace (tj. řádková minima) a varianty se uspořádají podle klesajících

hodnot řádkových minim.“ (Fotr, 2010, s. 317) Varianta, u které vykazují řádková minima maximální hodnoty, je variantou optimální.

5.1.2 Pravidlo maximaxu

Pravidlo maximaxu je optimistické rozhodovací pravidlo (rozhodovatel nemá averzi k riziku), které předpokládá nastolení nejvíce příznivého stavu světa. Nejprve se zde stanoví řádková maxima z hodnot daného kritéria, poté se rizikové varianty uspořádají podle klesajících hodnot těchto maxim. Optimální je varianta, která dosahuje absolutně nejvyšší hodnoty daného kritéria hodnocení (za předpokladu kritéria výnosového typu). (Fotr, 2010)

5.1.3 Laplaceovo pravidlo

Princip ekvivalentní pravděpodobnosti (Laplaceovo kritérium), předpokládá, že neexistuje informace o pravděpodobnostním rozdělení stavů. Předpokládá se tedy, že jsou všechny stavy světa stejně pravděpodobné. (Fiala, 2013)

Podle Laplaceova pravidla se preferenční uspořádání rizikových variant stanoví tak, že „pro každou variantu se určí očekávaná (střední) hodnota zvoleného kritéria hodnocení a varianty se uspořádají (v případě kritéria výnosového typu) podle těchto klesajících očekávaných hodnot“. (Fotr, 2010, s. 318) Pro kritéria nákladového typu se varianty uspořádají podle rostoucích očekávaných hodnot.

5.1.4 Hurwitzovo pravidlo

Princip ukazatele optimismu (Hurwitzovo kritérium) kombinuje pravidlo maximaxu a maximinu. Užívá se zde **koeficient optimismu**, který poukazuje na stupeň optimismu rozhodovatele. Nulový koeficient znamená, že je rozhodovatel zcela pesimistický a řídí se principem maximinu. Naopak koeficient roven jedné znamená, že je rozhodovatel zcela optimistický a řídí se principem maximaxu. Ve zbylých případech vybírá rozhodovatel variantu maximalizující kombinovanou hodnotu. (Fiala, 2013)

Rozhodovatel uvažuje pro každou rizikovou variantu nejnížší a nevyšší hodnotu daného kritéria hodnocení. Pro každou variantu se stanoví pomocná veličina jako vážený průměr nejnížší a nejvyšší hodnoty tohoto kritéria hodnocení. Jako váhy

zde vystupují koeficient optimismu a jeho doplněk do jedné. Další postup je analogický postupu u Laplaceova pravidla. (Fotr, 2010)

5.1.5 Savageovo pravidlo

Princip minimaxu ztráty (Savageovo kritérium) vychází z koncepce ztracené příležitosti. Ztráta zde vzniká jako důsledek špatné volby varianty pro daný stav světa, který po této volbě nastal. (Fiala, 2013)

Ztráty pro každou variantu a rizikovou situaci (stav světa) se určí jako rozdíl hodnoty kritéria varianty za této situace optimální a hodnot dalších variant. Tabulkovým uspořádáním těchto ztrát vzniká **matice ztrát**. Dále se stanoví nejvyšší hodnoty ztrát pro jednotlivé varianty (řádková maxima, pokud jsou varianty uváděny v řádcích) a varianty se uspořádají podle rostoucích hodnot těchto maxim. Optimální variantu potom určuje nejnižší hodnota této ztráty. (Fotr, 2010)

5.2 Rozhodování za rizika

Pravidla rozhodování za rizika lze uplatnit, pokud jsou známy pravděpodobnosti jednotlivých stavů světa (resp. obecně rozdělení pravděpodobnosti kritéria hodnocení pro jednotlivé rizikové varianty). (Fotr, 2010)

5.2.1 Pravidla vedoucí k preferenčnímu uspořádání variant

Mezi pravidla vedoucí k preferenčnímu uspořádání variant podle Fotra (2010) řadíme pravidlo očekávaného užitku, pravidlo očekávané hodnoty a pravidlo aspirační úrovně.

5.2.1.1 Pravidlo očekávaného užitku

Předpokladem pro uplatnění tohoto pravidla je znalost této funkce pro kritérium hodnocení, vzhledem ke kterému se rizikové varianty hodnotí. Funkce užitku zde vyjadřuje postoj rozhodovatele k riziku a umožňuje jednoznačně formulovat pravidlo pro preferenční uspořádání variant vzhledem k danému kritériu hodnocení za podmínek rizika. (Fotr, 2010)

„Rozhodovatel preferuje rizikovou variantu A před rizikovou variantou B právě tehdy, jestliže očekávaná (střední) hodnota užitku varianty A je větší než očekávaná

(střední) hodnota užitku varianty B.“ (Fotr, 2010, s. 323) Uplatnění pravidla očekávaného užitku pro stanovení preferenčního uspořádání variant dále podle Fotra (2010) předpokládá:

- stanovit funkci užitku daného kritéria hodnocení rizikových variant,
- pro každou rizikovou variantu stanovit užitky jednotlivých hodnot daného kritéria, a pomocí těchto užiteků a jim odpovídajících pravděpodobností určit očekávanou (střední) hodnotu užitku každé varianty,
- uspořádat rizikové varianty podle klesajících hodnot jejich očekávaného užitku (optimální variantou je pak první varianta, s nejvyšším očekávaným užitekem).

5.2.1.2 Pravidlo očekávané hodnoty

Pravidlo očekávané hodnoty je založeno, jak uvádí Fotr (2010), na výpočtu očekávaných hodnot zvoleného kritéria hodnocení rizikových variant. K omezením tohoto pravidla patří jeho monokriteriální charakter, neutrální postoj rozhodovatele k riziku, vhodnost aplikace především pro opakované rozhodovací problémy za rizika a jeho vyloučení v případě nepřijatelného rizika.

U kritérií výnosového typu je preferenční uspořádání rizikových variant stanoveno jejich seřazením podle klesajících očekávaných hodnot. Optimální variantou je varianta první v tomto pořadí, tedy ta s nejvyšší očekávanou hodnotou zvoleného kritéria hodnocení. **U kritérií nákladového typu** jsou naopak rizikové varianty uspořádány podle rostoucích očekávaných hodnot kritéria hodnocení. Optimální variantou je zde varianta s nejnižší očekávanou hodnotou. (Fotr, 2010)

5.2.1.3 Pravidlo aspirační úrovně

Podle Šubrtů (2011) zde jde o porovnání pravděpodobností, s nimiž budou jednotlivé alternativy poskytovat alespoň určitou hodnotu výplaty. *„Nejvýhodnější alternativa je vybírána na základě pravděpodobnosti, s jakou bude její výplata lepší než požadovaná úroveň výplaty α .“* (Šubrt, 2011, s. 139)

5.2.2 Pravidla pro redukci souboru rizikových variant

Výstupem uplatnění pravidel pro redukci souboru rizikových variant je *„určení variant (tzv. dominovaných variant), ke kterým existuje v souboru hodnocených*

variant varianta (varianty) výhodnější alespoň z jednoho kritéria hodnocení, přičemž z žádného není horší, tzv. dominující varianta (varianty)". (Fotr, 2010, s. 330) Dominované varianty lze se souboru hodnocených variant vyloučit. Vzniká tak méně početný soubor nedominovaných variant, označovaný jako **efektivní soubor**. K pravidlům tohoto typu řadí Fotr (2010) především pravidla očekávané hodnoty a míry rizika a pravidla stochastické dominance.

5.2.2.1 Pravidlo očekávané hodnoty a míry rizika

Základem hodnocení rizikových variant jsou zde očekávaná hodnota a míra rizika (např. rozptyl, variační koeficient). **Očekávaná hodnota** zde vystupuje jako **míra výhodnosti variant rozhodování** a **rozptyl** vystupuje jako **míra rizika** těchto variant. Platí, že čím větší je rozptyl rizikové varianty, tím je i riziko této varianty větší. (Fotr, 2010)

Pravidlo očekávané hodnoty a rozptylu vychází podle Fotra (2010) z předpokladu, že si rozhodovatel cení více rizikových variant:

- s vyšší očekávanou hodnotou zvoleného kritéria hodnocení (výnosového typu) a preferuje je před rizikovými variantami s nižší očekávanou hodnotou,
- s nižším rizikem a preferuje je před rizikovými variantami s vyšším rizikem (vyšším rozptylem). Předpokladem je tedy **averze rozhodovatele k riziku**.

Dalším předpokladem, na kterém je pravidlo očekávané hodnoty a míry rizika založeno, jsou alespoň přibližně **symetrická** rozdělení pravděpodobnosti zvoleného kritéria hodnocení jednotlivých rizikových variant. V opačném případě rozptyl nelze považovat za vhodnou míru rizika. Následující požadavek vyplývá opět z uplatnění rozptylu jako míry rizika. V hodnoceném souboru by neměly být varianty, které se **liší do značné míry svojí očekávanou hodnotou**. „V takovém případě by bylo třeba nahradit rozptyl relativní mírou, kterou představuje **variační koeficient**. Tím bychom dostali analogické **pravidlo očekávané hodnoty a variačního koeficientu**, které funguje stejným způsobem jako pravidlo očekávané hodnoty a rozptylu.“ (Fotr, 2010, s. 334)

5.2.2.2 Pravidla stochastické dominance

V některých případech rozhodování za rizika nejsou rozptyl, směrodatná odchylka či variační koeficient vhodnými mírami rizika. Vhodnější je zde **znalost celého rozdělení pravděpodobností** kritéria hodnocení a právě z toho vychází pravidla stochastické dominance. Pravidla stochastické dominance lze na rozdíl od pravidla očekávané hodnoty a míry rizika aplikovat bez ohledu na tvar rozdělení pravděpodobnosti hodnocených rizikových variant. Je vhodné je použít v návaznosti na uplatnění simulace Monte Carlo, nebo scénářů v rámci analýzy rizika. (Fotr, 2010)

První pravidlo stochastické dominance, které je nejjednodušší a má nejméně omezení, může podle Fotra (2010) použít rozhodovatel preferující vyšší hodnoty výnosového kritéria hodnocení před nižšími hodnotami (bez ohledu na postoj k riziku). Riziková varianta A je preferována před rizikovou variantou B, pokud *„hodnota distribuční funkce varianty A pro libovolnou hodnotu daného kritéria hodnocení (výnosového typu) je menší, resp. rovna odpovídající hodnotě distribuční funkce varianty B.“* (Fotr, 2010, s. 336) Pravděpodobnost nedosažení libovolné hodnoty kritéria u varianty A je menší než u dominované varianty B, pravděpodobnost překročení libovolné hodnoty kritéria variantou A je tedy větší než variantou B. Grafy distribučních funkcí variant se neprotínají a graf preferované varianty leží napravo od grafu dominované varianty.

Druhé pravidlo stochastické dominance, které platí pouze pro rozhodovatele s averzí k riziku, umožňuje rozlišit preferenci rizikových variant, jejichž grafy distribučních funkcí kritéria hodnocení se protínají. Rozhodovatel zde preferuje rizikovou variantu A před variantou B, pokud součet ploch vymezených distribučními funkcemi obou variant (graf distribuční funkce varianty A leží vpravo od grafu distribuční funkce varianty B, varianta A je preferována před variantou B) je větší, než součet ploch, kdy graf distribuční funkce varianty A leží vlevo od stejného grafu varianty B (varianta B je preferována před variantou A). (Fotr, 2010)

6 Aplikační část

Aplikační část diplomové práce je věnována softwarovým nástrojům pro podporu vícekriteriálního rozhodování. Konkrétně se zaměřuje na dva vybrané produkty, kterými jsou Expert Choice a Criterium DecisionPlus. Práce nejdříve přibližuje teorii systémů pro podporu rozhodování (DSS), poté blíže charakterizuje dva vybrané softwary. Dále obsahuje případovou studii, na které následně prakticky prověřuje možnosti obou rozhodovacích nástrojů. Výstupem je bližší prozkoumání a srovnání vybraných DSS dle stanovených kritérií.

6.1 Softwarová podpora vícekriteriálního rozhodování

Rozlišujeme dva základní způsoby softwarové podpory manažerského rozhodování, zaměřených na podporu vrcholového vedení (Weiser, 2015):

- **MIS (Management Information System)** – manažerský informační systém. Obsahuje uchovávání, třídění, aktualizaci a vyvolávání informací.
- **DSS (Decision Support Systems)** – systémy pro podporu rozhodování. Zahrnují interaktivní aplikace matematických modelů.

6.1.1 Decision Support Systems

Nejdříve krátce k historii systémů pro podporu rozhodování, dále jen DSS. Analýza rozhodování byla řízena Carnegieho institutem technologie v pozdních padesátých a ranních šedesátých letech. Massachusettský institut technologie (MIT) aplikoval počítačové technologie do teorie rozhodování v roce 1960. Od roku 1980 byl intenzivní výzkum DSS v plném proudu a z modelů DSS pro jednoho uživatele se vynořily nové teorie a koncepty, včetně organizačních systémů pro podporu rozhodování (ODSSs), skupinových systémů pro podporu rozhodování (GDSSs) a informačních systémů pro podporu řízení (EIS). V roce 1990 byly DSS rozšířeny, aby zahrnovaly skladování dat a online analytické zpracování. (Janalta Interactive Inc., 2010-2015)

DSS je interaktivní, flexibilní a adaptabilní počítačový informační systém, speciálně vytvořený pro podporu řešení nestrukturovaných manažerských problémů a pro zdokonalení procesu rozhodování. Využívá data, poskytuje lehce použitelné uživatelské rozhraní a umožňuje vlastní pohledy uživatele na problém. (Mls, 2014)

DSS jsou uživatelsky konstruovány pro řídicí pracovníky, kterým poskytují podporu při rozhodování ve formě dat a modelů vhodných pro řešení konkrétního problému. Jde o *„integrující systém, který propojením různých informačních podsystémů a vlastních modulů poskytuje managementu informace pro kvalitnější rozhodování.“* (Plevný, 2010, s. 23)

Systémy pro podporu rozhodování v žádném případě nenahrazují osobu rozhodovatele. DSS jsou obvykle aplikovány v prostředích vyznačujících se nižší úrovní strukturovanosti problémů, proto jsou zde nezanedbatelné subjektivní informace. *„Právě v případech, které se vyznačují vysokou mírou nejistoty, nedokonalým poznáním situace či neúplnými daty, je potřebné aplikovat kvalitní manažerský úsudek.“* (Plevný, 2010, s. 23) Poskytují rozhodovateli v procesu rozhodování podporu v podobě rozšíření souboru variant, urychlení a zpřesnění výpočtu jejich důsledků, kvantifikace rizika atd. (Weiser, 2015)

DSS obsahují širokou škálu modelů, simulačních technik a dalších analytických nástrojů pro usnadnění a zkvalitnění rozhodovacího procesu. Využívají informace z podnikových databází, čím pomáhají reprezentovat vztahy mezi daty a simulovat různá prostředí, umožňují „what if“ analýzy nebo za využití implementovaných algoritmů přímo hledají optimální řešení modelovaných úloh. (Plevný, 2010)

Aplikace DSS se obvykle podle Plevného (2010) skládají z následujících podsystémů:

- **Subsystém správy dat** – databáze obsahující relevantní data a DBMS (DataBase Management System), který řídí databáze. Lze též propojit s externím datovým skladem.
- **Subsystém správy modelů** – softwarový balík obsahující finanční, statistické, optimalizační a další kvantitativní modely, umožňující nejrůznější analytické postupy. Často obsahuje i nástroj pro konstruování uživatelských modelů. Lze propojit s externí knihovnou modelů.
- **Subsystém uživatelského rozhraní** – komunikace uživatele a DSS. Intenzivní interakce mezi uživatelem a systémem. Uživatel je považován za součást systému. V mnoha DSS je jako známý grafický uživatelský interface používán webový prohlížeč.

- **Subsystém báze znalostí** – jako samostatná složka může podporovat kterýkoliv z dalších podsystémů. Poskytuje další informace pro rozhodování uživatele. Široké uplatnění zde nalézají metody umělé inteligence.

Dále lze rozlišovat speciální a obecné DSS. **Speciální DSS** jsou šité na míru a řeší specifické problémy. **Obecné DSS** se zabývají adaptivními a pružnými modely. (Weiser, 2015)

Diplomová práce se dále zaměřuje na dva softwarové produkty pro podporu rozhodování, kterými jsou Expert Choice a Criterium DecisionPlus. Do programového zabezpečení modelů vícekritériálního rozhodování lze ale podle Brožové (2003) zařadit například i následující software:

- Řešitel – optimalizace v tabulkovém procesoru MS Excel,
- Moduly ORKOSA,
- PRIME Decisions,
- Aliah THINK! 4.0,
- Efficiency Measurement System.

6.1.2 Expert Choice

Expert Choice (EC) je softwarový nástroj pro podporu rozhodování při výběru z alternativ, které jsou charakteristické hierarchickým rozložením kritérií pro výběr. Jeho oficiálním prodejcem pro Českou republiku je CALS servis s. r. o.

Analytické hierarchické procesy (AHP) a matematická teorie byly poprvé vyvinuty v roce 1970 na univerzitě Wharton School of the University v Pensylvánii v USA doktorem Thomasem L. Saatyem. AHP je komplexní metodologie určená k podpoře rozhodování při výběru z alternativ na základě empirických i konkrétních kritérií pro rozhodování a také při stanovení důležitosti různých cílů a jejich preferencí v alternativách řešení. *„Saatyho metoda se stala jedním ze základních pilířů metod operačního výzkumu. V roce 1983 doktor Saaty spolu s doktorem Ernestem Formanem, profesorem fakulty vědeckého managementu University George Washingtona, vyvinuli software Expert Choice, ve kterém je Saatyho metoda aplikovaná.“* (CALS servis, 2015)

Expert Choice využívá metodu pro párování porovnávaných kritérií v rámci stanovených priorit. Hierarchické priority slučuje do celkových priorit všech hodnocených alternativ řešeného problému. Citlivostní analýzu lze provést pomocí změn hodnot priorit a zjistit tak, jaký bude mít daná změna vliv na celkový výběr alternativ. Expert Choice umožňuje použít v modelu neomezené množství hierarchicky členěných kritérií a neomezené množství hodnocených alternativ. (CALS servis, 2015)

Dle společnosti CALS servis (2015) lze Expert Choice použít například pro vyhodnocení nabídek v rámci výběrových řízení nebo i obecně při hodnocení jakéhokoliv nákupu materiálu nebo služeb. Výrobcům nabízí vyhodnocení potenciální úspěšnosti na trhu ve srovnání s ostatními výrobci a zjištění ukazatelů, kterým se musí přiblížit nebo je překročit, aby byli úspěšní. Dále lze Expert Choice možné využít v těchto oblastech: optimalizace zdrojů (modul EC Resource Aligner™), management portfolia informačních technologií, strategické plánování, hodnocení rizik, management lidských zdrojů, rozhodování o strategických lokalitách.

V současné době používá v ČR Expert Choice Ministerstvo obrany, Západočeská univerzita, Univerzita Pardubice, Slezská univerzita, Ostravská univerzita, Vysoká škola báňská a Univerzita obrany. Na Slovensku jsou to Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika v Liptovskom Mikuláši a Slovenská technická univerzita v Bratislavě. (CALS servis, 2015)

6.1.3 Criterium DecisionPlus

Criterium DecisionPlus (CDP) je systém pro podporu rozhodování, který pomáhá strukturovat a komunikovat složitá rozhodování mezi alternativami. Jde o graficky orientovanou aplikaci, která zahrnuje vícekriteriální rozhodovací analýzu (AHP a SMART) a pracuje s nejistotou. CDP umožňuje zadávat kvalitativní i číselné vstupy. (The Nature Conservancy, 2014)

CDP byl vytvořen v roce 1993 a je podporován InfoHarvest Inc. of Seattle. Je dodáván s 350 stranovým uživatelským manuálem a možností školení. Rozhodovací modely vytvořené v CDP mohou být publikovány na webu pomocí hostitelské služby InfoHarvest's Decision. (The Nature Conservancy, 2014)

Criterion DecisionPlus šetří čas rozhodovatele tím, že za něj provádí veškeré výpočty, doplnění párových srovnávání do spodní části Saatyho matice i operace s maticemi. CDP začíná brainstormingem, který pomáhá strukturovat rozhodnutí. To pomáhá získat preference od rozhodovatele, poté poskytnout příspěvky, citlivostní a srovnávací analýzu a ověřit tyto preference. Vliv nejistoty v attributech alternativ ve výstupu rozhodování je vypočten a graficky znázorněn. Data z tabulek lze importovat, struktura modelu a výsledky mohou být exportovány jako grafy a související tabulky. (The Nature Conservancy, 2014)

6.2 Aplikace případové studie ve vybraných DSS

Hlavní náplní a také přínosem diplomové práce je srovnání dvou softwarů pro podporu vícekriteriálního manažerského rozhodování, a to programů Expert Choice a Criterion DecisionPlus. Pro tento účel, srovnatelnost a praktické prozkoumání možností a prostředí obou aplikací, bude v obou programech pro podporu rozhodování řešena totožná případová studie. Aplikace Saatyho metody na dané případové studii je zda dalším přínosem diplomové práce. Na základě postupu řešení rozhodovacího problému a výstupů rozhodování budou oba softwary hodnoceny z hlediska několika kritérií.

6.2.1 Případová studie

Dále uvedená případová studie se zabývá sice v tomto případě smyšleným rozhodovacím problémem, který se ale v této nebo jiné podobě často vyskytuje v průběhu životního cyklu podnikatelských subjektů. Jedná se konkrétně o výběr sídla pro výdejní místo internetového obchodu, zde za použití Saatyho metody kvantitativního párového srovnání a metody AHP. Tento postup řešení ale nalézá své uplatnění i při dalších obdobných problémech vícekriteriálního rozhodování.

6.2.1.1 Zadání případové studie

Internetový obchod nabízející široký sortiment zboží chce rozšířit nabídku svých doručovacích služeb o možnost prohlédnout a vyzvednout si zboží na výdejním místě společnosti a to za účelem získání nových zákazníků, zvýšení podílu na trhu a zlepšení konkurenceschopnosti v odvětví. Odpovědný manažer firmy rozhodl, že

umístění výdejního místa bude posuzováno podle pěti kritérií uvedených v Tabulce 7.

Tabulka 7: Kritéria pro hodnocení volby výdejního místa

| Kritérium | | Jednotka |
|----------------|---|----------------|
| K ₁ | vzdálenost výdejního místa od skladů (vyjádřena jako průměrná doba dopravy ze skladů do výdejního místa v dopravní špičce) | minuty |
| K ₂ | dosažitelnost výdejního místa pro klienty (vyjádřena jako procento klientů nacházejících se ve vzdálenosti kratší než jedna hodina jízdy) | % |
| K ₃ | stav a vybavení výdejního místa (nutnost rekonstrukce, internetové a telefonní připojení apod.) | - |
| K ₄ | rozloha výdejního místa | m ² |
| K ₅ | měsíční nájemné | tis. Kč |

Zdroj: vlastní zpracování

Většina kritérií je vyjádřena číselně (K₁, K₂, K₄, K₅), pouze jedno kritérium je zde kvalitativní (K₃). K jeho měření lze užít například stupnici o třech úrovních, kdy stupeň A odpovídá nejlepšímu stavu a vybavení výdejního místa, stupeň B charakterizuje částečné splnění daného kritéria, stupeň C je použit pro výdejní místa v špatném stavu nebo bez požadovaného vybavení. K₁ a K₅ jsou kritéria nákladového typu, jsou u nich tedy žádoucí co nejnižší hodnoty. Kritéria K₂ a K₄ jsou výnosového typu, preferují se zde vysoké hodnoty.

Po vyhledání a prohlídce možných umístění výdejního místa obchodu manažer vyloučil nevyhovující varianty. Do závěrečného hodnocení se dostalo pět variant umístění (označené M₁, M₂, M₃, M₄ a M₅), které tvoří soubor variant umístění. Charakteristiku souboru variant výběru výdejního místa zachycuje Tabulka 8.

Tabulka 8: Charakteristika souboru variant výběru výdejního místa

| Kritérium | | Varianta | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Název | Jednotka | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ |
| K ₁ | minuty | 50 | 20 | 15 | 25 | 35 |
| K ₂ | % | 45 | 80 | 75 | 80 | 70 |
| K ₃ | - | A | B | C | A | C |
| K ₄ | m ² | 40 | 40 | 30 | 50 | 25 |
| K ₅ | tis. Kč | 16 | 11,5 | 10 | 15 | 13 |

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.1.2 Stanovení vah kritérií

Váhy kritérií jsou stanoveny dle Saatyho metody kvantitativního párového srovnání a profesorem Saatyem doporučené bodové stupnice s deskriptory z Tabulky 4, rozšířené o mezistupně dle doporučení Friebelové (2009). Teorie je blíže popsána v podkapitole 4.3.4 Saatyho metoda kvantitativního párového srovnání.

Pořadí kritérií přitom odpovídá jejich významnosti, kritérium K_1 je tedy považováno za nejvíce významné, naopak kritérium K_5 je pro rozhodovatele nejméně důležité. Hodnoty Saatyho matice relativních důležitostí v Tabulce 9 tedy odpovídají preferencím rozhodovatele, v tomto případě odpovědného manažera internetového obchodu. Geometrické průměry jednotlivých řádků Saatyho matice jsou následně vyděleny součtem všech geometrických průměrů, vznikly tak znormované váhy kritérií hodnocení.

Tabulka 9: Stanovení vah kritérií (Saatyho matice)

| Kritérium | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 | K_5 | Geometrický průměr | Váhy |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|
| K_1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 2,99 | 0,41 |
| K_2 | 1/2 | 1 | 5 | 7 | 8 | 2,69 | 0,37 |
| K_3 | 1/4 | 1/5 | 1 | 5 | 3 | 0,94 | 0,13 |
| K_4 | 1/5 | 1/7 | 1/5 | 1 | 2 | 0,41 | 0,06 |
| K_5 | 1/6 | 1/8 | 1/3 | 1/2 | 1 | 0,32 | 0,04 |
| Součet: | | | | | | 7,35 | 1,00 |

Zdroj: vlastní zpracování podle metodiky uvedené u Šubrta (2011) a Fotra (2010)

Postup výpočtu indexu konzistence matice párových porovnání *C.I.* zachycuje Vzorec 15. Hodnota největšího vlastního čísla matice $l_{max} = 5,38543$ byla získána pomocí online aplikace Wolfram Alpha (A Wolfram Research Company, 2016), která po zadání matice vypočte kromě jiného vlastní čísla této matice. Řád Saatyho matice je zde roven počtu kritérií, tedy $k = 5$. Hodnota indexu konzistence $C.I. = 0,096358 < 0,1$, danou matici párových porovnání z Tabulky 9 tedy lze považovat za dostatečně konzistentní.

$$C.I. = \frac{l_{max} - k}{k - 1} = \frac{5,38543 - 5}{5 - 1} = 0,096358$$

Vzorec 15: Postup výpočtu indexu konzistence matice párových porovnání

Zdroj: vlastní zpracování podle Korvinyho (2011)

Konzistence matice byla ověřena také za využití poměru konzistence $C.R.$, jehož výpočet zachycuje Vzorec 16. Hodnota průměrného indexu konzistence $R.I.$ pro matici pátého řádu odpovídá dle Tabulky 5 hodnotě 1,12. Pro poměr konzistence $C.R. = 0,086033 < 0,1$ lze považovat matici párových porovnání z Tabulky 9 za dostatečně konzistentní.

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0,096358}{1,12} = 0,086033$$

Vzorec 16: Postup výpočtu poměru konzistence matice párových porovnání

Zdroj: vlastní zpracování podle Korvinyho (2011)

6.2.1.3 Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím

Pro dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím dané případové studie je použita Saatyho metoda (AHP), blíže popsána v podkapitole 4.4.3.1, z pohledu jednoho experta. Saatyho matice pro jednotlivá kritéria, jejichž hodnoty jsou vypočteny jako podíly hodnot z Tabulky 8 (kromě dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K_3 , které je kvalitativní a odpovídá preferencím rozhodovatele), zachycují tabulky v Příloze 1. Index konzistence $C.I.$ a poměr konzistence $C.R.$ jsou u všech matic vyhovující. U většiny jsou dokonce díky jejich stanovení pomocí podílů prakticky nulové.

Pro přesnost a unifikaci zadávání preferencí do vybraných softwarových nástrojů pro podporu rozhodování, obsahuje Příloha 2 Saatyho matice s ohodnocením preferencí variant vzhledem ke kritériím dle devítibodové stupnice z Tabulky 4 s použitím mezistupňů. Příloha 2 obsahuje také tabulku s ověřením konzistence matic pomocí indexu konzistence $C.I.$ a poměru konzistence $C.R.$ (podle Vzorců 8 a 9) a protože jsou všechny hodnoty $C.I.$ a $C.R.$ menší než 0,1, lze matice z Přílohy 2 považovat za dostatečně konzistentní.

Dílčí ohodnocení variant z Přílohy 1 tedy slouží spíše pro demonstraci praktické aplikace Saatyho metody na případovou studii a jako kontrola správnosti výstupů z Přílohy 2. Pro softwarová řešení rozhodovacího problému jsou použity pouze hodnoty z Přílohy 2.

6.2.1.4 Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí

Celkové ohodnocení variant a tím i pořadí variant podle metody AHP bylo získáno jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím (z Příloh 1 a 2), za použití vah kritérií z Tabulky 9.

Celková ohodnocení i pořadí variant dle hodnot z Přílohy 2 zachycuje Tabulka 10. Tabulka 11 zobrazuje totéž dle Přílohy 1, slouží tedy zejména pro kontrolu správnosti přidělení preferencí rozhodovatele. Z Tabulek 10 a 11 je vyplývá, že nejlépe hodnocenou variantou je dle Saatyho metody AHP třetí varianta M_3 , je tedy touto metodou doporučovaná jako dle daných kritérií nejvýhodnější pro výdejní místo internetového obchodu. Na druhém a třetím místě jsou varianty M_2 a M_4 , kterých celkové ohodnocení není významně vzdálené variantě M_3 , rozhodovatel by je tedy za určitých okolností nebo po provedení citlivostní analýzy mohl také zvolit jako výdejní místo. Nejhůře dopadly varianty M_1 a M_5 s nejnižšími ohodnoceními.

Tabulka 10: Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí při ohodnocení Saatyho matice dle stupnice 1–9 podle hodnot z Přílohy 2

| Varianta | Dílčí ohodnocení vzhledem ke kritériím | | | | | Součet hodnocení | Pořadí |
|--------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------|
| | K ₁ | K ₂ | K ₃ | K ₄ | K ₅ | | |
| M₁ | 0,0344 | 0,0311 | 0,3467 | 0,1886 | 0,0354 | 0,0819 | 5. |
| M₂ | 0,2463 | 0,3271 | 0,2065 | 0,1886 | 0,2712 | 0,2686 | 2. |
| M₃ | 0,4509 | 0,1937 | 0,0609 | 0,0684 | 0,4627 | 0,2861 | 1. |
| M₄ | 0,1669 | 0,3271 | 0,2850 | 0,5163 | 0,0765 | 0,2560 | 3. |
| M₅ | 0,1015 | 0,1211 | 0,1009 | 0,0380 | 0,1542 | 0,1074 | 4. |
| Váhy kritérií | 0,4069 | 0,3653 | 0,1284 | 0,0556 | 0,0438 | | |

Zdroj: vlastní zpracování dle Fotra (2010)

Tabulka 11: Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí při ohodnocení Saatyho matice podíly hodnot z Tabulky 8 podle hodnot z Přílohy 1

| Varianta | Dílčí ohodnocení vzhledem ke kritériím | | | | | Součet hodnocení | Pořadí |
|--------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------|
| | K ₁ | K ₂ | K ₃ | K ₄ | K ₅ | | |
| M₁ | 0,0974 | 0,1286 | 0,3467 | 0,2162 | 0,1590 | 0,1501 | 5. |
| M₂ | 0,2436 | 0,2286 | 0,2065 | 0,2162 | 0,2212 | 0,2309 | 2. |
| M₃ | 0,3248 | 0,2143 | 0,0609 | 0,1622 | 0,2544 | 0,2384 | 1. |
| M₄ | 0,1949 | 0,2286 | 0,2850 | 0,2703 | 0,1696 | 0,2218 | 3. |
| M₅ | 0,1392 | 0,2000 | 0,1009 | 0,1351 | 0,1957 | 0,1587 | 4. |
| Váhy kritérií | 0,4069 | 0,3653 | 0,1284 | 0,0556 | 0,0438 | | |

Zdroj: vlastní zpracování dle Fotra (2010)

6.2.2 Kritéria hodnocení

Vybrané DSS budou v dalších částech srovnávány a hodnoceny v následujících oblastech:

- **Proces vytváření modelu** – zde se bere v úvahu například maximální možný počet zadaných kritérií a alternativ, který významně omezuje možnosti řešení obsírnějších rozhodovacích problémů, nebo i samotná forma zadávání kritérií a alternativ.
- **Spektrum nabízených metod a proces zadávání preferencí** – pro osobu rozhodovatele je velkou výhodou, pokud může vybírat mezi více metodami dle svých aktuálních potřeb.
- **Kvalita výstupů** – srozumitelnost výstupů, úroveň grafické prezentace a poskytnutí odůvodnění daného rozhodnutí přispívají k efektivnímu využívání DSS.
- **Možnosti citlivostní analýzy** – citlivostní analýza pomáhá rozhodovat při zvažování různých scénářů budoucího vývoje a odpovídá na otázky typu „co když“.
- **Intuitivnost a uživatelská přívětivost** – jedním z přínosů DSS je úspora času, ke které významně přispívají právě intuitivnost a přívětivost uživatelského prostředí (User Interface).
- **Jazyk** – pro jazykově méně vybaveného rozhodovatele může být software v pro něj nesrozumitelném jazyce nemalou komplikací.
- **Cena** – výše nákladů na pořízení DSS může být pro menší a kapitálově slabší subjekty rozhodující.
- **Propojitelnost s dalším SW** – kompatibilita, možnosti přímého rozhodování bez nutnosti manuálního zadávání dat a možnosti dalšího postoupení výstupů rozhodovacího procesu.

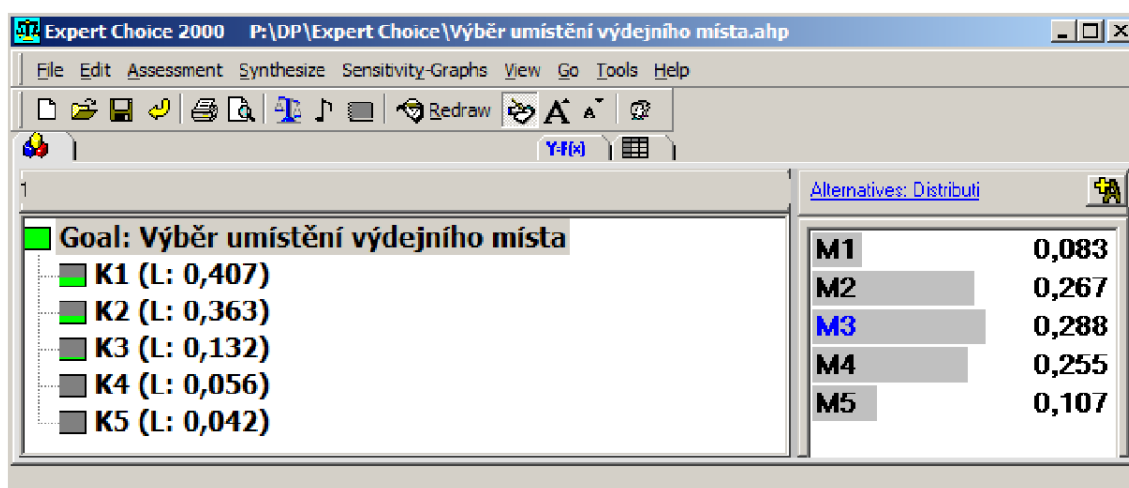
6.2.3 Řešení v Expert Choice

Pro řešení případové studie v Expert Choice byla použita studentská verze softwaru Expert Choice 2000, přístupná přes virtuální učebnu na Fakultě informatiky a managementu Univerzity Hradec Králové, běžící na operačním systému Windows 7. I když na to Expert Choice uživatele neupozorní, pro vyhnutí se černým plochám v grafice uživatelského prostředí je vhodné přepnout motiv Windows na „Klasické nastavení“.

Kromě zde zmiňovaných a popsaných možností nabízí Expert Choice i řadu dalších, které vzhledem k omezenému rozsahu diplomové práce nebudou dále zmiňovány ani blíže specifikovány. Řadí se k nim i obšírné možnosti vlastních nastavení (Options), například možnost změny defaultně nabízené grafické metody pro ohodnocení preferencí uživatele nebo také nastavení fontu a velikosti zobrazovaného písma.

6.2.3.1 Vytvoření modelu

Prvním krokem po spuštění programu je vytvoření nového souboru, včetně zadání jeho názvu a umístění souboru s modelem s příponou „*.ahp“. Následuje zadání cíle (Goal Description), v tomto případě *Výběr umístění výdejního místa*, případně i jeho krátké charakteristiky (Enter a description for your goal).



Obrázek 6: Expert Choice 2000 – uživatelské prostředí

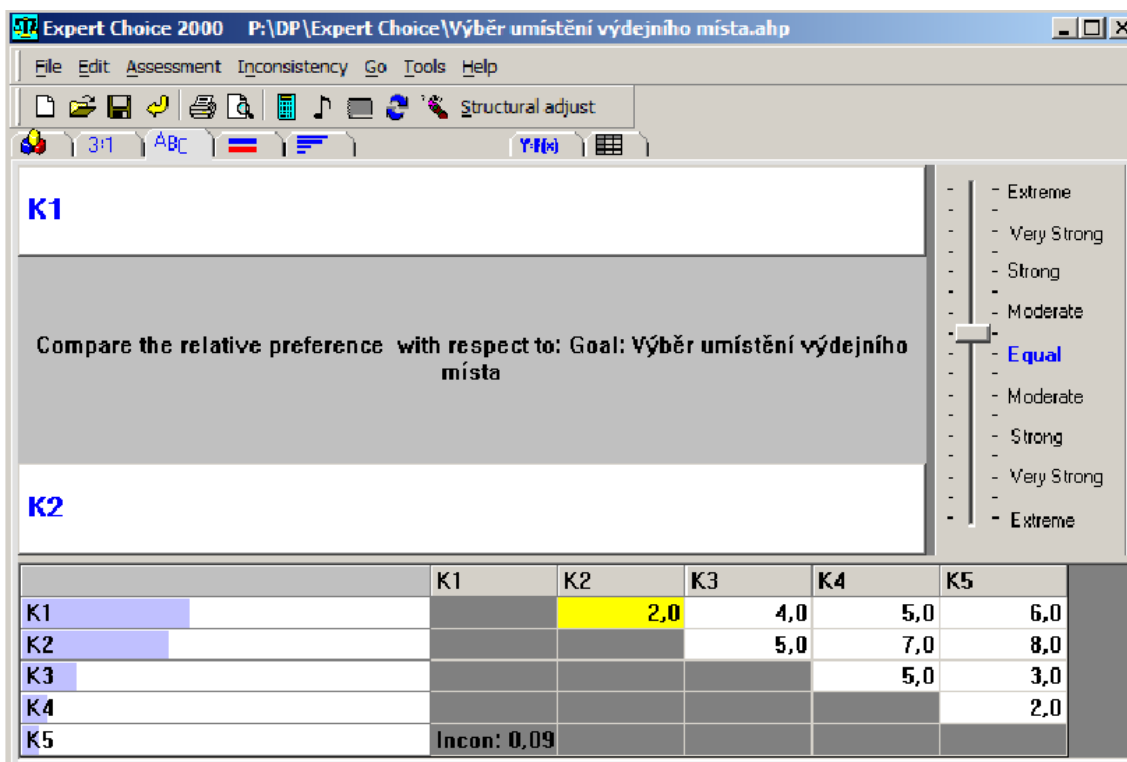
Zdroj: Expert Choice 2000

Poté lze v pravé části uživatelského prostředí (Obrázek 6) postupně přidat alternativy (M₁ až M₅) kliknutím na ikonu „+A“ (Add Alternative). Následuje pravý

klik na cíl a výběr možnosti „Insert Child of Current Node“, což umožní postupné zadání kritérií (K_1 až K_5). V této fázi je již model připraven na zadávání preferencí rozhodovatele.

6.2.3.2 Stanovení vah kritérií

Zadat váhy kritérií modelu lze po pravém kliknutí kurzorem na cíl a výběru možnosti „Pairwise Assessment“. Expert Choice poté vyzve uživatele k zadání jeho preferencí (Compare the relative preference with respect to: Goal: Výběr umístění výdejního místa) za využití párového srovnávání jednotlivých kritérií a tím vyplnění oblasti nad hlavní diagonálou Saatyho matice. Tyto hodnoty odpovídají Tabulce 9 z případové studie. Obrázek 7 zachycuje vyjadřování preference mezi kritérii K_1 a K_2 a také již vyplněnou Saatyho matici obsahující váhy kritérií.



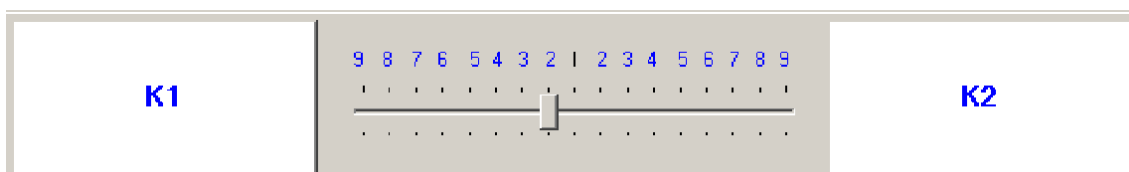
Obrázek 7: Expert Choice – preference mezi kritérii K_1 a K_2 a slovně popsaná stupnice pro ohodnocení vah kritérií u Pairwise Verbal Comparisons

Zdroj: Expert Choice 2000

Uživatel pohybuje posuvným tlačítkem směrem k pro něj důležitějšímu kritériu, v tomto případě ke kritériu K_1 . K vyjádření velikost preference má uživatel k dispozici obousměrnou devítistupňovou škálu (Equal = 1, Moderate = 3,

Strong = 5, Very Strong = 7, Extreme = 9), kterou ilustruje Obrázek 7. V levém dolním rohu Saatyho matice Expert Choice průběžně vypočítává pro kontrolu index inkonzistence matice, který je pro Saatyho matici vah kritérií z případové studie roven hodnotě 0,09, je tedy pod požadovanou hranicí 0,1.

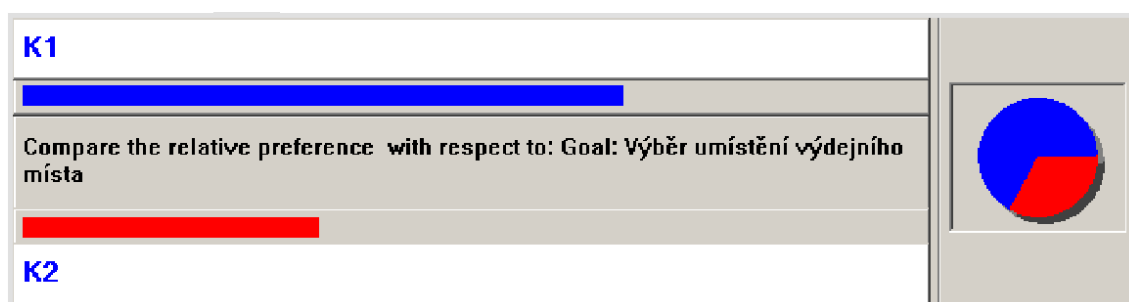
Červené prvky Saatyho matice v Expert Choice znamenají jejich převrácené hodnoty. Například pro ohodnocení vztahu mezi kritérii K₁ a K₂ (Obrázek 7) by červeně zbarvená číslice „2,0“ ve žlutě zvýrazněném poli Saatyho matice odpovídala pro další výpočty hodnotě ½, kritérium K₂ by tedy bylo důležitější než kritérium K₁. Posuvné tlačítko na škále z Obrázku 7 by bylo v tomto případě o dvě úrovně níže, blíže ke kritériu K₂.



Obrázek 8: Expert Choice – numerická stupnice pro ohodnocení vah kritérií u Pairwise Numerical Comparisons

Zdroj: Expert Choice 2000

Pro zadávání preferencí kritérií nabízí Expert Choice kromě již popsaného defaultního (Pairwise Verbal Comparisons, označené jako „ABC“) i dvě další, graficky lehce odlišná, uživatelská rozhraní. První z nich, označené jako „3:1“ (Pairwise Numerical Comparisons), obsahuje obousměrnou číslovanou devítibodovou stupnici (Obrázek 8). Na rozdíl od výše použitého rozhraní je stupnice popsána číslicemi, nikoli slovně.



Obrázek 9: Expert Choice – grafické ohodnocení vah kritérií u Pairwise Graphical Comparisons

Zdroj: Expert Choice 2000

Druhé rozhraní pro zadávání preferencí je označené modro-bílo-červenou vlajkou (Pairwise Graphical Comparisons) a umožňuje grafické ohodnocení preferencí rozhodovatele posouváním modrého a červeného horizontálního sloupce, jak zachycuje Obrázek 9.

6.2.3.3 Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím

Po získání vah kritérií je možné přejít k vyjadřování preferencí variant vzhledem k jednotlivým kritériím. To lze učinit po pravém kliknutí myši nejdříve na kritérium K_1 a výběru možnosti „Pairwise Assessment“, které uživatele přeměruje k párovému ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K_1 (Compare the relative importance with respect to: K_1). Postupným ohodnocením všech dvojic variant se vyplní hodnoty Saatyho matice nad hlavní diagonálou, které se shodují s hodnotami z Přílohy 2.

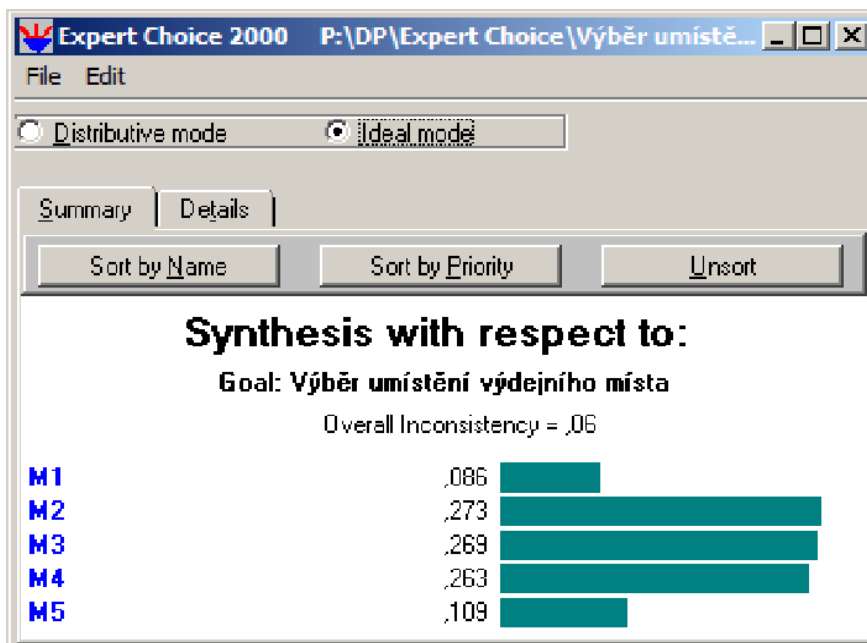
Postup je obdobný i pro vyjadřování preferencí alternativ vzhledem ke kritériím K_2 až K_5 . Saatyho matice dílčího ohodnocení variant jsou k nahlédnutí v Příloze 3. Pro párová ohodnocení zde lze opět zvolit ze tří podob uživatelského rozhraní (Pairwise Numerical Comparisons, Pairwise Verbal Comparisons, Pairwise Graphical Comparisons), popsanych v předchozí podkapitole.

Po ukončení ohodnocení variant vzhledem ke kritériím jsou konkrétní hodnoty dílčího ohodnocení alternativ k rychlému nahlédnutí po kliknutí na vybrané kritérium, v pravé části okna u alternativ. Tyto hodnoty se výrazně neliší od hodnot z případové studie, odchylky jsou zde pokládány za výsledek odlišného zaokrouhlování během výpočtů při aplikaci metody AHP. Dílčí ohodnocení alternativ vzhledem ke kritériím vypočtené v programu Expert Choice jsou k nahlédnutí v Příloze 4.

6.2.3.4 Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí

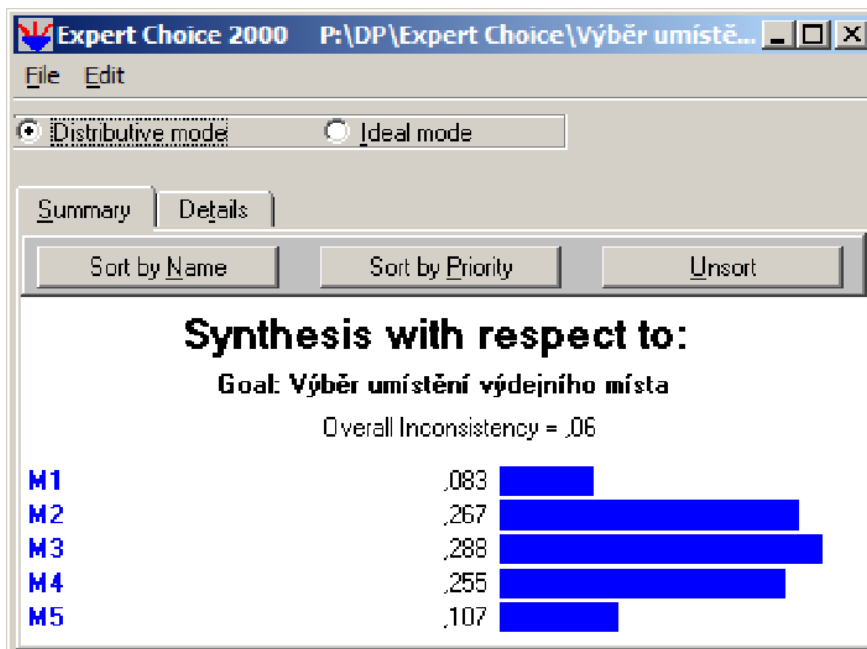
Celkové ohodnocení alternativ lze nyní vyvolat v horním menu, výběrem možnosti „Synthesize“ a následně „With Respect to Goal“. Grafickou podobu výstupu zachycuje Obrázek 10. Alternativy je možné seřadit dle jména, nebo také podle jejich výsledné priority.

Při nastavení „Ideal mode“ software nenormalizuje váhy jednotlivých kritérií, ale přidělí celou váhu nejvýhodnější alternativě. Naproti tomu „Distributive mode“ na určité úrovni rozděluje váhy jednotlivých kritérií.



Obrázek 10: Expert Choice – celkové ohodnocení variant pro „Ideal mode“

Zdroj: Expert Choice 2000



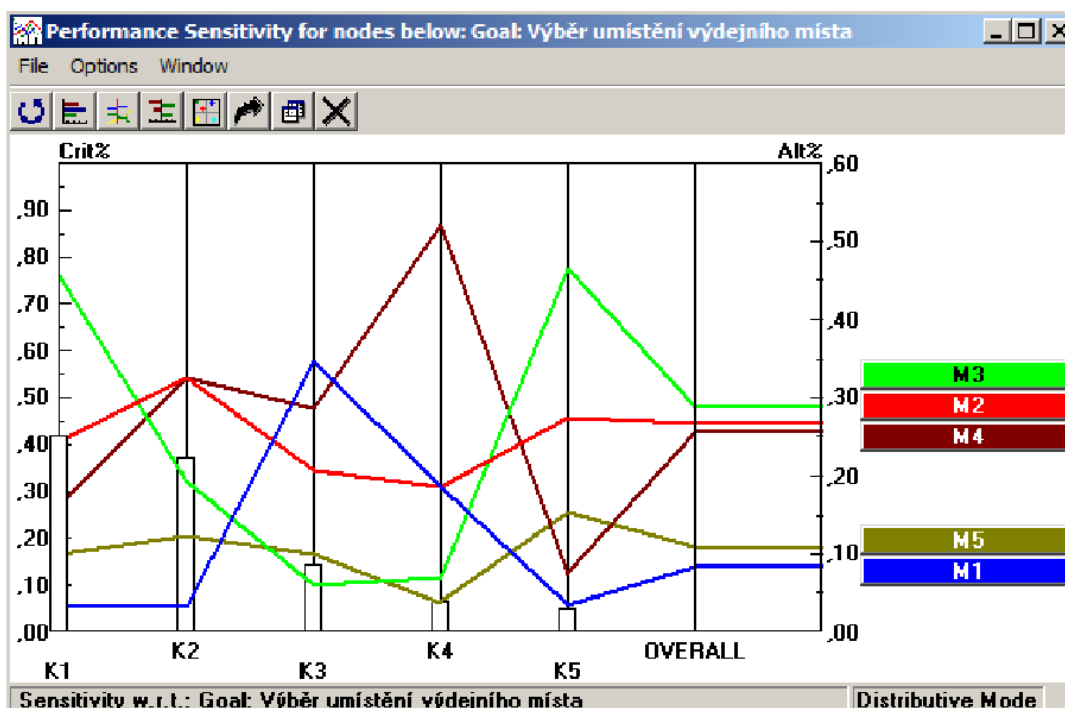
Obrázek 11: Expert Choice – celkové ohodnocení variant pro „Distributive mode“

Zdroj: Expert Choice 2000

Pokud je normování vah žádoucí, může dojít při volbě „Distributive mode“ k jinému pořadí variant, k čemu došlo i na Obrázku 11. Zatímco „Ideal mode“ doporučuje jako nejvýhodnější variantu M₂, „Distributive mode“ nabízí variantu M₃. Pořadí alternativ při využití „Distributive mode“ je shodné s pořadím z případové studie z Tabulky 10. Expert Choice nabízí i zobrazení detailů dílčích ohodnocení seřazené podle kritérií nebo dle alternativ.

6.2.3.5 Citlivostní analýza

Expert Choice nabízí hned pět možností pro provádění citlivostních analýz, v horním menu výběrem „Sensitivity-Graphs“ a výběrem mezi „Performance“, „Dynamic“, „Gradient“, „Head-to-head“ a „2D“. Podobu citlivostního grafu „Performance“ zachycuje Obrázek 12, zbylé grafy jsou k nahlédnutí v Příloze 5. Menu také nabízí možnost „Open Four Graphs“, která otevře první čtyři vyjmenované metody najednou. Mezi jednotlivými metodami lze poté jednoduše přepínat.



Obrázek 12: Expert Choice – citlivostní analýza „Performance“

Zdroj: Expert Choice 2000

„Performance“ má podobu grafu (Obrázek 12), kde jsou na ose x kritéria K₁ až K₅. Výše sloupce zde odpovídá vahám jednotlivých kritérií, které lze v grafu

interaktivně posouvat. Průsečíky vertikálních linií nad kritérii a barevných křivek alternativ určují dílčí ohodnocení variant dle jednotlivých kritérií.

Z grafu lze vyčíst, že nejlépe ohodnocenou je varianta M_3 , která má také u nejdůležitějšího kritéria K_1 nejlepší dílčí ohodnocení, podobně jako u kritéria K_5 . Naopak varianta M_1 , i přes své nejlepší dílčí ohodnocení vzhledem ke kritériu K_3 , je celkově nejhůře ohodnocenou. Příčinou je její z grafu patrné nejhorší dílčí ohodnocení vzhledem k nejdůležitějším kritériím K_1 a K_2 .

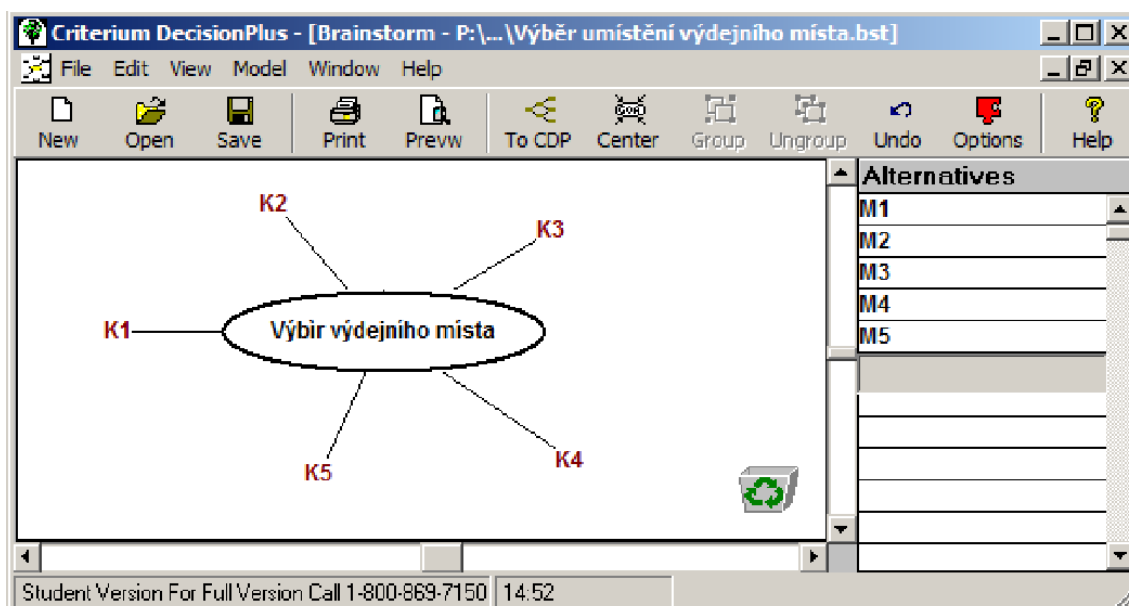
6.2.4 Řešení v Criterium DecisionPlus

Případová studie byla dále řešena pomocí softwaru Criterium DecisionPlus 3.0 dostupného ve studentské verzi přes virtuální učebnu Fakulty informatiky a managementu Univerzity Hradec Králové, také v rámci operačního systému Windows 7. Pro zamezení problémům se zobrazením, které se vyskytují v podobě černých ploch v programu, je zde vhodné přepnout motiv operačního systému na „Klasické nastavení“.

Obdobně jako Expert Choice 2000, také Criterium DecisionPlus 3.0 nabízí uživateli daleko více možností, než je obsahem diplomové práce. Mnoho z nich je dostupných v nabídce „Options“. Z důvodu omezeného rozsahu diplomové práce jsou stejně jako u Expert Choice ponechány k osobnímu prozkoumání.

6.2.4.1 Vytvoření modelu

Hned po spuštění je CDP již defaultně připravený na zadávání alternativ a kritérií, není potřeba nejdříve vytvářet nový soubor. Toto nastavení lze měnit v „Options“. Kvůli zamezení ztráty dat je vhodné již na začátku zvolit možnost „Save“ a zadat název souboru a jeho umístění. Vytvoří se nový soubor ve formátu „*.bst“. Uživatelské prostředí s již zadanými alternativami a kritérii zachycuje Obrázek 13.



Obrázek 13: Criterium DecisionPlus – uživatelské prostředí pro vytvoření modelu – Brainstorm

Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

Zajímavé je zde prostředí navržené přímo pro brainstorming. „Goal“ v oválu nahradíme našim cílem. Protože je náš cíl „Výběr umístění výdejního místa“ pro CDP příliš dlouhý, byla použita jeho zkrácená podoba „Výběr výdejního místa“. Jak je patrné i na Obrázku 13, program nepodporuje znaky jako je „ě“ a je proto vhodnější interpunkci neužívat.

Následuje zadání variant (M_1 až M_5), které lze jednoduše napsat do řádku v pravém sloupci pod „Alternatives“. Při použití jiného motivu Windows než je zmiňované „Klasické nastavení“ by se černé plochy objevily právě ve sloupci obsahujícím alternativy.

Okno pro zadání kritérií je přizpůsobeno pro brainstorming. Jednotlivá kritéria (K_1 až K_5) lze jednoduše vpisovat do bílého pole kolem cíle a libovolně je v rámci tohoto prostoru přesunovat, což umožňuje vytvářet si pro své potřeby i jakési shluky nebo jiná prostorová uspořádání. Pro lepší orientaci je zde k dispozici i tlačítko „Center“, které vycentruje cíl doprostřed brainstormingové plochy. Vpravo dole je k dispozici i koš, do kterého lze „zahazovat“ vyřazené kritéria a později je lze z koše „vytáhnout“ a znova použít.

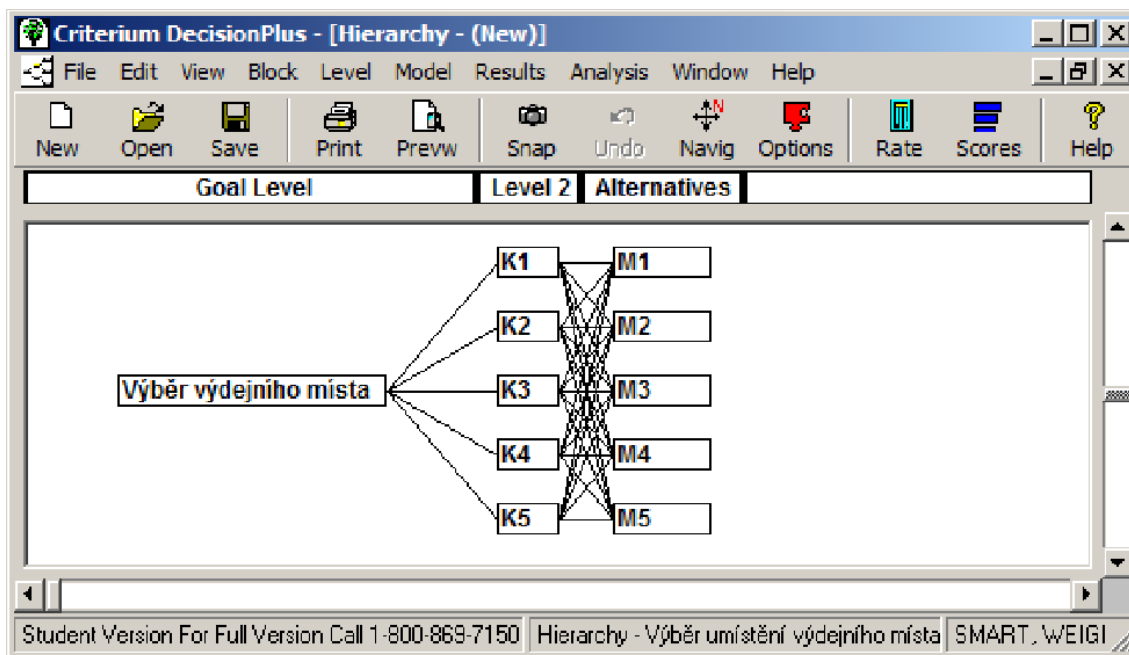
Pokud je rozhodovatel s výčtem kritérií spokojen, je nutné každé z nich „potáhnout“ kurzorem na cíl. Poloha kritérií se tím nemění, od každého se ale vytvoří spojnice směrem k cíli a vytvoří se tak požadovaná struktura modelu.

Nyní lze přejít k vyjadřování preferencí rozhodovatele. Po vybrání možnosti „To CDP“ z horního menu se objeví tabulka, která uživatele vyzve k zadání názvu modelu a případných poznámek (Enter Model Name and Notes). Poté se objeví již graficky trochu odlišný „Hierarchy diagram“, zachycený na Obrázku 14 v následující podkapitole. Množství spojnic v diagramu, podobných pavučině, odpovídá počtu potřebných párových srovnání. CDP umožňuje kontrolu a opravu struktury souboru v horním menu přes „Model“, poté „Maintenance“ a „Test File Structure“ nebo „Repair File Structure“.

Protože byl vytvořen nový soubor, obsahující již hierarchicky uspořádaný model připravený pro ohodnocení, je vhodné tento nový soubor uložit. Vznikne tak druhý samostatný soubor s příponou „*.cdp“.

6.2.4.2 Stanovení vah kritérií

Před samotným ohodnocením modelu je kvůli srovnatelnosti výstupů obou softwarů nutné v horním menu (Obrázek 14) v záložce „Model“ a dále „Technique-Alternatives“ změnit metodu ze S.M.A.R.T. na AHP, která byla použita v Expert Choice a v případové studii.



Obrázek 14: Criterium DecisionPlus – uživatelské prostředí pro zadávání preferencí – Hierarchy diagram

Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

Ke stanovení vah kritérií K_1 až K_5 lze přejít označením cíle a kliknutím na „Rate“ nebo pouhým „rozkliknutím“ cíle, který se nachází v levé části diagramu (Výběr výdejního místa). Objeví se okno s názvem „AHP Rating – Direct Method“. Pro změnu metody na párové srovnání lze v horním menu okna zvolit „Method“ a „Full Pairwise“. CDP zde při přepnutí metody upozorňuje na možnost ztráty přesnosti výpočtu z důvodu zaokrouhlování. Název okna se poté změní na „AHP Rating – Full Pairwise Method“. Lze tady také přidat pravidla (Rules) nebo změnit další nastavení (Options).

Okno pro ohodnocení preferencí variant je k nahlédnutí v Příloze 6. Rozhodovatel párově srovnává kritéria, přičemž kritérium vlevo je považováno za důležitější. Prohodit pravé a levé kritérium lze kliknutím na tlačítko s dvěma šipkami vpravo od srovnávaného páru. Uživatel má pro vyjádření svých preferencí tři možnosti.

V rámci první z nich může přímo zadávat hodnoty z intervalu $\langle 1; 9 \rangle$, které odpovídají již dříve opakovaně zmiňované Saatyem doporučované bodové stupnici s použitým mezistupňů. Další možností pro vyjádření preference je nastavení poměru červeného a modrého barevného pruhu. Třetí nabízenou eventualitou je výběr z rolovacího seznamu obsahujícího devět slovně popsanych stupňů odpovídajících hodnotám 1 až 9 (Equal = 1, Barely Better = 2, Weakly Better = 3, Moderately Better = 4, Definitely Better = 5, Strongly Better = 6, Very Strongly Better = 7, Critically Better = 8, Absolutely Better = 9). V levé dolní části okna se propočítává index inkonzistence (Consist. Ratio). Saatyho matice zde uživateli poskytnuta není.

6.2.4.3 Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím

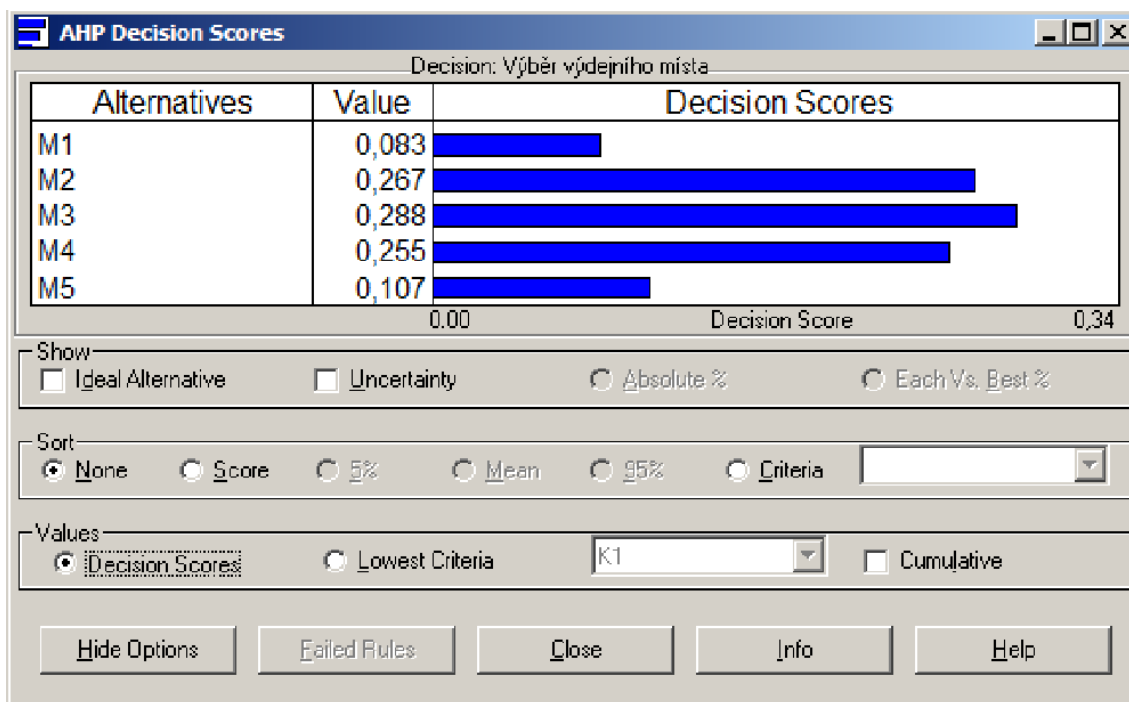
Ohodnotit varianty vzhledem ke kritériu K_1 lze „rozkliknutím“ K_1 v diagramu nebo také jeho označením a kliknutím na ikonu „Rate“ v horním menu. Nejdříve je nutné opět změnit metodu (Method) na „Full Pairwise“. CDP zde při přepnutí metody opět upozorňuje na možnost ztráty přesnosti výpočtu z důvodu zaokrouhlování a přejmenuje okno na „AHP Rating – Full Pairwise Method“. Další postup je obdobný průběhu stanovení vah kritérií.

Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím K_2 až K_5 je obdobné ohodnocení vzhledem ke kritériu K_1 . Okna „AHP Rating – Full Pairwise Method“ vzhledem ke všem kritériím (K_1 až K_5) jsou k dispozici v Příloze 7.

6.2.4.4 Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí

Celkové ohodnocení variant lze vyvolat v horním menu přes „Scores“, což vyvolá okno „AHP Decision Scores“ z Obrázku 15. Zde je kromě jiného možné v rámci nabídky „Sort“ seřadit alternativy dle jejich výsledného celkového ohodnocení (Score) nebo dle jednotlivých kritérií (Criteria), které lze volit z rolovací nabídky.

Criterion DecisonPlus nabízí dle vyjádřených preferencí rozhodovatele jako nejvýhodnější variantu M_3 , poté M_2 a M_4 . Nejhuře ohodnocenými jsou zde varianty M_1 a M_5 . Pořadí z výstupu CDP je shodné s pořadím dle Expert Choice i podle případové studie. Hodnoty celkového ohodnocení variant jsou dokonce zcela totožné s výstupem z Expert Choice, během výpočtu zde tedy nedošlo k žádným odchylkám.



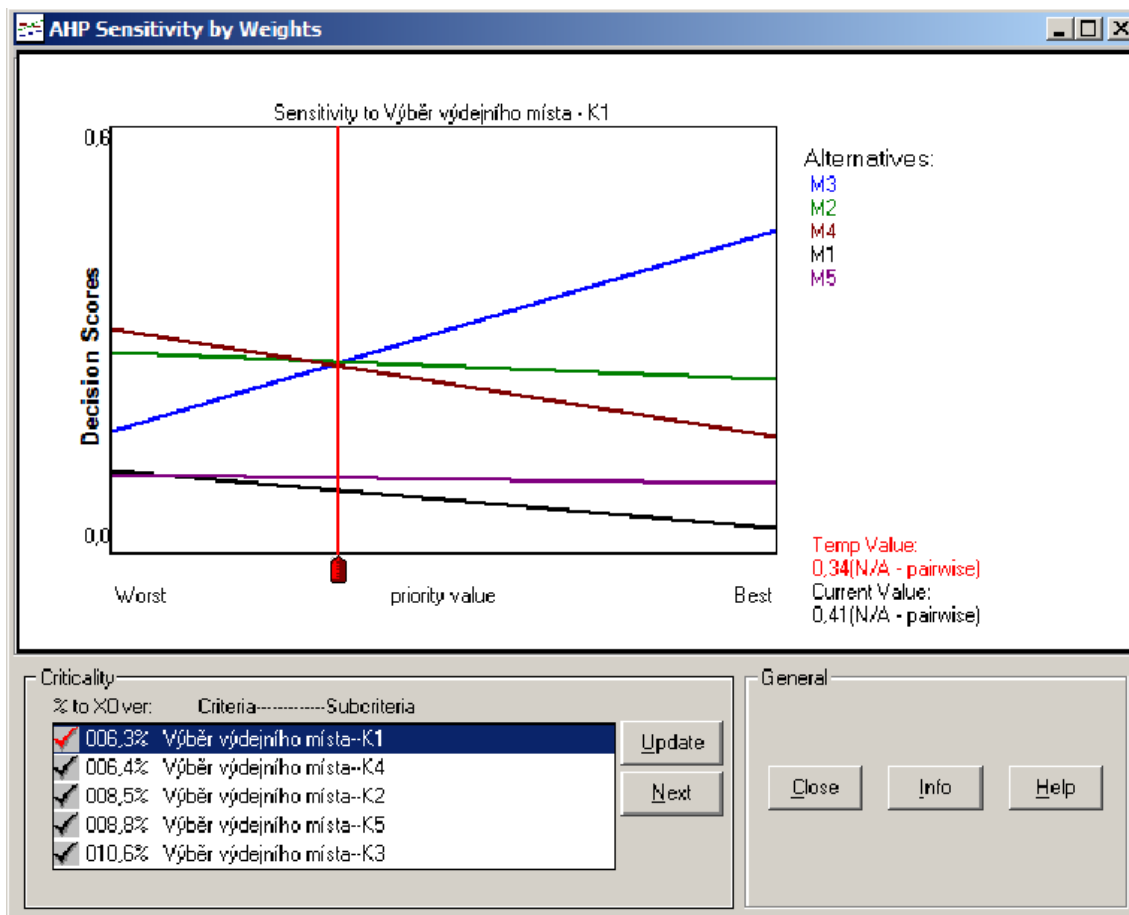
Obrázek 15: Criterium DecisionPlus – celkové ohodnocení variant

Zdroj: Criterium DecisonPlus 3.0

6.2.4.5 Citlivostní analýza

Criterium DecisonPlus nabízí hned pět možností pro citlivostní analýzu v horním menu pod „Analysis“. První dvě, „Sensitivity by Weight“ a „Contribution by Criteria“ zde budou krátce popsány. „Alternatives Scatter“ a „Contribution to Uncertainty“ jsou k nahlédnutí v Příloze 8, přičemž „Contribution to Uncertainty“ lze vyvolat v okně „AHP Decision Scores“ z Obrázku 15. „Trade-Offs of Lowest Criteria“ pro vybranou metodu párového srovnání není k dispozici.

Citlivostní analýzu „Sensitivity by Weights“ zachycuje Obrázek 16. Zde je zobrazeno konkrétně dílčí ohodnocení alternativ vzhledem ke kritériu K_2 , kritéria lze lehce měnit v rolovací nabídce v dolní části. Červená vertikální osa v grafu reprezentuje aktuální váhu kritéria K_1 . Jejím posunem vpravo nebo vlevo, tedy změnou váhy kritéria K_1 , lze pozorovat, jak se změní pořadí alternativ při změně váhy daného kritéria. Obrázek 16 znázorňuje již sníženou váhu kritéria K_1 z hodnoty 0,41 na 0,34, což je hraniční hodnota pro to, aby byla doporučovanou alternativou M_2 . Opětovným snížením váhy kritéria K_1 by dle grafu byla nejvýhodnější varianta M_4 .

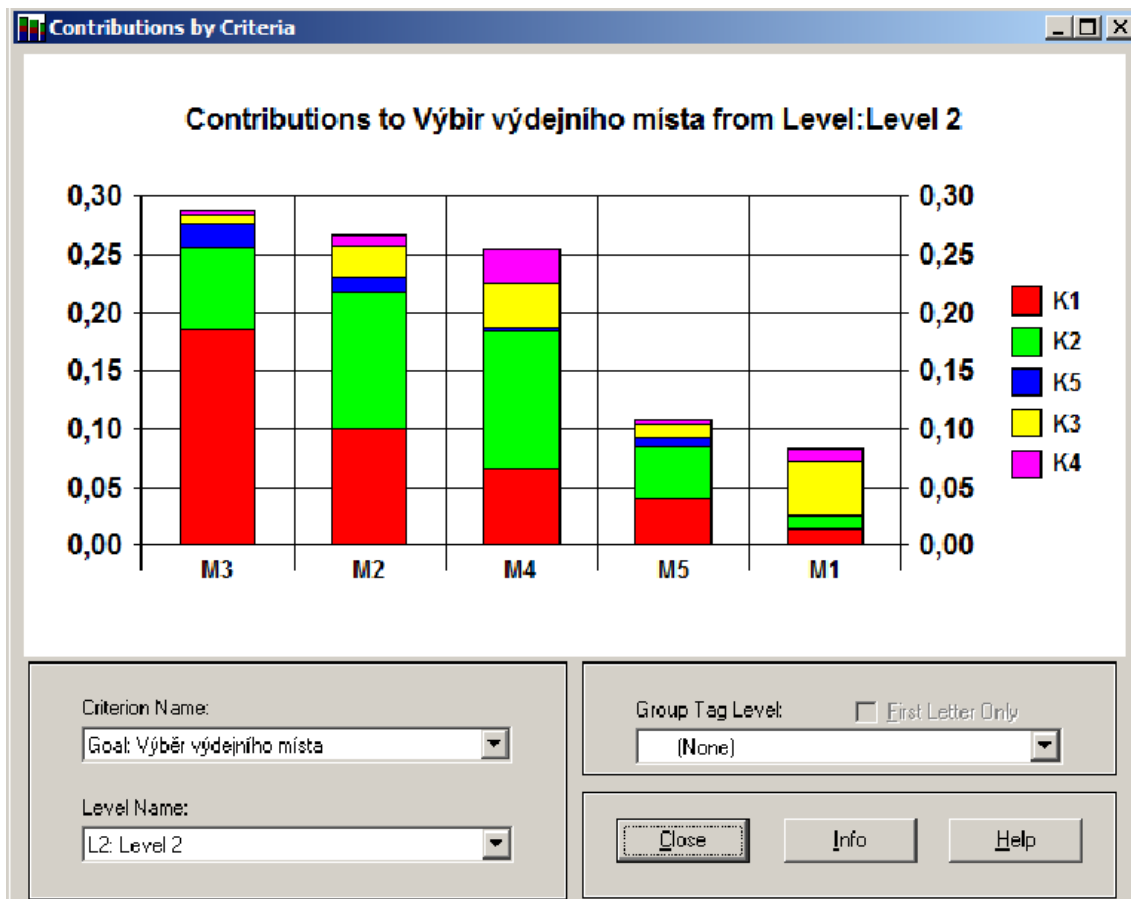


Obrázek 16: Criterium DecisionPlus – citlivostní analýza „Sensitivity by Weights“

Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

Velmi zajímavým je graf citlivostní analýzy „Contributions by Criteria“ na Obrázku 17. Sloupce představují celková ohodnocení alternativ a jejich zbarvení kvantifikují příspěvky jednotlivých kritérií k danému výsledku. Příspěvky těchto kritérií (K₁ až K₅) lze zobrazit i v samostatných grafech jejich výběrem z rolovací nabídky „Criterion Name“.

Například u varianty M₄ je patrné, že k výši jejího ohodnocení nejvíce přispělo kritérium K₂. Pokud by tedy důležitost kritéria K₂ vzrostla, navýšilo by se i celkové ohodnocení varianty M₄ a mohlo by dojít ke zlepšení její pozice v pořadí všech alternativ. Dalším údajem získaným z grafu může být i velký podíl kritéria K₁ na ohodnocení varianty M₃. Vzhledem k naproti tomu nízkým příspěvkům ostatních kritérií lze předpokládat, že při poklesu důležitosti kritéria K₁ by bylo pořadí alternativy M₃ v celkovém ohodnocení o něco méně výhodné.



Obrázek 17: Criterium DecisionPlus – citlivostní analýza „Contributions by Criteria“

Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

6.2.5 Vyhodnocení

Nyní následuje vyhodnocení a vzájemné srovnání obou vybraných softwarových nástrojů pro podporu vícekritériálního rozhodování, Expert Choice a Criterium DecisionPlus. Uvedená kritéria hodnocení zde nemají přidělené žádné váhy z důvodu, že jejich důležitost může být velice subjektivní záležitostí.

6.2.5.1 Proces vytváření modelu

Ukládání a zadání názvu souboru a specifikace cíle se v obou softwarech významně neliší. Zajímavým rozdílem ale je, že zatímco Expert Choice pracuje celou dobu s jediným souborem (*.ahp), Criterium DecisionPlus využívá dva samostatné soubory. První (*.bst) pro proces brainstormingu a druhý (*.cdp) pro práci s hierarchickým modelem. Výhodou užití dvou souborů je jejich vzájemná neprovázanost a možnosti provádění změn, které neovlivňují druhý soubor. Je tedy například možné provést bezpočet různých ohodnocení téhož modelu vycházejícího z jediného souboru „*.bst“. Na druhou stranu je ale možné si v případě potřeby uložit více souborů „*.ahp“ a případné provedené změny u kritérií, alternativ nebo cíle se do celého modelu promítnou i zpětně s okamžitou platností.

Criterium DecisionPlus umožňuje v rámci zadávání názvu cíle omezený počet znaků (25) a nepodporuje některá česká písmena obsahující interpunkci, je proto vhodnější háčky nepoužívat. Expert Choice nemá se zobrazováním české interpunkce žádný zjevný problém a počet znaků v názvu cíle není omezen.

Pro aktivování úkonu zadávání variant je v EC nutné kliknutí na ikonu „Add Alternative“, podobně pro zadávání kritérií je nejdříve nutné tento úkon taktéž aktivovat volbou po pravém kliknutí na cíl. Nezkoušený uživatel tak může mít problém najít způsob, jak vlastně do softwaru svá kritéria zadat. V CDP tyto úkony není potřeba nijak speciálně vyvolávat, kritéria i alternativy lze jednoduše vpisovat do příslušných oblastí. V CDP je ale nutné v závěru procesu zadávání daná kritéria po jednom „přetáhnout“ na cíl a vytvořit tak spojnice. EC tento úkon nevyžaduje, hierarchie je již jasná ze samotného zadávání. CDP ve fázi brainstormingu nabízí uživateli atraktivní prostorové uspořádání s košem, který do modelu umožňuje jednoduše vracet vyřazená kritéria.

Co se týče množství zadávaných alternativ a kritérií, Expert Choice umožňuje i ve studentské verzi jejich prakticky neomezený počet. Criterium DecisionPlus je naproti tomu ve studentské verzi omezen na 20 prvků, kde tento počet zahrnuje cíl, kritéria a alternativy. CDP na toto omezení upozorňuje ve fázi opouštění brainstormingu a převodu na hierarchický model. Plná verze CDP umožňuje práci s více než 160 prvky.

Oba softwary umožňují zadávání i daleko více strukturovanějšího souboru kritérií obsahujícího více úrovní. U EC se další úrovně vkládají výběrem příslušné možnosti po pravém kliknutí na kritérium, které má být dále členěno na podrobnější kritéria. U CDP se víceúrovňová struktura vytváří pomocí spojnic v brainstormingu, přetahováním kritérií nižší úrovně k „mateřskému“ kritériu.

6.2.5.2 Spektrum nabízených metod a proces zadávání preferencí

Expert Choice nabízí pro zadávání preferencí tři různá rozhraní, umožňující práci se stupnicemi, horizontálními barevnými sloupci nebo přímo zadávat numerické hodnoty. Mezi rozhraními lze kdykoliv jednoduše přecházet. Uživatel má po celou dobu vyjadřování preferencí v náhledu Saatyho matice, což významně přispívá k přehlednosti preferencí a ulehčuje proces případné úpravy preferencí při nevyhovujícím indexu inkonzistence. Po ukončení hodnocení a navrácení se do hlavního okna jsou k dispozici vypočtené hodnoty celkového i dílčího ohodnocení alternativ vzhledem ke kritériím. Výsledek rozhodovacího procesu je tedy okamžitě patrný bez nutnosti vyvolávání výstupu.

Criterium DecisionPlus umožňuje oproti EC, který užívá pro stanovení vah výlučně metodu AHP, zvolit v hlavním menu i metodu S.M.A.R.T. Pro vyjadřování preferencí párovým srovnáváním v Criterium DecisionPlus je potřeba nejdříve změnit metodu na „Full Pairwise“. Vyjadřování preferencí se dále děje v rámci jednoho okna, kde lze preference zadávat třemi způsoby, zadáváním numerické hodnoty posunem poměru mezi barevnými pruhy nebo výběrem slovní charakteristiky z rolovacího seznamu. Pro jinou formu zadávání preferencí zde není nutné přepínat mezi okny. Nevýhodou zde ale je, že CDP uživateli nenabízí náhled Saatyho matice, úprava hodnot při vysokém indexu inkonzistence je tedy o poznání složitější. Další nevýhoda je patrná po ukončení ohodnocení a navrácení

se do hlavního okna, kde uživatelé nejsou k dispozici celková ani dílčí ohodnocení alternativ.

6.2.5.3 Kvalita výstupů

Výstupy obou nástrojů pro podporu rozhodování obsahují ve své základní podobě celkové ohodnocení jednotlivých variant a horizontální sloupcový graf. Ze shody výsledného pořadí variant i jejich ohodnocení, které zachycuje Tabulka 12, lze předpokládat, že oba softwary používají stejnou metodiku výpočtů s obdobným zaokrouhlováním hodnot.

Tabulka 12: Srovnání celkového ohodnocení variant

| Varianta | Pořadí | Celkové ohodnocení variant | | |
|----------------|--------|----------------------------|---------------|-------|
| | | Případová studie | Expert Choice | CDP |
| M ₁ | 5. | 0,082 | 0,083 | 0,083 |
| M ₂ | 2. | 0,269 | 0,267 | 0,267 |
| M ₃ | 1. | 0,286 | 0,288 | 0,288 |
| M ₄ | 3. | 0,256 | 0,255 | 0,255 |
| M ₅ | 4. | 0,107 | 0,107 | 0,107 |

Zdroj: vlastní zpracování

Expert Choice umožňuje v rámci výstupu přepínat mezi mody (které se odlišují normováním vah kritérií) a zobrazit detaily obsahující dílčí ohodnocení a příspěvky. Criterium DecisionPlus umožňuje zobrazení nejistoty a kumulativních hodnot. Oba softwary umožňují seřazení alternativ dle jejich názvu nebo celkového ohodnocení.

6.2.5.4 Možnosti citlivostní analýzy

EC nabízí pět nástrojů citlivostní analýzy, mezi kterými lze vzájemně přepínat a jsou do jisté míry interaktivní. CDP nabízí také pět možností citlivostní analýzy, pro metodu párového srovnávání jsou ale k dispozici pouze čtyři z nich. Pro oba softwary jsou společné interaktivní možnosti citlivostních analýz, nejde o pouhé statické grafy.

Srovnatelnou výpovědní hodnotu mají grafy „Performance“ od EC a „Contribution by Criteria“ od CDP, které zachycují příspěvky jednotlivých kritérií k celkovému ohodnocení alternativ. EC ve svém grafu zobrazuje celkové pořadí alternativ, váhy kritérií i jejich dílčí ohodnocení vzhledem k danému kritériu. CDP v daném grafu

nabízí celkové pořadí variant a celkové příspěvky jednotlivých kritérií danému pořadí. Pro dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím užívá CDP samostatných grafů, které lze lehce navolit v rolovací nabídce.

Další dvojici tvoří grafy umožňující posouvat váhy kritérií a zjišťovat tak jejich hraniční hodnoty. Jsou to grafy „Gradient“ od EC a „Sensitivity by Weights“ od CDP. Oba softwary nabízejí pro tento účel podobně strukturované grafy, jeden pro každé kritérium hodnocení.

„2D“ bodový graf od EC, s páry kritérií na osách x a y, by bylo možné srovnávat s grafem „Alternatives Scatter“ od CDP, který ale umožňuje obšírnější možnosti volby hodnot na osách.

Zbývající graf od CDP „Contribution to Uncertainty“ pracuje s nejistotou v procesu rozhodování, kterou EC opomíjí. Graf od EC „Dynamic“ vedle sebe zachycuje váhy kritérií a celkové ohodnocení variant v procentech a „Head-to-head“ znázorňuje párové preference mezi kritérii, což jsou informace zjistitelné již v průběhu hodnocení preferencí v modelu, zde ale v o něco přehlednější podobě vhodné pro případnou prezentaci.

6.2.5.5 Intuitivnost a uživatelská přívětivost

Ve fázi vytváření modelu, tedy zadávání cíle, alternativ a kritérií, se jeví jako více uživatelsky přívětivý Criterium DecisionPlus. Nabízí uživateli jednoduché prostředí pro brainstorming, ve kterém se rozhodovatel lehce intuitivně zorientuje i bez předchozích zkušeností s tímto softwarem. Pro uživatele, který ještě nemá pohromadě všechny alternativy a kritéria, je CDP v procesu jejich výběru dobrým, přehledným a názorným pomocníkem. Pro rozhodovatele s již připravenými variantami a kritérii, nebo který nevyžaduje brainstormingové prostředí s možností libovolného prostorového uspořádání, je uspokojující volbou i Expert Choice.

EC se zase jeví uživatelsky více přívětivý při vyjadřování preferencí rozhodovatele a ohodnocování modelu. Nabízená, graficky vhodně rozvržená, názorná a přehledná podokna pro vyjadřování preferencí jsou dokonce obohaceny o Saatyho matici. EC také uživateli intuitivně zobrazuje hodnoty dílčího ohodnocení již v průběhu procesu ohodnocení.

Z hlediska výstupů se oba srovnávané nástroje pro podporu rozhodování jeví přibližně na stejné úrovni. Jednotlivé grafy citlivostních analýz jsou si v mnoha ohledech podobné. Citlivostní grafy CDP jsou obklopeny různými možnostmi pro jejich přizpůsobení a nastavení, ovládání grafů EC jsou naproti tomu „skryté“ v horním menu. Malá známka uživatelské nepřívětivosti v CDP se objevuje při snaze vyvolat graf „Contribution to Uncertainty“ z hlavního menu. Program odkáže uživatele na návrat k hlavnímu výstupu, kde si poté může tento graf navolit. I když je evidentní, že uživatel má o graf pracující s nejistotou zjevný zájem, není na něj automaticky přesměrován. Uživatel je pouze vyzván k provedení jiného postupu vyžadujícího další „překlikávání se“ a samotný odkaz v hlavním menu je tedy prakticky nefunkční.

Na pohodlí uživatele mají vliv i problémy se zobrazením, které je nutné vyřešit změnou motivu Windows. V nepatrné míře se vyskytují i u Expert Choice a to v podobě černého ohraničení, které ale nepůsobí významně rušivým dojmem a nemá vliv na čitelnost hodnot, názvů nebo dalších grafických prvků. V Criterium DecisionPlus je tento problém ale již nepřehlédnutelný a znemožňuje například správné zobrazení alternativ v průběhu brainstormingu, které jsou pohlceny v černém obdélníku.

V celkovém subjektivním zhodnocení intuitivnosti a uživatelské přívětivosti se na základě osobního dojmu jako uživatel přikláním k nástroji Expert Choice. I přes větší přívětivost CDP v podobě brainstormingu, považuji za důležitější pomoc při vyjadřování svých preferencí, které se v rámci kognitivních schopností člověka „v hlavě“ daleko obtížněji uspořádávají. Zatímco pro pomoc s výběrem kritérií a alternativ může postačovat i obyčejný papír s tužkou, samotné ohodnocování důležitostí je již bez softwarové podpory příliš složitým procesem a rozhodovatel může často ztrácet přehled. V tomto ohledu podle mého názoru poskytuje uživateli větší oporu Expert Choice.

6.2.5.6 Jazyk

Jazykem uživatelského prostředí obou srovnávaných DSS byla angličtina. Pro jazykově méně vybaveného rozhodovatele prozatím ani jeden ze softwarů nenabízí změnu jazyka na češtinu, případně další jazyky.

Pro práci se softwarem ale postačuje pouze elementární znalost anglického jazyka a základní slovní zásoba z oblasti vícekriteriálního rozhodování. Ta by se u obou nástrojů dala shrnout do kratšího výčtu použitých výrazů. V době, kdy je angličtina do jisté míry vyžadována prakticky na každém kroku, by tedy užitá anglická slovní zásoba neměla být překážkou.

6.2.5.7 Cena

Informace o ceně licence Expert Choice není na webu volně dostupná, pro její zjištění je nutné oslovit jejího prodejce CALS servis s.r.o. Dle odpovědi na dotaz prostřednictvím emailu je cena jedné licence pro komerční využití závislá na kurzu dolaru a k 23.2.2016 je to podle informace od prodejce 50 500 Kč bez DPH 21 %.

Cena licence CDP je oproti Expert Choice lehce dostupná. Dle objednávkového formuláře na stránkách společnosti InfoHarvest, Inc. (2015), je cena za jednotku Criterium DecisionPlus 3.0 rovna 895 USD. Na tuto verzi je možné zakoupit i samotný upgrade, který stojí 595 USD. Uvedené ceny jsou bez daně. Kurz ČNB k 23.2.2016 je stanoven na 24,57 CZK/USD, cena jedné licence k uvedenému datu tedy odpovídá 21 990 Kč a upgrade 14 619 Kč.

6.2.5.8 Propojitelnost s dalším SW

Dle informací od prodejce Expert Choice, CALS servis s.r.o., umožňuje EC následující podoby propojení. Do databáze Expert Choice se dají vkládat různé doplňkové soubory pro doplnění informací pro rozhodování (word, excel, pdf, access apod.). Exporty výstupních sestav mohou být generovány do formátu word, excel nebo pdf. Data se dají vkládat z MS Excel pomocí kopírování. Případné úpravy je možné za úplaty domluvit s výrobcem softwaru v USA. EC běží na všech verzích Windows a požaduje minimálně 128 MB RAM a 500 MHz CPU (Expert Choice, 2014).

Criterium DecisionPlus umožňuje v horním menu přes možnost „File“ a „Import Flat File“ vybrat soubor s příponou „*.txt“, ze kterého mohou být importována nestruturovaná data. Lze zde také užít kopírování dat z excelu. Co se týče výstupů, rozhodovací modely vytvořené v CDP mohou být publikovány na webu pomocí hostitelské služby InfoHarvest's Decision. CDP požaduje pro svůj chod Microsoft Windows a neběží na Windows Vista. (The Nature Conservancy, 2014).

7 Shrnutí výsledků

Teoretická část poukazuje zejména na to, že při procesu rozhodování je znalost různorodých rozhodovacích metod, pravidel a softwaru vždy jen výhodou. Tento přínos se stává klíčovým při vícekriteriálním rozhodování, které svou složitostí a náročností již často přesahuje omezené schopnosti rozhodovatele, pro kterého by bylo učinění rozhodnutí bez jakýchkoliv prověřených metod nejen náročné, ale i získaný výsledek by byl nepodložený a hůře obhájitelný. Velkou roli zde hraje i redukce subjektivních vlivů od osoby rozhodovatele a významná úspora času, kterou užití uznávaných metod a pravidel zaručuje.

Aplikační část diplomové práce se zaměřuje na softwarovou podporu vícekriteriálního rozhodování. K podpoře manažerského rozhodování slouží softwarové nástroje pro podporu rozhodování, neboli DSS (Decision Support Systems), kde lze rozlišovat speciální a obecné DSS. Skládají se z podsystémů správy dat, správy modelů, uživatelského rozhraní a báze znalostí. Diplomová práce blíže zkoumala dva softwary tohoto typu, Expert Choice a Criterium DecisionPlus, za užití jejich studentské verze.

Pro prozkoumání možností a srovnání obou softwarů byla nejdříve vytvořena a vyřešena případová studie zabývající se výběrem umístění pro výdejní místo internetového obchodu. Pro vícekriteriální rozhodování o pěti kritériích a pěti alternativách byla použita Saatyho metoda kvantitativního párového srovnání a metoda AHP. Řešení případové studie bylo získáno praktickou aplikací daných metod, podrobně popsanych v teoretické části, a využitím tabulkového procesoru MS Excel jako prostředí pro provedení výpočtů. Pro unifikaci dalšího zadávání hodnot do specializovaných softwarů (Expert Choice a Criterium DecisionPlus) byly varianty v Saatyho matici ohodnoceny dle devítibodové stupnice. Pro kontrolu správnosti byly provedeny také výpočty na základě ohodnocení Saatyho matic přes podíly konkrétních dat se zadání studie. Výsledná ohodnocení alternativ byla v obou případech shodného pořadí. Dle užitých metod je nejvýhodnější variantou ta třetí, označovaná jako M_3 .

Následovalo řešení případové studie v Expert Choice a poté i v Criterium DecisionPlus, zahrnující popis prozkoumávaných možností a postupu práce, vše

doprovázeno snímky oken pořízených při práci s daným DSS. Výsledné vyhodnocení obou softwarových nástrojů se zabývalo osmi oblastmi hodnocení: proces vytváření modelu, spektrum nabízených metod a proces zadávání preferencí, kvalita výstupů, možnosti citlivostní analýzy, intuitivnost a uživatelská přívětivost, jazyk, cena a propojitelnost s dalším softwarem.

V procesu vytváření modelu je patrným rozdílem počet ukládaných souborů, u Expert Choice jeden a u Criterium DecisionPlus dva. Dále, zatímco Expert Choice plně podporuje českou interpunkci a počet zadávaných znaků je prakticky neomezený, Criterium DecisionPlus má svá omezení v oblasti interpunkce i co se týče počtu znaků, délky názvů entit jsou v něm tedy poněkud omezené. Další výhodu nabízí EC i ve formě neomezeného počtu kritérií a variant i v rámci studentské verze. CDP ale vyniká v pohodlnějším zadávání alternativ a kritérií a také v atraktivním prostorovém brainstormingovém prostředí s košem. Ten ale na druhou stranu ve své konečné fázi vyžaduje manuální vytváření spojnic hierarchie.

Co se týče spektra nabízených metod a procesu zadávání preferencí, Expert Choice umožňuje mezi různými rozhraními pro zadávání preferencí jednoduše přecházet a po celou dobu zobrazuje získanou Saatyho matici. Po ukončení vyjadřování preferencí a návratu do hlavního okna jsou k dispozici vypočtené hodnoty celkového i dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériím, výsledek je tedy patrný hned bez nutnosti vyvolávání výstupu. CDP takový náhled vypočteného ohodnocení nezobrazuje. Criterium DecisionPlus nabízí oproti EC navíc možnost nahradit metodu AHP metodou S.M.A.R.T. Preference v CDP lze vyjádřit třemi způsoby v rámci jednoho okna, které je ale na úkor toho o něco méně přehlednější, je nutné „rolování“ a nezobrazuje se Saatyho matice.

Kvalita výstupů obou softwarů je na srovnatelné úrovni. Celková ohodnocení alternativ jsou až na nepatrné rozdíly v tisícinách stejná. Expert Choice umožňuje přepínání mezi módy a zobrazení detailů s dílčími ohodnoceními a příspěvky. Criterium DecisionPlus nabízí ve výstupu zobrazení nejistoty a kumulativních hodnot.

Pro metodu párového srovnání nabízí Expert Choice pět grafů citlivostní analýzy, v Criterium DecisionPlus jsou pro tuto metodu k dispozici pouze čtyři z celkového

počtu pěti grafů citlivostní analýzy. Oba softwary nabízejí do jisté míry interaktivní grafy, které lze dle jejich výpovědní hodnoty ve většině spárovat. CDP nabízí navíc graf pracující s nejistotou, EC zas dva grafy, kterých obsah je ale zjistitelný již v předcházejících fázích, zde jen v o něco přehlednější podobě.

Ve fázi vytváření modelu se uživatelsky přívětivěji jeví Criterium DecisionPlus, který nabízí jednoduché a intuitivní brainstormingové prostředí, vhodné i pro nezkušeného uživatele tohoto softwaru. CDP je dobrým a názorným pomocníkem pro rozhodovatele, který se soubor alternativ a kritérií teprve chystá vytvořit. Expert Choice se zdá uživatelsky přívětivější při vyjadřování preferencí a ohodnocování modelu, kde nabízí graficky atraktivní a přehledná podokna včetně Saatyho matic, intuitivně také zobrazuje hodnoty dílčího ohodnocení již v průběhu ohodnocení. Projev uživatelské nepřívětivosti lze spatřit v CDP v podobě nefunkčního odkazu pro vyvolání grafu pracujícího s nejistotou v hlavním menu. Další komplikací jsou problémy se zobrazením, které jsou patrné hlavně u CDP a vyžadují změnu nastavení motivu Windows.

Jazykem obou softwarů je angličtina, přesto k jejich užívání postačuje její elementární znalost a základní slovní zásoba z oblasti rozhodování.

Patrný rozdíl je v ceně. Zatímco se cena jedné licence Expert Choice pohybuje kolem 50 500 Kč bez DPH, Criterium DecisionPlus lze pořídit již za 895 USD, což odpovídá přibližně 21 990 Kč bez DPH.

Oba softwary umožňují importování souborů vybraného typu, případně vkládání dat jejich kopírováním z MS Excel. Expert Choice umožňuje export výstupních sestav do formátu Word, Excel nebo „*.pdf“. Rozhodovací modely vytvořené v Criterium DecisionPlus mohou být publikovány na webu.

V celkovém subjektivním zhodnocení se i přes vyšší cenu přikláním k Expert Choice, který uživateli nabízí oporu právě v klíčových fázích rozhodování. I když CDP poskytuje prostředí vhodné pro brainstorming a větší oporu při výběru kritérií, tuto jeho výhodu může zastoupit i papír nebo tabule. Právě Expert Choice pomáhá rozhodovateli při vyjadřování jeho preferencí, což vnímám jako důležitou a komplikovanou část rozhodovacího procesu.

8 Závěry a doporučení

Diplomová práce splnila své vedlejší cíle v podobě poskytnutí náhledu do teorie rozhodování, se zaměřením na teorii vícekriteriální rozhodování a jeho softwarovou podporu. Uvedené metodiky a postupy uplatnitelné v procesu rozhodování jsou ovšem jen jakýmsi základním přehledem a pro hlubší proniknutí do dané problematiky doporučuji studium dalších zdrojů.

Jedním z přínosů diplomové práce je vytvoření případové studie zabývající se výběrem umístění pro výdejní místo internetového obchodu a její následné vyřešení za využití Saatyho metody kvantitativního párového srovnání a metody AHP, čímž byly tyto metody i názorně demonstrovány a byla prokázána jejich aplikační znalost. I když šlo o vícekriteriální rozhodovací problém pouze s jedním rozhodovatelem a jednou úrovní kritérií hodnocení, pro účely diplomové práce považuji tento rozsah za dostačující.

Hlavním přínosem je zde prozkoumání základních možností vybraných DSS a jejich vzájemné srovnání. K tomu účelu byla stanovena kritéria hodnocení, která by měla odrážet základní požadavky uživatele tohoto typu softwaru. Z důvodu dostupnosti studentských verzí byly pro bližší prozkoumání vybrány softwary Expert Choice a Criterium DecisionPlus. Pro unifikaci vkládaných dat, srovnatelnost a ověření správnosti výstupů byla použita data z případové studie.

Řešení případové studie nejdříve bez specializovaného softwaru a poté s jeho pomocí jen potvrdilo přínosy užití DSS v podobě úspory času a nižších nároků na znalosti rozhodovatele v oblasti metod vícekriteriálního rozhodování. Užití softwaru také eliminuje možné chyby, které by mohl udělat člověk. Rozdíl je patrný i ve formě, rozsahu a interaktivním charakteru výstupů.

Výsledkem srovnání obou softwarů je subjektivní preference nástroje Expert Choice, kterého hlavní přínos vidím v podpoře procesu vyjadřování preferencí rozhodovatele. V dané fázi rozhodovacího procesu vnímám jeho prostředí jako přehlednější a velkou výhodou je i průběžné zobrazování Saatyho matic a výsledků ohodnocení.

Své místo má ale díky své nižší ceně, srovnatelné kvalitě výstupů a velmi praktickému a názornému brainstormingovému prostředí pro zadávání kritérií

a alternativ i Criterium DecisionPlus. Mé hodnocení je podloženo probádáním pouze základních možností obou softwarů a nevylučuji možnost, že bych při užívání pokročilejších funkcí nebo provádění brainstormingu preferovala právě Criterium DecisionPlus.

Právě hlubší probádání pokročilejších možností obou softwarových nástrojů pro podporu vícekritériálního rozhodování by mohlo být předmětem dalšího zkoumání a vyhodnocování. Zajímavé by mohlo být i řešení výrazně komplikovanějších rozhodovacích problémů s více úrovněmi kritérií hodnocení, které by možná odhalilo další výhody a nevýhody práce s daným softwarem.

V závěru diplomové práce nelze opomenout podstatný přínos nejen samotných DSS, ale také bezpočtu autorů různorodých metod a pravidel vícekritériálního rozhodování, kteří v průběhů historie významným dílem přispěli ke zdokonalování rozhodovacího procesu, jeho kvalitě a efektivnosti.

9 Seznam použité literatury

9.1 Monografie

- [1] BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003, 172 s. ISBN 80-213-1019-7.
- [2] ČERNÝ, Martin a Dagmar GLÜCKAUFOVÁ. *Vícekriteriální rozhodování za neurčitosti*. Praha: Academia, 1987.
- [3] DOSTÁL, Petr, Karel RAIS a Zdeněk SOJKA. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 168 s. ISBN 80-247-1338-1.
- [4] DOSTÁL, Petr. *Vybrané metody rozhodování v podnikové sféře: Chosen methods of decision-making in business sphere : zkrácená verze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2005, 22 s. ISBN 80-214-3083-4.
- [5] FIALA, Petr. *Modely a metody rozhodování*. 3., přeprac. vyd. V Praze: Oeconomica, 2013, 292 s. ISBN 978-80-245-1981-4.
- [6] FIALA, Petr, Josef JABLONSKÝ a Miroslav MAŇAS. *Vícekriteriální rozhodování*. dotisk. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1997, 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
- [7] FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [8] HRŮZOVÁ, Helena, Jiří RICHTER a ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: cvičebnice s řešenými příklady*. 1. dotisk druhého vydání. Praha: Oeconomica, 2004, 181 s. ISBN 80-245-0486-3.
- [9] KŘUPKA, Jiří, Miloslava KAŠPAROVÁ a Renáta MÁCHOVÁ. *Rozhodovací procesy* [online]. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, 2012 [cit. 2015-08-07]. ISBN 978-80-7395-478-9. Dostupné z: http://www.rozhodovaciproceny.cz/user-files/tinymce/files/isbn978-80-7395-478-9_online_pouzetisk.pdf
- [10] OBST, Otto, Miroslav HRABOVSKÝ, Martin HORVÁTH, Robert KLOS a Jaroslava KUBÁTOVÁ. *Základy obecného managementu* [online]. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, 74 s. [cit. 2015-08-07]. ISBN 80-244-1365-5. Dostupné z: http://www.upol.cz/fileadmin/user_upload/knihovna/Skripta_FF/zaklady_managementu.pdf
- [11] PLEVNÝ, Miroslav a Miroslav ŽIŽKA. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. Vyd. 2. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010, 298 s. ISBN 978-80-7043-933-3.
- [12] ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

9.2 Články

- [13] CHAI, Junyi a Eric W.T. NGAI. Decision model for complex group argumentation. *Expert Systems with Applications* [online]. 2016, 2015-11-23, **45**: 223-233 [cit. 2015-11-23]. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.09.051. ISSN 09574174. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957417415006806>
- [14] CHOBOT, Karel. Vícekriteriální manažerské rozhodování v podmínkách rizika a nejistoty. *Q-magazín: internetový časopis o jakosti* [online]. 2011, (červenec) [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj93-cz.pdf>
- [15] PILTAN, Mehdi a Taraneh SOWLATI. A multi-criteria decision support model for evaluating the performance of partnerships. *Expert Systems with Applications* [online]. 2016, 2015-11-23, **45**: 373-384 [cit. 2015-11-23]. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.10.002. ISSN 09574174. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957417415006892>
- [16] ULIČNÁ, Štěpánka. Jak v manažerské praxi rychle a správně rozhodovat. *Statutární zástupce firmy* [online]. 2013, (duben) [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://www.gnostika.cz/static/soubory/clanek-8/jak-v-manazerske-praxi-rychle-a-spravne-rozhodovat-9.pdf>

9.3 Další zdroje

- [17] BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA. Rozhodování za nejistoty pomocí vícekriteriální analýzy variant. *Agris: agrární www portál* [online]. 2015 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/59/136946/brozova.pdf
- [18] CALS SERVIS s.r.o. Expert Choice. *CALS servis* [online]. 2015 [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: http://www.cals.cz/sluzby_03_sof.html
- [19] EXPERT CHOICE. *Expertchoice: For Collaborative Decision Making* [online]. 2014 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://expertchoice.com/>
- [20] FRIEBELOVÁ, Jana. Vícekriteriální rozhodování za jistoty. *Tvorba a softwarová podpora projektů* [online]. 2009 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/tspp/data/teorie/Vicekritko.pdf>
- [21] INFOHARVEST, INC. Order Criterium DecisionPlus 3.0. *Infoharvest* [online]. ©1996-2015 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://www.infoharvest.com/ihroot/infoharv/orderform.asp>
- [22] JANALTA INTERACTIVE INC. Decision Support System (DSS). *Techopedia* [online]. ©2010-2015 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://www.techopedia.com/definition/770/decision-support-system-dss>
- [23] KOPA, Miloš. Vícekriteriální rozhodování. *Matematická sekce: Matematicko-fyzikální fakulta Univerzita Karlova v Praze* [online]. 2013 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~kopa/VRfinal.pdf>
- [24] KORVINY, Petr. Teoretické základy vícekriteriálního rozhodování. Petr Korviny: Osobní stránky [online]. 2011 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: http://korviny.cz/mca7/soubory/teorie_mca.pdf

- [25] KŘUPKA, Jiří, Miloslava KAŠPAROVÁ a Renata MÁCHOVÁ. *Rozhodovací procesy* [online]. Pardubice, 2011 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://www.rozhodovacipocesys.cz/>
- [26] MLS, Karel. Struktura systémů pro podporu rozhodování: Systémy pro podporu managementu 1 [přednáška]. 2014
- [27] SOUKOPOVÁ, Jana. Vícekriteriální metody hodnocení. *Informační systém Masarykovy univerzity: Studijní materiály* [online]. 2015 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: http://is.muni.cz/el/1456/jaro2013/MKV_VZVP/um/33149329/Studijni_text_metydy_vicekriterialniho_rozhodovani.pdf
- [28] THE NATURE CONSERVANCY. Criterium DecisionPlus (CDP). *Great Lakes Inform: An Information Management & Delivery System* [online]. 2014 [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: <http://greatlakesinform.org/decision-tools/313>
- [29] WEISER, Jan. Manažerské rozhodování. *ISS Mladá Boleslav* [online]. 2015 [cit. 2015-08-17]. Dostupné z: <http://issmb.cz/DUM/V.2%201/V.2%201.23.pdf>
- [30] WOLFRAM ALPHA LLC. *WolframAlpha: computational knowledge engine* [online]. ©2016 [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.wolframalpha.com/>

10 Seznam objektů

10.1 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Rozhodovací proces..... | 6 |
| Obrázek 2: Cyklický charakter rozhodovacího procesu | 11 |
| Obrázek 3: Přehled metod pro stanovení vah kritérií..... | 21 |
| Obrázek 4: Metody vícekriteriálního hodnocení variant vedoucí k převodu na bezrozměrné vyjádření | 29 |
| Obrázek 5: Hierarchická struktura úlohy vícekriteriálního rozhodování | 34 |
| Obrázek 6: Expert Choice 2000 – uživatelské prostředí | 53 |
| Obrázek 7: Expert Choice – preference mezi kritérii K1 a K2 a slovně popsaná stupnice pro ohodnocení vah kritérií u Pairwise Verbal Comparisons | 54 |
| Obrázek 8: Expert Choice – numerická stupnice pro ohodnocení vah kritérií u Pairwise Numerical Comparisons | 55 |
| Obrázek 9: Expert Choice – grafické ohodnocení vah kritérií u Pairwise Graphical Comparisons | 55 |
| Obrázek 10: Expert Choice – celkové ohodnocení variant pro „Ideal mode“ | 57 |
| Obrázek 11: Expert Choice – celkové ohodnocení variant pro „Distributive mode“ | 57 |
| Obrázek 12: Expert Choice – citlivostní analýza „Performance“ | 58 |
| Obrázek 13: Criterium DecisionPlus – uživatelské prostředí pro vytvoření modelu – Brainstorm | 60 |
| Obrázek 14: Criterium DecisionPlus – uživatelské prostředí pro zadávání preferencí – Hierarchy diagram | 62 |
| Obrázek 15: Criterium DecisionPlus – celkové ohodnocení variant..... | 64 |
| Obrázek 16: Criterium DecisionPlus – citlivostní analýza „Sensitivity by Weights“ | 65 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 17: Criterium DecisionPlus – citlivostní analýza „Contributions by Criteria“ | 66 |
|--|----|

10.2 Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Charakteristiky dobře a špatně strukturovaných problémů..... | 16 |
| Tabulka 2: Další typy rozhodovacích procesů..... | 18 |
| Tabulka 3: Tabulka pro zjišťování preferencí kritérií u metody párového srovnávání..... | 23 |
| Tabulka 4: Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory | 25 |
| Tabulka 5: Hodnoty průměrného indexu R.I..... | 27 |
| Tabulka 6: Přehled pravidel rozhodování..... | 37 |
| Tabulka 7: Kritéria pro hodnocení volby výdejního místa | 48 |
| Tabulka 8: Charakteristika souboru variant výběru výdejního místa | 48 |
| Tabulka 9: Stanovení vah kritérií (Saatyho matice)..... | 49 |
| Tabulka 10: Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí při ohodnocení Saatyho matice dle stupnice 1–9 podle hodnot z Přílohy 2..... | 51 |
| Tabulka 11: Celkové ohodnocení variant a jejich pořadí při ohodnocení Saatyho matice podíly hodnot z Tabulky 8 podle hodnot z Přílohy 1 | 51 |
| Tabulka 12: Srovnání celkového ohodnocení variant | 69 |

10.3 Seznam vzorců

| | |
|--|----|
| Vzorec 1: Kriteriaální matice Y | 8 |
| Vzorec 2: Výpočet normovaných hodnot vah kritérií w_j | 20 |
| Vzorec 3: Normovaná váha kritéria w_j u metody pořadí..... | 22 |
| Vzorec 4: Počet srovnání N u metody párového srovnávání..... | 23 |
| Vzorec 5: Výpočet normovaných vah u metody párového srovnávání | 24 |

| | |
|---|----|
| Vzorec 6: Upravený výpočet normovaných vah u metody párového srovnávání.... | 24 |
| Vzorec 7: Saatyho matice | 26 |
| Vzorec 8: Index konzistence matice párových porovnání | 26 |
| Vzorec 9: Poměr konzistence matice párových porovnání | 26 |
| Vzorec 10: Vícekriteriální funkce užitku za jistoty..... | 30 |
| Vzorec 11: Celkové ohodnocení j -té varianty u jednoduchých metod stanovení hodnoty (užitku) variant..... | 31 |
| Vzorec 12: Dílčí ohodnocení j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu u metody váženého pořadí..... | 32 |
| Vzorec 13: Dílčí ohodnocení variant h_{ij} vzhledem k jednotlivým kritériím u metody lineárních dílčích funkcí užitku | 33 |
| Vzorec 14: Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím nákladového typu u metody bazické varianty | 34 |
| Vzorec 15: Postup výpočtu indexu konzistence matice párových porovnání..... | 49 |
| Vzorec 16: Postup výpočtu poměru konzistence matice párových porovnání | 50 |

11 Přílohy

- 1) Saatyho matice pro stanovení dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériím stanovené jako podíly vah kritérií z Tabulky 8 a ověření jejich konzistence
- 2) Saatyho matice pro stanovení dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériím za využití devítibodové stupnice a ověření jejich konzistence
- 3) Expert Choice – Saatyho matice dílčího ohodnocení variant
- 4) Expert Choice – dílčí ohodnocení alternativ vzhledem ke kritériím
- 5) Expert Choice – citlivostní grafy – Dynamic, Gradient, Head-to-head a 2D (Two dimensional)
- 6) Criterium DecisionPlus – ohodnocení preferencí kritérií
- 7) Criterium DecisionPlus – ohodnocení variant vzhledem ke kritériím K1 až K5
- 8) Criterium DecisionPlus – citlivostní grafy – Alternatives Scatter a Contribution by Uncertainty

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K1 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,5305 | 0,0974 |
| M ₂ | 2,5 | 1 | 0,75 | 1,25 | 1,75 | 1,3261 | 0,2436 |
| M ₃ | 3,333 | 1,333 | 1 | 1,667 | 2,333 | 1,7682 | 0,3248 |
| M ₄ | 2 | 0,8 | 0,6 | 1 | 1,4 | 1,0609 | 0,1949 |
| M ₅ | 1,429 | 0,571 | 0,429 | 0,714 | 1 | 0,7578 | 0,1392 |
| Součet: | | | | | | 5,4435 | 1 |

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K2 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 0,563 | 0,6 | 0,563 | 0,643 | 0,6566 | 0,1286 |
| M ₂ | 1,778 | 1 | 1,067 | 1 | 1,143 | 1,1673 | 0,2286 |
| M ₃ | 1,667 | 0,938 | 1 | 0,938 | 1,071 | 1,0943 | 0,2143 |
| M ₄ | 1,778 | 1 | 1,067 | 1 | 1,143 | 1,1673 | 0,2286 |
| M ₅ | 1,556 | 0,875 | 0,933 | 0,875 | 1 | 1,0214 | 0,2000 |
| Součet: | | | | | | 5,1069 | 1 |

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K3 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 2 | 5 | 1 | 4 | 2,0913 | 0,3467 |
| M ₂ | 0,5 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1,2457 | 0,2065 |
| M ₃ | 0,2 | 0,33 | 1 | 0,2 | 0,5 | 0,3671 | 0,0609 |
| M ₄ | 1 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1,7188 | 0,2850 |
| M ₅ | 0,25 | 0,5 | 2 | 0,33 | 1 | 0,6084 | 0,1009 |
| Součet: | | | | | | 6,0312 | 1 |

Zdroj: vlastní zpracování podle Fotra (2010)

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K4 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 1 | 1,333 | 0,8 | 1,6 | 1,1128 | 0,2162 |
| M ₂ | 1 | 1 | 1,333 | 0,8 | 1,6 | 1,1128 | 0,2162 |
| M ₃ | 0,75 | 0,75 | 1 | 0,6 | 1,2 | 0,8346 | 0,1622 |
| M ₄ | 1,25 | 1,25 | 1,667 | 1 | 2 | 1,3910 | 0,2703 |
| M ₅ | 0,625 | 0,625 | 0,833 | 0,5 | 1 | 0,6955 | 0,1351 |
| Součet: | | | | | | 5,1468 | 1 |

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K5 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 0,719 | 0,625 | 0,938 | 0,813 | 0,8070 | 0,1590 |
| M ₂ | 1,391 | 1 | 0,87 | 1,304 | 1,13 | 1,1227 | 0,2212 |
| M ₃ | 1,6 | 1,15 | 1 | 1,5 | 1,3 | 1,2911 | 0,2544 |
| M ₄ | 1,067 | 0,767 | 0,667 | 1 | 0,867 | 0,8608 | 0,1696 |
| M ₅ | 1,231 | 0,885 | 0,769 | 1,154 | 1 | 0,9932 | 0,1957 |
| Součet: | | | | | | 5,0747 | 1 |

| Ověření konzistence matic | | | | | |
|---------------------------|------------------|---|---------------|--------------|---------------|
| vzhledem ke kritériu | I _{max} | k | C.I: | R.I. pro k=5 | C.R. |
| K ₁ | 5,00001 | 5 | 0,0000 | 1,12 | 0,0000 |
| K ₂ | 5,00005 | 5 | 0,0000 | 1,12 | 0,0000 |
| K ₃ | 5,05467 | 5 | 0,0137 | 1,12 | 0,0122 |
| K ₄ | 4,99999 | 5 | 0,0000 | 1,12 | 0,0000 |
| K ₅ | 5,00003 | 5 | 0,0000 | 1,12 | 0,0000 |

Zdroj: vlastní zpracování podle Korvinyho (2011)

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K1 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 1/7 | 1/8 | 1/6 | 1/4 | 0,2368 | 0,0344 |
| M ₂ | 7 | 1 | 1/3 | 2 | 3 | 1,6952 | 0,2463 |
| M ₃ | 8 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3,1037 | 0,4509 |
| M ₄ | 6 | 1/2 | 1/3 | 1 | 2 | 1,1487 | 0,1669 |
| M ₅ | 4 | 1/3 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0,6988 | 0,1015 |
| Součet: | | | | | | 6,8832 | 1 |

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K2 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 1/8 | 1/7 | 1/8 | 1/6 | 0,2061 | 0,0311 |
| M ₂ | 8 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2,1689 | 0,3271 |
| M ₃ | 7 | 1/2 | 1 | 1/2 | 2 | 1,2847 | 0,1937 |
| M ₄ | 8 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2,1689 | 0,3271 |
| M ₅ | 6 | 1/3 | 1/2 | 1/3 | 1 | 0,8027 | 0,1211 |
| Součet: | | | | | | 6,6315 | 1 |

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K3 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 2 | 5 | 1 | 4 | 2,0913 | 0,3467 |
| M ₂ | 1/2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1,2457 | 0,2065 |
| M ₃ | 1/5 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/2 | 0,3671 | 0,0609 |
| M ₄ | 1 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1,7188 | 0,2850 |
| M ₅ | 1/4 | 1/2 | 2 | 1/3 | 1 | 0,6084 | 0,1009 |
| Součet: | | | | | | 6,0312 | 1 |

Zdroj: vlastní zpracování podle Fotra (2010)

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K4 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 1 | 4 | 1/4 | 5 | 1,3797 | 0,1886 |
| M ₂ | 1 | 1 | 4 | 1/4 | 5 | 1,3797 | 0,1886 |
| M ₃ | 1/4 | 1/4 | 1 | 1/6 | 3 | 0,5000 | 0,0684 |
| M ₄ | 4 | 4 | 6 | 1 | 8 | 3,7764 | 0,5163 |
| M ₅ | 1/5 | 1/5 | 1/3 | 1/8 | 1 | 0,2782 | 0,0380 |
| Součet: | | | | | | 7,3140 | 1 |

| Dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K5 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|
| Varianta | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ | M ₅ | Geometrický průměr | Dílčí ohodnocení |
| M ₁ | 1 | 1/7 | 1/9 | 1/3 | 1/5 | 0,2540 | 0,0354 |
| M ₂ | 7 | 1 | 1/3 | 4 | 3 | 1,9473 | 0,2712 |
| M ₃ | 9 | 3 | 1 | 5 | 3 | 3,3227 | 0,4627 |
| M ₄ | 3 | 1/4 | 1/5 | 1 | 1/3 | 0,5493 | 0,0765 |
| M ₅ | 5 | 1/3 | 1/3 | 3 | 1 | 1,1076 | 0,1542 |
| Součet: | | | | | | 7,1809 | 1 |

| Ověření konzistence matic | | | | | |
|---------------------------|------------------|---|---------------|--------------|---------------|
| vzhledem ke kritériu | I _{max} | k | C.I: | R.I. pro k=5 | C.R. |
| K ₁ | 5,1679 | 5 | 0,0420 | 1,12 | 0,0375 |
| K ₂ | 5,0972 | 5 | 0,0243 | 1,12 | 0,0217 |
| K ₃ | 5,0547 | 5 | 0,0137 | 1,12 | 0,0122 |
| K ₄ | 5,2872 | 5 | 0,0718 | 1,12 | 0,0641 |
| K ₅ | 5,2221 | 5 | 0,0555 | 1,12 | 0,0496 |

Zdroj: vlastní zpracování podle Korvinyho (2011)

Saatyho matice dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K₁

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|
| M1 | | 7,0 | 8,0 | 6,0 | 4,0 |
| M2 | | | 3,0 | 2,0 | 3,0 |
| M3 | | | | 3,0 | 4,0 |
| M4 | | | | | 2,0 |
| M5 | Incon: 0,04 | | | | |

Saatyho matice dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K₂

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|
| M1 | | 8,0 | 7,0 | 8,0 | 6,0 |
| M2 | | | 2,0 | 1,0 | 3,0 |
| M3 | | | | 2,0 | 2,0 |
| M4 | | | | | 3,0 |
| M5 | Incon: 0,02 | | | | |

Saatyho matice dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K₃

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|
| M1 | | 2,0 | 5,0 | 1,0 | 4,0 |
| M2 | | | 3,0 | 1,0 | 2,0 |
| M3 | | | | 5,0 | 2,0 |
| M4 | | | | | 3,0 |
| M5 | Incon: 0,01 | | | | |


Saatyho matice dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K₄


| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|
| M1 | | 1,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 |
| M2 | | | 4,0 | 4,0 | 5,0 |
| M3 | | | | 6,0 | 3,0 |
| M4 | | | | | 8,0 |
| M5 | Incon: 0,05 | | | | |


Saatyho matice dílčího ohodnocení variant vzhledem ke kritériu K₅


| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|
| M1 | | 7,0 | 9,0 | 3,0 | 5,0 |
| M2 | | | 3,0 | 4,0 | 3,0 |
| M3 | | | | 5,0 | 3,0 |
| M4 | | | | | 3,0 |
| M5 | Incon: 0,05 | | | | |


Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

| (0,407) K1 (L: 0,407) | | Alternatives: Distributi  | |
|---|---------------|--|-------|
| Goal: Výběr umístění výdejního místa | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K1 (L: 0,407) | M1 | 0,035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K2 (L: 0,363) | M2 | 0,245 |
| <input type="checkbox"/> | K3 (L: 0,132) | M3 | 0,457 |
| <input type="checkbox"/> | K4 (L: 0,056) | M4 | 0,164 |
| <input type="checkbox"/> | K5 (L: 0,042) | M5 | 0,100 |

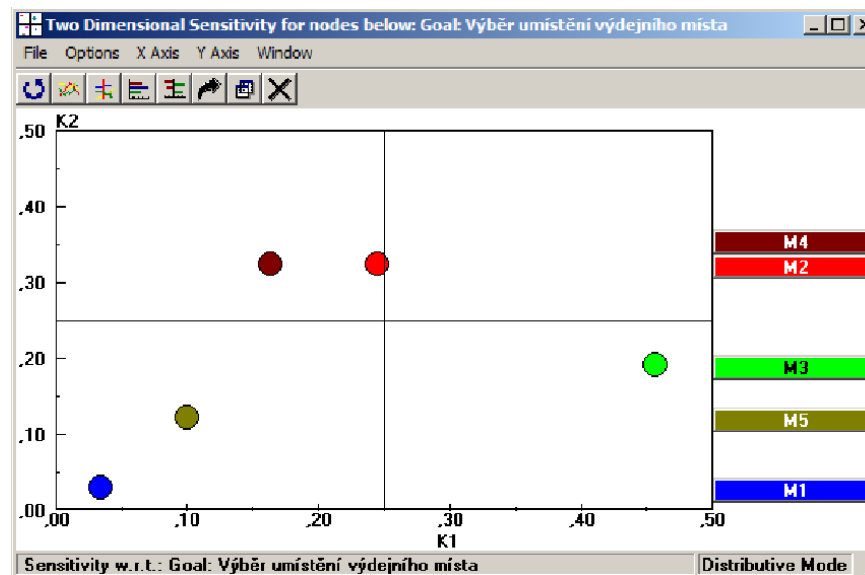
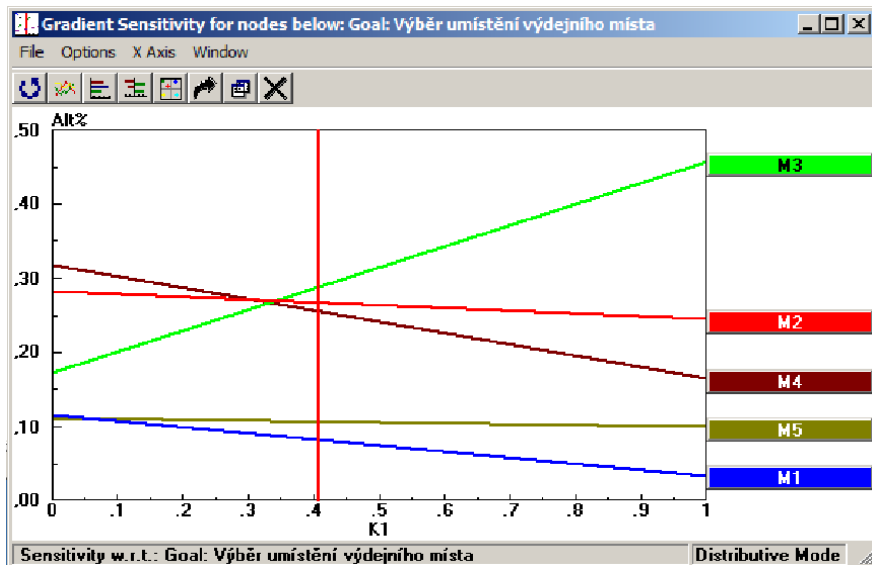
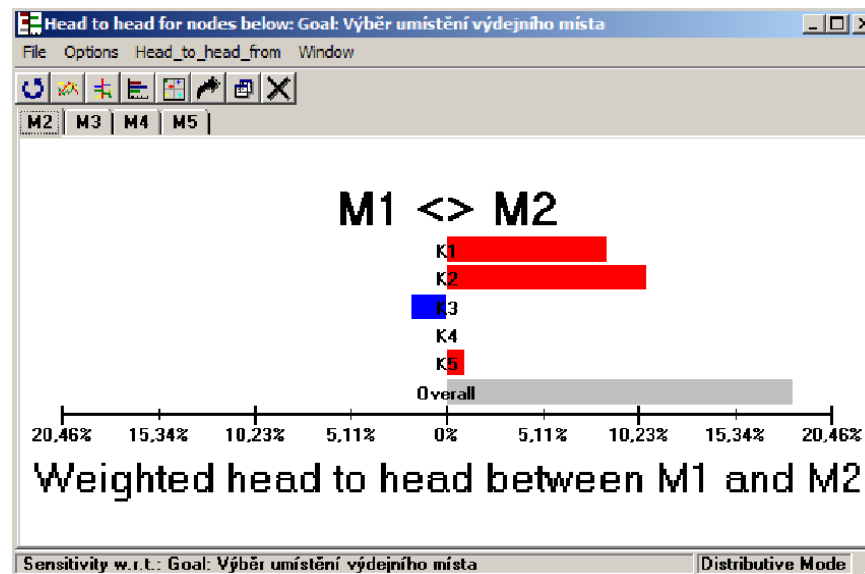
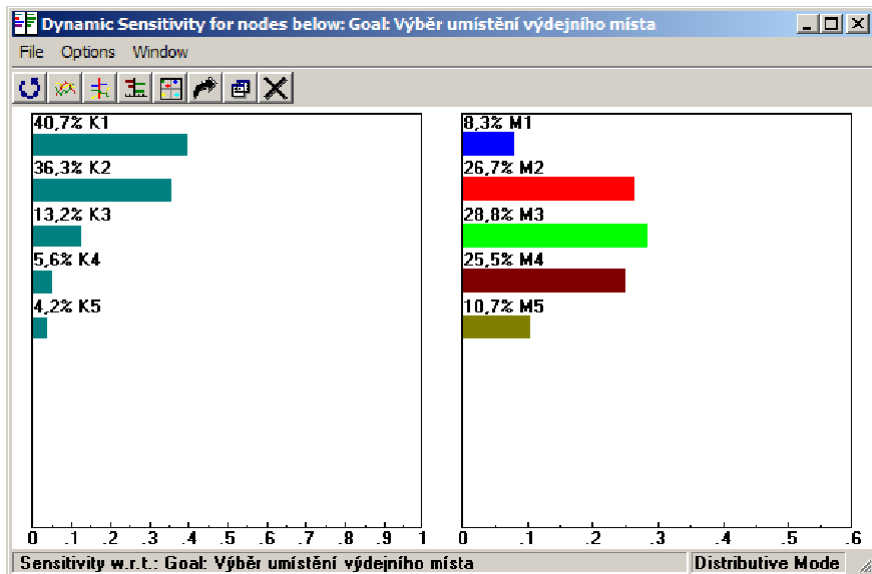
| (0,363) K2 (L: 0,363) | | Alternatives: Distributi  | |
|---|---------------|--|-------|
| Goal: Výběr umístění výdejního místa | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K1 (L: 0,407) | M1 | 0,032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K2 (L: 0,363) | M2 | 0,326 |
| <input type="checkbox"/> | K3 (L: 0,132) | M3 | 0,194 |
| <input type="checkbox"/> | K4 (L: 0,056) | M4 | 0,326 |
| <input type="checkbox"/> | K5 (L: 0,042) | M5 | 0,123 |

| (0,132) K3 (L: 0,132) | | Alternatives: Distributi  | |
|---|---------------|--|-------|
| Goal: Výběr umístění výdejního místa | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K1 (L: 0,407) | M1 | 0,346 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K2 (L: 0,363) | M2 | 0,207 |
| <input type="checkbox"/> | K3 (L: 0,132) | M3 | 0,061 |
| <input type="checkbox"/> | K4 (L: 0,056) | M4 | 0,285 |
| <input type="checkbox"/> | K5 (L: 0,042) | M5 | 0,100 |

| (0,056) K4 (L: 0,056) | | Alternatives: Distributi  | |
|---|---------------|--|-------|
| Goal: Výběr umístění výdejního místa | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K1 (L: 0,407) | M1 | 0,185 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K2 (L: 0,363) | M2 | 0,185 |
| <input type="checkbox"/> | K3 (L: 0,132) | M3 | 0,070 |
| <input type="checkbox"/> | K4 (L: 0,056) | M4 | 0,521 |
| <input type="checkbox"/> | K5 (L: 0,042) | M5 | 0,038 |

| (0,042) K5 (L: 0,042) | | Alternatives: Distributi  | |
|---|---------------|--|-------|
| Goal: Výběr umístění výdejního místa | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K1 (L: 0,407) | M1 | 0,035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | K2 (L: 0,363) | M2 | 0,273 |
| <input type="checkbox"/> | K3 (L: 0,132) | M3 | 0,465 |
| <input type="checkbox"/> | K4 (L: 0,056) | M4 | 0,075 |
| <input type="checkbox"/> | K5 (L: 0,042) | M5 | 0,152 |

Zdroj: Expert Choice 2000



Zdroj: Expert Choice 2000

AHP Rating - Full Pairwise Method

Method View Rules Options Uncertainty Help

Criterion:

Scale Information
 Scale:
 Worst: Best:

| Subcriterion | Weight | Subcriterion |
|--------------|---|--------------|
| K1 | <input type="text" value="2"/> | K2 |
| | <input type="text" value="Barely Better"/> | |
| K1 | <input type="text" value="4"/> | K3 |
| | <input type="text" value="Moderately Better"/> | |
| K1 | <input type="text" value="5"/> | K4 |
| | <input type="text" value="Definitely Better"/> | |
| K1 | <input type="text" value="6"/> | K5 |
| | <input type="text" value="Strongly Better"/> | |
| K2 | <input type="text" value="5"/> | K3 |
| | <input type="text" value="Definitely Better"/> | |
| K2 | <input type="text" value="7"/> | K4 |
| | <input type="text" value="Very Strongly Better"/> | |
| K2 | <input type="text" value="8"/> | K5 |
| | <input type="text" value="Critically Better"/> | |
| K3 | <input type="text" value="5"/> | K4 |
| | <input type="text" value="Definitely Better"/> | |
| K3 | <input type="text" value="3"/> | K5 |
| | <input type="text" value="Weakly Better"/> | |
| K4 | <input type="text" value="2"/> | K5 |
| | <input type="text" value="Barely Better"/> | |

Consist. Ratio:

Rate: Hierarchy Alternative

Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

AHP Rating - Full Pairwise Method

Method View Rules Options Uncertainty Help

Criterion: K1 [Next] [Notes]

Scale Information
 Scale: Preference [Assign Scale]
 Worst: 1 Best: 9

| Alternative | Score | Alternative |
|-------------|---------------------------|-------------|
| M2 | 7 Very Strongly Better | M1 |
| M3 | 8 Critically Better | M1 |
| M4 | 6 Strongly Better | M1 |
| M5 | 4 Moderately Better | M1 |
| M3 | 3 Weakly Better | M2 |
| M2 | 2 Barely Better | M4 |
| M2 | 3 Weakly Better | M5 |
| M3 | 3 Weakly Better | M4 |
| M3 | 4 Moderately Better | M5 |
| M4 | 2 Barely Better | M5 |

Consist. Ratio: 0,037 [Restore Current Ratings]

[OK] [Cancel] [Information] [Help] Rate: Hierarchy Alternative

AHP Rating - Full Pairwise Method

Method View Rules Options Uncertainty Help

Criterion: K2 [Next] [Notes]

Scale Information
 Scale: Preference [Assign Scale]
 Worst: 1 Best: 9

| Alternative | Score | Alternative |
|-------------|---------------------------|-------------|
| M2 | 8 Critically Better | M1 |
| M3 | 7 Very Strongly Better | M1 |
| M4 | 8 Critically Better | M1 |
| M5 | 6 Strongly Better | M1 |
| M2 | 2 Barely Better | M3 |
| M2 | 1 Equal | M4 |
| M2 | 3 Weakly Better | M5 |
| M4 | 2 Barely Better | M3 |
| M3 | 2 Barely Better | M5 |
| M4 | 3 Weakly Better | M5 |

Consist. Ratio: 0,022 [Restore Current Ratings]

[OK] [Cancel] [Information] [Help] Rate: Hierarchy Alternative

AHP Rating - Full Pairwise Method

Method View Rules Options Uncertainty Help

Criterion: K3 [Next] [Notes]

Scale Information
 Scale: Preference [Assign Scale]
 Worst: 1 Best: 9

| Alternative | Score | Alternative |
|-------------|------------------------|-------------|
| M1 | 2 Barely Better | M2 |
| M1 | 5 Definitely Better | M3 |
| M1 | 1 Equal | M4 |
| M1 | 4 Moderately Better | M5 |
| M2 | 3 Weakly Better | M3 |
| M2 | 1 Equal | M4 |
| M2 | 2 Barely Better | M5 |
| M4 | 5 Definitely Better | M3 |
| M5 | 2 Barely Better | M3 |
| M4 | 3 Weakly Better | M5 |

Consist. Ratio: 0,012 [Restore Current Ratings]

[OK] [Cancel] [Information] [Help] Rate: Hierarchy Alternative

Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

AHP Rating - Full Pairwise Method

Method View Rules Options Uncertainty Help

Criterion: K4

Scale Information
 Scale: Preference
 Worst: 1 Best: 9

| Alternative | Score | Alternative |
|-------------|------------------------|-------------|
| M1 | 1 <input type="text"/> | M2 |
| | Equal | |
| M1 | 4 <input type="text"/> | M3 |
| | Moderately Better | |
| M4 | 4 <input type="text"/> | M1 |
| | Moderately Better | |
| M1 | 5 <input type="text"/> | M5 |
| | Definitely Better | |
| M2 | 4 <input type="text"/> | M3 |
| | Moderately Better | |
| M4 | 4 <input type="text"/> | M2 |
| | Moderately Better | |
| M2 | 5 <input type="text"/> | M5 |
| | Definitely Better | |
| M4 | 6 <input type="text"/> | M3 |
| | Strongly Better | |
| M3 | 3 <input type="text"/> | M5 |
| | Weakly Better | |
| M4 | 8 <input type="text"/> | M5 |
| | Critically Better | |

Consist. Ratio: 0,053

Rate: Hierarchy Alternative

AHP Rating - Full Pairwise Method

Method View Rules Options Uncertainty Help

Criterion: K5

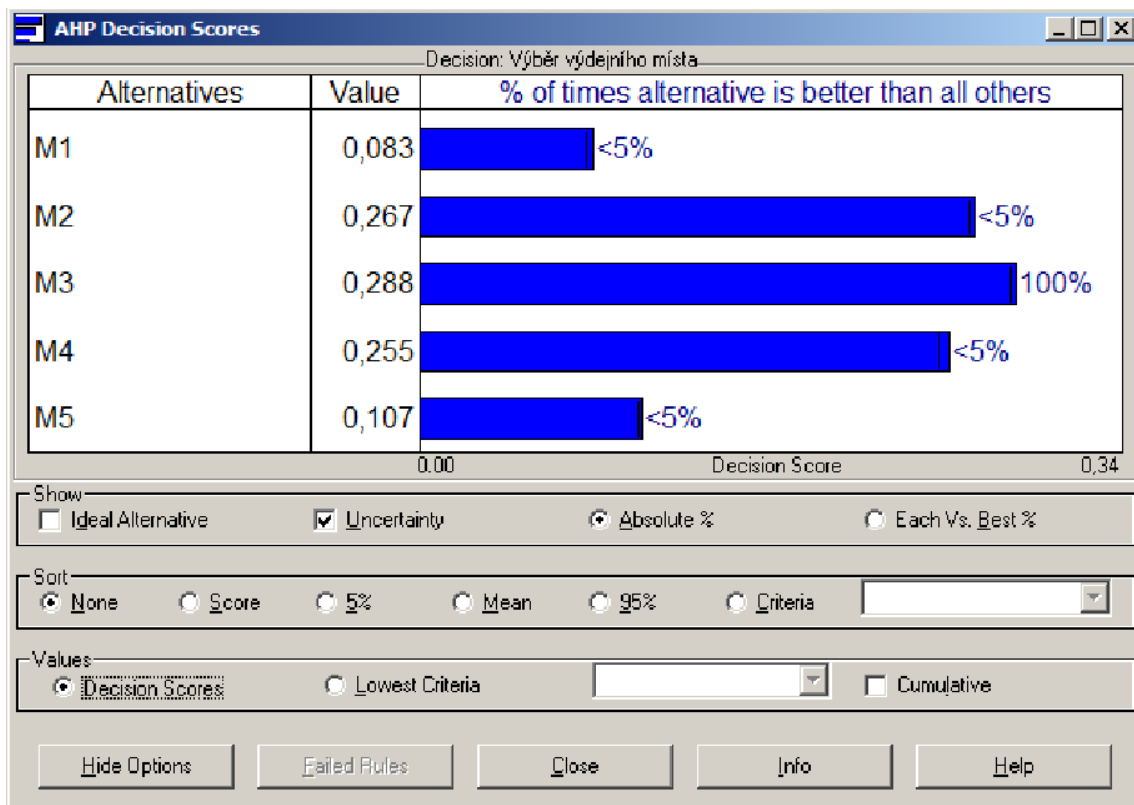
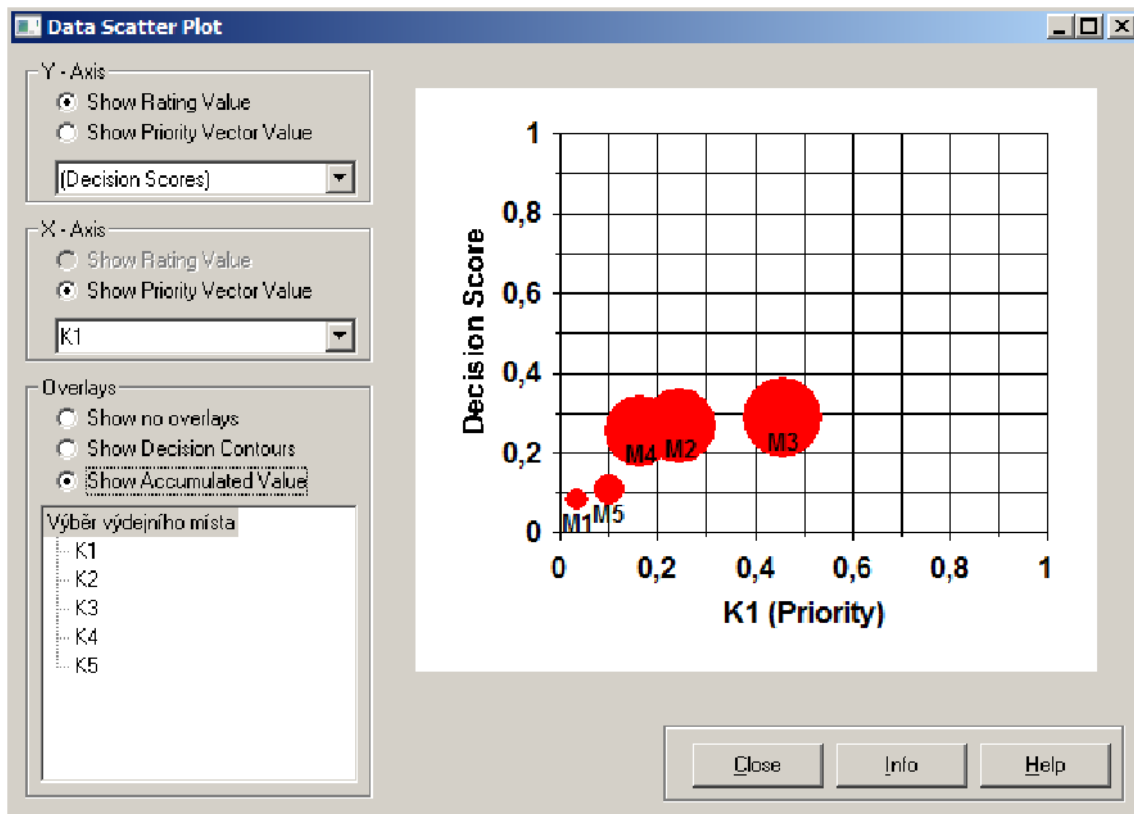
Scale Information
 Scale: Preference
 Worst: 1 Best: 9

| Alternative | Score | Alternative |
|-------------|------------------------|-------------|
| M2 | 7 <input type="text"/> | M1 |
| | Very Strongly Better | |
| M3 | 9 <input type="text"/> | M1 |
| | Absolutely Better | |
| M4 | 3 <input type="text"/> | M1 |
| | Weakly Better | |
| M5 | 5 <input type="text"/> | M1 |
| | Definitely Better | |
| M3 | 3 <input type="text"/> | M2 |
| | Weakly Better | |
| M2 | 4 <input type="text"/> | M4 |
| | Moderately Better | |
| M2 | 3 <input type="text"/> | M5 |
| | Weakly Better | |
| M3 | 5 <input type="text"/> | M4 |
| | Definitely Better | |
| M3 | 3 <input type="text"/> | M5 |
| | Weakly Better | |
| M5 | 3 <input type="text"/> | M4 |
| | Weakly Better | |

Consist. Ratio: 0,050

Rate: Hierarchy Alternative

Zdroj: Criterion DecisionPlus 3.0



Zdroj: Criterium DecisionPlus 3.0

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

| PŘEDKLÁDÁ: | ADRESA | OSOBNÍ ČÍSLO |
|-------------------|-----------------------------------|--------------|
| Bohušová Gabriela | Proškova 599, Kostelec nad Orlicí | I1418 |

TÉMA ČESKY:

Vícekriteriální rozhodování a softwarové nástroje pro podporu rozhodování

TÉMA ANGLICKY:

Multi-Criteria Decision Making and Decision Support System Software

VEDOUcí PRÁCE:

doc. Ing. Hana Mohelská, Ph.D. - KM

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cíl práce:

Obeznamení s metodami a nástroji v manažerském rozhodování, zejména v oblasti vícekriteriálního rozhodování, a jejich demonstrace na konkrétních rozhodovacích problémech s využitím softwarových nástrojů pro podporu rozhodování.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Cíle práce a metodika zpracování
3. Rozhodování v managementu
4. Vícekriteriální rozhodování
5. Aplikační část práce
6. Shrnutí výsledků
7. Závěr

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

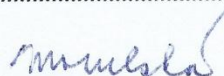
databáze WoS, Scopus

Podpis studenta:


.....

Datum: 14.10.2015

Podpis vedoucího práce:


.....

Datum: 14.10.2015