

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Praktické využití modelu vícekriteriální analýzy variant**

**Kateřina Štěpánová**

© 2020 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Štěpánová

Hospodářská politika a správa  
Podnikání a administrativa

Název práce

**Praktické využití modelu vícekritériální analýzy variant**

Název anglicky

**Practical use of multi-criteria decision model**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je identifikovat vhodný produkt k zařazení do podnikové nabídky s využitím modelu vícekritériální analýzy variant. Hlavní cíl bude realizován prostřednictvím dílčích cílů práce:

- popis reálné situace a identifikace zákaznické skupiny,
- sestavení relevantních kritérií na základě preferencí rozhodovatele a
- analýza a výběr kompromisního řešení.

### Metodika

Postup práce je založen na studiu dostupné odborné literatury a sběru dat. V teoretické části bude charakterizována problematika vícekritériální analýzy variant.

Praktická část práce bude orientována na výběr vhodného produktu pro zvolený podnik. Bude vytvořen popis aktuální situace podniku a stanovení kritérií. Na základě nastudované literatury budou aplikovány vhodné metody a postupy vícekritériální analýzy variant řešení modelu.

V závěru budou interpretovány výsledky a doporučena kompromisní varianta.

Praktická část je rozdělena na 3 fáze tvorby modelu rozhodovacího procesu tak, jak je definoval Herbert A. Simon:

1. fáze (Intelligence): Sběr a třídění primárních dat a informací na úrovni podniku a sekundárních dat a informací. Definice modelu.
2. fáze (Design): Konstrukce modelu a stanovení vhodné metody k doporučení produktu na základě informací získaných v teoretické části práce. Konkrétní metoda je použita k stanovení návrhů řešení modelu.
3. fáze (Choice): Výběr řešení modelu, doporučení konkrétní kompromisní varianty.

**Doporučený rozsah práce**

30 – 40 stran

**Klíčová slova**

Vícekriteriální analýza variant, kriteriální matice, profil rozhodovatele, rozhodnutí, model

---

**Doporučené zdroje informací**

FIALA, P. *Operační výzkum : nové trendy*. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum : kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 80-86419-42-8.

PÍŠKOVÁ, Věra. *Vícekriteriální hodnocení variant 1: Příručka pro uživatele*. 1. vyd. Praha: Výzk. ústav výstavby a architekt, 1993. ISBN 9788085124842;808512484X

ŠUBRT, T. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra systémového inženýrství

---

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Praktické využití modelu vícekritériální analýzy variant " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. března 2020

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Romanu Kvasničkoví, Ph.D., za jeho velkou ochotu a vstřícnost při vedení bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala vedení podniku v Sedmém nebi, které mi ochotně poskytlo všechny potřebné informace a umožnilo tak provést výzkum.

V neposlední řadě děkuji také své rodině za trpělivost a podporu při studiu.

# Vícekriteriální analýza variant a její použití v praxi

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá problematikou vícekriteriální analýzy variant. Cílem bakalářské práce je pomocí metod vícekriteriální analýzy variant vybrat vhodný produkt do zvoleného podniku. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část práce shrnuje současnou problematiku a poznatky vícekriteriální analýzy variant na základě dostupné odborné literatury. V praktické části jsou využity znalosti, které byly načerpány při studiu odborné literatury, k sestavení modelu a dále využity k určení metody výběru kompromisní varianty. Metoda je následně aplikována na sestavený model a na základě zvolené metody je explicitně určena varianta, která je doporučena jako řešení problému.

## **Klíčová slova:**

rozhodování, analýza, varianty, kritéria, preference, dominance, ideální, bazální, kompromisní, vícekriteriální, váha

# Multiple-criteria decision analysis and its use in practice

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with Multiple-criteria decision analysis. The aim of the bachelor is to select a suitable product for the selected company. Decision is based on application of the Multiple-criteria decision. The thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part summarizes the current issues and findings of multiple-criteria analysis of variants based on available literature and sources. In the practical part, the knowledge gained during the study of technical literature is used to build the model and further is used to determine the method of selecting the compromise variant. The method is then applied to the compiled model and on the basis of the chosen method is explicitly determined the variant, which is recommended as a solution to the problem.

**Keywords:** decision making, analysis, variants, criteria, preference, dominance, ideal, basal, compromise, multi-criteria, weight

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>10</b>
1.1 Cíl.....	11
1.2 Metodika .....	11
<b>2 Teoretická východiska .....</b>	<b>12</b>
2.1 Vícekriteriální analýza variant .....	14
2.1.1 Varianty .....	14
2.1.1.1 Paretovská, dominující varianta .....	15
2.1.1.2 Ideální a bazální varianta.....	15
2.1.1.3 Kompromisní varianta .....	16
2.1.2 Kritéria.....	16
2.1.2.1 Preference kritéria .....	18
2.2 Metody stanovení vah kritérií .....	19
2.2.1 Metody pracující s ordinální informací o preferencích kritérií.....	19
2.2.1.1 Metoda pořadí.....	20
2.2.2 Metody pracující s kardinální informací o preferencích kritérií.....	20
2.2.2.1 Bodovací metoda .....	21
2.2.2.2 Saatyho metoda .....	21
2.3 Vícekriteriální hodnocení variant.....	23
2.3.1 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií .....	24
2.3.1.1 Bodovací metoda a metoda pořadí .....	24
2.3.2 Metody vyžadující kardinální informace .....	25
2.3.2.1 Metoda váženého součtu .....	25
2.3.2.2 AHP – Analytický hierarchický proces .....	27
2.3.3 Metody vyžadující ordinální informace.....	28
2.3.3.1 Lexikografická metoda.....	28
2.3.4 Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty .....	29
2.3.4.1 Metoda TOPSIS.....	29
<b>3 Vlastní práce.....</b>	<b>31</b>
3.1 Popis problémové situace.....	31
3.1.1 Profil podniku .....	31
3.1.2 Proces stanovení soustavy kritérií.....	32
3.2 Definice jednotlivých kritérií .....	33
3.3 Stanovení vah kritérií .....	35
3.4 Představení množiny variant .....	35



3.4.1	Dílčí hodnocení variant (kvantifikace kritérií) .....	37
3.4.1.1	Kvantifikace kritéria design .....	38
3.4.1.2	Kvantifikace kritéria vůně .....	39
3.4.1.3	Kvantifikace kritéria chuť .....	40
3.5	Syntéza dílčích hodnocení variant .....	41
3.5.1	Výběr kompromisní varianty .....	42
3.5.1.1	Výpočet výsledku metodou WSA .....	43
<b>4</b>	<b>Zhodnocení výsledku .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Přílohy.....</b>	<b>50</b>

## Seznam tabulek

Tabulka 1-	Výpočet vah kritérií .....	35
Tabulka 2-	Představení jednotlivých variant, kvantitativní kritéria .....	36
Tabulka 3-	Bodová stupnice pro kvantifikaci hodnocených kritérií.....	37
Tabulka 4-	Bodové ohodnocení kritéria design .....	38
Tabulka 5-	Bodové ohodnocení kritéria vůně.....	39
Tabulka 6-	Bodové ohodnocení kritéria chuť .....	40
Tabulka 7-	Vstupní hodnoty kritériální matice Y .....	41
Tabulka 8-	Přepočtené výchozí hodnoty kritériální matice Y .....	42
Tabulka 9-	Ideální a bazální varianta.....	43
Tabulka 10-	Hodnoty standardizované kritériální matice R.....	43
Tabulka 11-	Celkové hodnocení variant .....	44

# 1 Úvod

Denně dochází k velkému množství rozhodnutí, některá rozhodnutí jsou naprosto banálního charakteru, jiná mají velký význam a mohou ovlivnit lidský či firemní život na několik let (například volba školy, koupě bytu, nákup výrobního zařízení). O rozhodování mluvíme tehdy, pokud si můžeme vybrat ze dvou a více možností. Za rozhodování nelze označit situaci, kdy je osobě předkládána pouze jedna možnost, neboť v takové situaci není mezi čím rozhodovat.

V tom, kterou z možností nakonec rozhodovatel volí, hrají velkou roli subjektivní preference a zkušenosti. Každý člověk se rozhoduje individuálně, rozhodnutí vyplývá částečně i z povahy osoby, zda je osoba optimistou či pesimistou nebo zda je ochotná podstupovat riziko. Osobnostní rysy a vnější okolnosti hrají v procesu rozhodování velkou roli. Kultura, v které osoba činící rozhodnutí vyrůstá, má také velký vliv na budoucí hodnoty jedince, a tedy i na celkové rozhodování.

Pokud učiněné rozhodnutí ovlivní více osob a má přesah do vzdálenější budoucnosti, je vhodné k zajištění maximální objektivnosti a efektivnosti učiněného rozhodnutí použít sofistikované metody. Jestliže se k jednotlivým možnostem přidá více kritérií, podle kterých jsou tyto možnosti posuzovány, nelze bez těchto metod zajistit objektivnost rozhodnutí.

Podnik nebo firma musí velmi často rozhodnout, kterou z variant zvolí k realizaci. Zřídka je nabízena jen jedna varianta. Zpravidla je rozhodováno mezi více variantami, které jsou vzájemně porovnávány na základě několika kritérií.

Model vícekriteriální analýzy variant je v předkládané kvalifikační práci zpracován pro podnik v centru Prahy, který se zaměřuje na prodej rumových nápojů. Tyto nápoje představují více než 50% nabídky podniku. Teoretická část shrnuje současné poznání v oblasti vícekriteriální analýzy variant, popisuje metody a postupy v modelech vícekriteriální analýzy variant. V praktické části je charakterizována situace podniku, proveden výpočet a doporučena kompromisní varianta k realizaci.

## 1.1 Cíl

Hlavním cílem bakalářské práce je vybrat vhodný produkt (v našem případě rum) k zařazení do podnikové nabídky s využitím nástrojů vícekriteriální analýzy variant. Za tímto účelem byl hlavní cíl (vybrat produkt) rozdělen na dílčí cíle, z kterých byla vytvořena soustava účelově orientovaných kritérií hodnocení.

## 1.2 Metodika

Metodika práce je založena na studiu dostupné odborné literatury a sběru dat. V teoretické části je popsán úvod do problematiky vícekriteriální analýzy variant na základě nastudované odborné literatury. Praktická část práce je orientována na výběr vhodného produktu pro zvolený podnik. Je provedena deskripce situace podniku a jsou stanovena kritéria. Na základě nastudované literatury jsou použity vhodné metody vícekriteriální analýzy variant řešení modelu. V závěru je provedena interpretace výsledků a doporučena kompromisní varianta. Součástí závěru práce je porovnání výsledků získaných pomocí výpočtů s rozhodnutím majitele podniku, které bylo učiněno bez využití sofistikovaných metod.

Praktická část práce je rozdělena dle H. Simona na 3 fáze tvorby modelu rozhodovacího procesu:

1. fáze intelligence: Sběr a třídění primárních dat a informací na úrovni podniku a sekundárních dat a informací. Definice modelu.
2. fáze design: Konstrukce modelu a stanovení vhodné metody k doporučení produktu na základě informací získaných v teoretické části práce. Konkrétní metoda je použita k stanovení návrhů řešení modelu.
3. fáze choice: Výběr řešení modelu, doporučení konkrétní kompromisní varianty.

## 2 Teoretická východiska

Teorie rozhodování je matematická disciplína zabývající se problematikou rozhodování. Za zakladatele teorie rozhodování je považován Herbert Simon. Rozvoj této vědní disciplíny nastal především v 50. letech minulého století s rozvojem počítačů, složitých matematických operací a roste také se stoupajícím zájmem o pochopení sociálních a politických jevů. Teorie rozhodování má široké uplatnění v managementu, ekonomii, teorii řízení a dalších oblastech. (Získal a Havlíček, 2004, str. 13-14)

*„Procesem rozhodování (rozhodováním) rozumíme akt výběru jedné alternativy (varianty) z několika alternativ“* (Dudorkin, 2003, str. 62)

Osobu, která provede výběr, Dudorkin (2003, str. 62) dále definuje jako subjekt rozhodování, tedy rozhodovatele nebo kolektiv stejně smýšlející, který má pravomoc učinit rozhodnutí, tj. vybrat alternativu (variantu)

U autorů Fotr a Hořícký (1988, str. 17) se lze setkat s rozdělením subjektu rozhodování na individuální a kolektivní, podle toho, zda rozhodnutí činí jednatel nebo skupina stejně smýšlející.

Pokud subjektu rozhodování záleží na výsledcích volby a k výběru možnosti přistupuje vědomě na základě objektivně dostupných informací, je tento rozhodovatel označován jako racionální. V opačném případě hovoříme o neracionálním účastníkovi nebo také přírodě (světu přírody). (Dudorkin, 2003, str. 62)

Konkrétní problémová situace, která si žádá řešení, se nazývá objekt rozhodování. V této situaci je požadováno vybrat jedno z možných rozhodnutí. Možnostmi rozhodnutí rozumíme jednotlivé alternativy, které se vzájemně vylučují. Korektní je i výběr alternativy nedělat nic. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 113)

Rozhodovací proces je dynamický vědomý proces volby, kdy je nutné vybrat jednu možnost z více možných alternativ řešení (alespoň dvou). Proces rozhodování probíhá v čase. Dle Simona je možné rozlišit tři fáze procesu řešení rozhodovacího problému:

1. *Identifikace problému (Intelligence)*: popis problému, přesné stanovení cílů, analýza podpůrných a omezujících prostředků, analýza organizace a okolí s důrazem na stanovený cíl. V této fázi je nezbytné, aby byl problém přesně formulován a zamezilo se případnému řešení jiného problému v následujících fázích.

2. *Analýza a řešení problému (Design)*: analýza problému, tvorba různých alternativ řešení.
3. *Výběr řešení (Choice)*: výběr nejvhodnějšího řešení problému v daném čase. (Získal a Havlíček, 2004, str. 14-15)
4. *Implementation*: realizace rozhodnutí. (Houška, 2019, s. 4)

## **Vícekriteriální rozhodování**

Modely vícekriteriálního rozhodování popisují konfliktní situace, kdy je nutné vybrat variantu, která je hodnocena podle více kritérií.

*„Varianty rozhodnutí hodnotíme podle více než jednoho kritéria“* (Houška, 2019, s.5)

Vybrané řešení je jednorázovým rozhodnutím. Stejná rozhodovací situace za stejných podmínek se pravděpodobně v budoucnu již nikdy nebude opakovat. (Brožová a Houška, 2002, str. 14)

Na vybrané řešení by dle Píškové mělo být nahlíženo jako na: *„krok umožňující případné iterace, a nikoliv jako na “právo“ rozhodovatele vyslovit “konečný soud“ v předmětném rozhodovacím procesu“*.

Model vícekriteriálního rozhodování je charakteristický množinou variant, kterou bere rozhodovatel v úvahu. Lze rozlišit dvě skupiny daných množin (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 150):

- explicitní, je znám konečný seznam variant a jejich hodnocení dle jednotlivých kritérií. Modely, kdy je množina variant zadána konečným výčtem prvků, řeší vícekriteriální analýza variant/vícekriteriální hodnocení variant.
- implicitní, množina variant obsahuje nekonečně mnoho prvků. Množina prvků je vyjádřena pomocí omezujících podmínek. Ohodnocení jednotlivých variant je dáno jednotlivými kriteriálními funkcemi. Modely, kdy je množina prvků nekonečná, řeší vícekriteriální optimalizace/vícekriteriální programování. (Jablonský, 2002, str. 271)

## 2.1 Vícekriteriální analýza variant

Modely vícekriteriální analýzy variant řeší situace, kdy je nutné zvolit jednu nebo více variant z konečné množiny  $m$ -variant, které jsou posuzovány podle  $n$ -kritérií ( $n \geq 2$ ). Každá varianta je určena vektorem kritériálních hodnot  $(y_{m1}, y_{m2}, \dots, y_{mn})$ . (Jablonský, 2002, str. 271)

Cílem vícekriteriální analýzy variant může být nalezení jedné kompromisní varianty podle uvažovaných kritérií, klasifikace množiny variant (například na efektivní a neefektivní, přijatí a nepřijatí) nebo úplné uspořádání množiny variant od nejlepší po nejhorší. Varianta první v pořadí bude varianta kompromisní. (Jablonský, 2002, str. 273)

V modelech vícekriteriální analýzy variant bývá výhodné oddělit osobu zadavatele od osoby řešitele úlohy. Postup separace osoby zadavatele od osoby řešitele zvyšuje míru objektivitu. Řešiteli úlohy zpravidla nezáleží na výsledné variantě, proto postupuje s maximální objektivností. Na druhou stranu analytik většinou nebývá ani nemůže být seznámen se všemi detaily úlohy. Výsledek tak může být zkreslený, varianta jeví se jako „nejlepší“ je výsledkem nepřesného modelu a v praxi by byla lepší varianta jiná. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 150)

Dle Píškové (1993, str. 9) před sestavením modelu musí být stanoveno: o čem má být rozhodnuto, jakých cílů má být dosaženo, jaká jsou hlediska rozhodování a rovněž k jakému časovému horizontu bude výsledek rozhodnutí vztažen.

### 2.1.1 Varianty

Varianty představují konkrétní možnosti našeho budoucího rozhodnutí. Výběr variant je nutné pečlivě zvážit. Objekty našeho rozhodnutí musí být dosažitelné, logické a musí být vhodným řešením modelu. Varianty jsou posuzovány dle jednotlivých hodnotících kritérií. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 150)

Rozhodovatel se snaží zvolit takovou variantu, která dosahuje „nejlepších“ hodnot (hodnot přinášejících maximální užitek) v co možná nejvíce kritériích, a nalézt tak „nejlepší“ řešení z množiny variant. Kritéria jsou vzájemně konfliktní. Z toho vyplývá, že jejich izolované uplatnění vede k výběru různých variant. (Dudorkin, 2003, str. 91)

Píšková (1993, str. 10) píše, že model vícekriteriálního rozhodování předpokládá existenci alespoň dvou těchto variant, které jsou předmětem rozhodování v dané oblasti. Pokud by nebyl tento předpoklad splněn, do modelu je zařazena tzv. základní (etalonová)

varianta, která zastupuje funkci další varianty. Dalším hlediskem je samozřejmě i hodnocení dle dvou a více kritérií.

Celkové uspořádání variant závisí na interkriteriálních preferencích, tedy na důležitosti jednotlivých kritérií. A dále také na intrakriteriálních informacích, tedy hodnocení variant podle jednotlivých kritérií. Velký vliv má také metoda, která je použita k výběru kompromisní varianty. (Brožová a Houška, 2002, str. 113)

### **2.1.1.1 Paretovská, dominující varianta**

Paretovská, též dominující nebo efektivní varianta, je varianta, která není dominovaná variantou jinou, tedy dosahuje alespoň takových výsledků jako varianta dominovaná a v jednom kritériu je ostře lepší.

Tedy: „Varianta  $a_i$  dominuje variantu  $a_j$ , jestliže platí  $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$  a existuje alespoň jedno kritérium  $f_i$ , že  $y_{il} > y_{jl}$ “ (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 152)

Cílem analýzy je vybrat variantu „nejlepší“. Je tedy zřejmé, že v úvahu přichází pouze množina variant vzájemně nedominovaných. (Brožová a Houška, 2002, str. 113)

„Každá z paretovských variant může dosáhnout lepšího hodnocení podle nějakého kritéria jen za cenu zhoršení jiného kritéria.“ (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 153)

### **2.1.1.2 Ideální a bazální varianta**

„Ideální varianta je hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepší možné hodnoty.“ (Brožová a Houška, 2002, str. 114)

Ideální varianta je zpravidla fiktivní varianta sestavená z nejlepších hodnot pro jednotlivá kritéria. Pokud by ideální varianta nebyla pouze hypotetická, ale skutečně by se vyskytovala v množině variant, byla by tato varianta jedinou paretovskou variantou, a tak i jednoznačným řešením problému. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 153)

Bazální varianta je opakem varianty ideální, je sestavena z „nejhorších“ hodnot ve všech kritériích. I tato varianta je zpravidla neexistující a je pouze hypotetická (pokud by bazální varianta existovala, byla by z modelu okamžitě vyřazena pro svou dominovanost). (Brožová a Houška, 2002, str. 114)

### 2.1.1.3 Kompromisní varianta

*„Nedominovaná varianta doporučená jako řešení problému“* (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 153)

Varianta je určitým kompromisem z množiny možných variant při zohlednění všech rozhodovacích kritérií, proto je varianta označována jako kompromisní. Výběr jedné kompromisní varianty je prioritním cílem vícekritériální analýzy variant. (Jablonský, 2002, str. 273)

Brožová a Houška (2002, str. 114) dodávají, že varianta označená jako kompromisní má nejmenší vzdálenost od ideální varianty podle vhodné metody. Tato vzdálenost je chápána jako míra uspokojení požadavků. (U vícekritériální analýzy variant se zpravidla nepoužívá pojem varianty optimální. Vyplývá to z konfliktnosti jednotlivých kritérií, nelze optimalizovat. Je přijat pouze kompromis z diskrétně zadané množiny variant.)

### 2.1.2 Kritéria

*„Jednotlivá kritéria představují hodnotící hlediska, pomocí kterých jsou varianty posuzovány.“* (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 150).

*„Jsou odrazem cílů řešení problému a slouží pro posouzení a výběr varianty rozhodování určené k realizaci.“* (Fotr a Dědina, 1997, str. 105)

Píšková (1993, str. 11) zdůrazňuje, že stanovení souboru kritérií je velmi důležitým krokem celé analýzy, který může výrazně ovlivnit její výsledek. Kritéria by měla vycházet z detailního poznání funkcí a struktury hodnocených objektů.

Na soubor kritérií je kladen požadavek úplnosti a minimálního rozsahu. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 151)

Každé kritérium musí mít jasný, jednoznačný a srozumitelný smysl, aby nebyl porušen požadavek opercionality. Dalším důležitým požadavkem je neredundance. Aby tento požadavek byl splněn, musí vstupní „charakteristické vlastnosti“ variant (tedy kritéria) vcházet do modelu pouze jednou. Dochází-li k duplicitě mezi kritérii, soubor se nazývá redundantní. Je zřejmé, že výše uvedené požadavky nemohou být plně uspokojeny zároveň, neboť mají konfliktní charakter. Důležité je zvolit určitý kompromis mezi jednotlivými požadavky, které jsou na soubor kritérií kladeny. (Fotr a Hořický, 1988, str. 47-49)



Kritéria lze klasifikovat po věcné nebo formální stránce. Věcná stránka rozděluje kritéria dle hledisek hodnocení na kritéria: sociální, ekonomická, kulturní, estetická a jiná. Formální stránka vyjadřuje povahu kritéria a způsob vyjadřování, měření tj, kvantifikovatelnost. (Píšková, 1993, str. 11)

#### **Kritéria lze rozlišit:**

- **podle povahy na:**

- **maximalizační (výnosová):** kritéria s rostoucí preferencí. Pro tato kritéria je žádoucí, aby varianta byla ohodnocena co nejvyššími hodnotami. Jako příklad těchto kritérií lze uvést výdrž baterie, recenze, příjem a jakékoliv další vlastnosti a funkce objektů, jejichž hodnoty je žádoucí maximalizovat.
- **minimalizační (nákladová):** kritéria s klesající preferencí, opak maximalizačního kritéria. Hodnoty těchto kritérií jsou požadovány co nejnižší. Sem se řadí například cena, doba dodání, hmotnost a jiné. (Brožová a Houška, 2002, str. 113)

Pro výpočty v kritériální matici je výhodné mít kritéria stejné povahy, tj. maximalizační nebo minimalizační. Kritéria vstupující do modelu jsou většinou různé povahy, proto je žádoucí je převést na stejný typ. Způsobů, jak toho docílit, je více. Pro příklad uveďme:

- Vynásobení celého sloupce kritériální matice převáděného minimalizačního kritéria hodnotou -1, přeměna  $y'_{ij} = -y_{ij}$ . (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 151)
- Transformace minimalizačního kritéria na maximalizační odečtením nejhorší (v tomto případě nejvyšší) kritériální hodnoty od ostatních hodnot převáděného kritéria. Nové kritérium představuje rozdíl oproti této nejhorší kritériální hodnotě. (Jablonský, 2002, str. 281)

- **podle způsobu vyjadřování, měřitelnosti výsledků (tedy kvantifikovatelnosti) na:**

- **kvantitativní:** objektivně měřitelné údaje, hodnoty lze vyjádřit číselně počtem měrných jednotek
- **kvalitativní:** získané výsledky lze vyjádřit pouze verbálně, nelze je objektivně měřit. Tyto hodnoty jsou subjektivně stanoveny uživatelem pomocí různých metod, například bodovací stupnice. (Píšková, 1993, str. 11), (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 151)

Dudorkin (2003, str. 91) píše, že kritéria zpravidla vstupují do modelu vícekritériálního rozhodování v nesouměřitelných jednotkách nebo v podobě kvalitativních informací.

Před samotným výpočtem je výhodné všechna kritéria kvantifikovat. Kvantifikovaná kritéria lze uspořádat do kritériální matice. Jednotlivé sloupce matice představují kritéria a řádky odpovídají hodnoceným variantám. Prvek  $y_{ij}$  matice  $Y$  představuje hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria. (Brožová a Houška, 2002, str. 113)

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

Kritériální matice je typickým rysem vícekritériální analýzy. Pokud jsou kritéria kvalitativní nebo smíšené povahy, zapisují se do kritériální tabulky. (Dodgson, 2009, str. 21)

### 2.1.2.1 Preference kritéria

Dle Šubrta a kolektivu (2015, str. 152) lze důležitost kritérií vyjádřit stanovením preferencí, které mohou být vyjádřeny různými způsoby nebo nemusí být vůbec známé. Preference lze například vyjádřit pomocí:

- **aspirační úrovně** (nominální informace): aspirační úroveň je nejhorší přípustná hodnota, tedy maximální přípustné hodnoty pro minimalizační kritéria a obdobně pro kritéria maximalizační nejnižší přípustné hodnoty. Čím přísnější hranice je stanovena pro dané kritérium, tím je kritérium důležitější. (Šubr a kolektiv, 2015, str. 152)
- **pořadí kritérií** (ordinální informace): uspořádání kritérií podle důležitosti. Ordinální uspořádání neobsahuje informaci o tom, kolikrát je jedno kritérium důležitější než jiné. (Brožová a Houška, 2002, str. 113)
- **váhy kritérií** (kardinální informace): představují relativní důležitost jednotlivých kritérií. Nejsou důležité rozdíly vah, ale poměr, v kterém váhy

jsou. Váha pro jednotlivá kritéria nabývá hodnot z intervalu  $\langle 0,1 \rangle$ . Součet vah všech jednotlivých kritérií musí být roven 1. Pokud tento součet není roven jedné, vektor vah se normuje, aby byla tato podmínka splněna. (Houška, 2019, s. 12)

## 2.2 Metody stanovení vah kritérií

Metod, kterými lze stanovit váhy jednotlivých kritérií, je mnoho. Jejich použití závisí na charakteru informací, s kterými pracujeme. Různé metody vyžadují rozdílné informace, některé metody umí pracovat s měkkými daty, jiné vyžadují kvantifikaci údajů před samotným výpočtem. Stanovené váhy kritérií v rámci hodnoceného modelu odrážejí relativní důležitost jednotlivých kritérií.

Píšková (1993, str. 12-13) nebo Fotr a Hořický (1988, str. 76-77) rozdělují metody stanovení vah na přímé a nepřímé. Přímé metody stanovují zcela subjektivně nenormované váhy kritérií na předem stanovené bodové stupnici. K přímým metodám se řadí: bodovací metoda, Metfesselova alokace, klasifikace kritérií do tříd a další. Základ tvoří bodovací metoda, která je různě modifikována. Bodové hodnocení je vhodné opatřit deskriptorem (slovním popisem důležitosti jednotlivých přiřazených bodů). U nepřímých metod je využito párového porovnání jednotlivých kritérií, jde například o metodu Fullerova trojúhelníku nebo Saatyho metodu. (Píšková, 1993, str. 12-13)

Metody získání vah kritérií jsou obvykle nenáročné, usnadňují proces vyjádření preferencí rozhodovatele v numerické podobě. (Jablonský, 2002, str. 274)

Šubrt a kolektiv (2015, str. 157-163) rozdělují metody podle typu informace, s kterými metoda pracuje, na:

### 2.2.1 Metody pracující s ordinální informací o preferencích kritérií

Předpokladem pro tyto metody je schopnost řešitele uspořádat kritéria podle důležitosti nebo při párovém porovnání určit, které kritérium je z dvojice důležitější. Přípustná je i možnost rovnocenného hodnocení kritérií. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 157)

Výsledkem těchto metod je váhový vektor odrážející důležitost jednotlivých kritérií v rámci uvažovaného modelu. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 157-158)

Metodou pracující s ordinální informací je například metoda párového porovnání, která je prováděna pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku. Pro svou jednoduchost je velmi často užívána metoda pořadí. (Brožová a Houška, 2002, str. 116-117)

### 2.2.1.1 Metoda pořadí

*„Metoda pořadí vyžaduje od rozhodovatele pouze uspořádat kritéria od nejdůležitějšího po nejméně důležité“ (Jablonský, 2002, str. 275)*

Je dána množina n-kritérií. Nejdůležitější kritérium je hodnoceno pořadovým číslem n. Druhé nejdůležitější kritérium obdrží číslo (n-1). Postup je opakován až po nejméně důležité kritérium, kterému se přiřadí hodnota 1. V případě rovnocennosti dvojice kritérií jsou přiřazena průměrná pořadová čísla této dvojice. Tento postup je vhodný, je-li kritérium hodnoceno více osobami. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 157)

Výsledné váhy kritérií představují podíl součtu jednotlivých pořadových čísel (v případě, že hodnotilo více expertů) s jejich celkovou sumou. Součet takto normalizovaných hodnot se musí rovnat 1. Normalizace vah jednotlivých kritérií se provede dle vztahu: (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 157-158)

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, \dots, n \quad (2)$$

### 2.2.2 Metody pracující s kardinální informací o preferencích kritérií

Metody stanovující váhy kritérií z kardinálních informací vyžadují od hodnotitele kromě určení pořadí kritérií i určit poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 157-158)

Neurčuje se tedy pouze směr dominance („kdo dominuje koho“), jako u metod, které pracují s ordinální informací, ale je navíc vyžadována i kvantifikace tohoto vztahu, například pomocí různých modifikací bodové stupnice. (Fotr a Dědina, str. 122-123)

Mezi nejpoužívanější metody patří pro svou jednoduchost bodovací metoda. Další metodou je Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání. Tyto metody transformují preferenční ohodnocení kritérií do podoby váhového vektoru. (Tedy kardinálního ohodnocení důležitosti jednotlivých kritérií). (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 157-158)

### 2.2.2.1 Bodovací metoda

Kritéria jsou hodnocena na apriorně dohodnuté stupnici nejčastěji desetibodové. Čím je kritérium shledáno důležitějším, tím více bodů obdrží. Autor Houška (2019, s. 19) doporučuje 0 z bodové stupnice vynechat.

Je výhodné začít u nejdůležitějšího kritéria, které obdrží maximum bodů. Nejméně důležité kritérium obdrží minimum možných bodů. Mezi těmito hodnotami jsou ohodnocena zbylá kritéria s přihlédnutím k umístění již dříve hodnocených kritérií. Konečná hodnota vah pro jednotlivá kritéria se vypočte analogicky jako u metody pořadí. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 160)

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, \dots, n \quad (3)$$

### 2.2.2.2 Saatyho metoda

Tato metoda se již řadí k náročnějším metodám, přesto se jedná o jednu z nejpoužívanějších metod současné doby. Především na území Spojených států se jedná o velmi oblíbenou a frekventovanou metodu. Velkou výhodou Saatyho metody je její schopnost zpracovat/porovnat i měkké/kvalitativní neboli verbálně vyjádřené informace. (Jablonský, 2002, str. 276)

Metoda pracuje v Saatyho matici, kde je každá dvojice kritérií porovnána dle preferencí subjektu rozhodování. K vyjádření preferencí doporučuje profesor Saaty bodovou stupnici s deskriptory. Pomocí této škály je vyjadřován stupeň dominance jednoho kritéria nad druhým při párovém porovnání každé dvojice kritérií. (Fotr a Hořický, 1988, str. 134-135)

Bodová stupnice pro hodnocení dle Saatyho je následující: (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 160)

- 1- stejně významná, rovnocenná kritéria i a j
- 3- slabě preferované kritérium i před j
- 5- silně preferované kritérium i před j
- 7- velmi silně preferované kritérium i před j
- 9- absolutně preferované kritérium i před j

Oproti předchozím metodám lze tento postup použít, pokud hodnotí pouze jeden expert. Metoda pracuje na principu kvantitativního párového porovnání jednotlivých kritérií, která jsou hodnocena na předem stanovené devítibodové stupnici opatřené deskriptory (v případě potřeby lze použít i mezistupně 2,4,6,8). Výsledky párového porovnávání jsou uspořádány v Saatyho matici (matice relativních důležitostí). (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 160)

Každá dvojice kritérií je expertem porovnána a výsledek je zapsán do Saatyho matice  $S = (s_{ij})$ . Pokud je  $i$ -té kritérium preferováno před  $j$ -tým kritériem, je prvek  $s_{ij}$  matice  $S$  celé číslo ( $x$ ), jehož hodnota závisí na stupni preference. Méně preferované kritérium z dvojice obdrží v řádku matice  $S$  reciproční hodnotu tohoto čísla ( $1/x$  tj.  $x^{-1}$ ) v transponované poloze. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 160)

Postup navržený profesorem L. H. Saatyem, kdy jsou výsledné váhy určeny jako vlastní vektor matice  $S$  příslušející největšímu vlastnímu číslu této matice, je již výpočetně náročnější.

Poměrně přesnou aproximaci tohoto postupu poskytuje výpočet geometrického průměru pro každý řádek matice  $S$ , který je poté normalizován tak, aby součet hodnot byl roven 1. (Jablonský, 2002, str. 277-278)

## 2.3 Vícekriteriální hodnocení variant

Hodnocení jednotlivých variant při zahrnutí všech stanovených kritérií představuje závěr celé analýzy, ke kterému je od začátku směřováno. Lze použít více různých metod k posouzení jednotlivých variant v rámci stanovených kritérií. Jednoduché metody, jako například metoda pořadí nebo bodovací metoda, poskytují spíše teoretické orientační výsledky uspořádání variant. Propracované metody jsou časově i početně náročnější, jejich výsledek je ale přesnější. Jak již bylo řečeno, metody se liší svou složitostí a povahou informací, s kterými pracují. Základ vícekriteriálního hodnocení variant tvoří agregace jednotlivých hodnotících kritérií pomocí zvolené metody. Pro každou variantu je stanoveno celkové ohodnocení při zahrnutí všech možných kritérií. (Fotr a Hořícký, 1988, str. 102-104)

Metody hodnocení variant rozdělují Fotr a Dědina (1997, str. 130) na dvě základní skupiny. První skupinu tvoří metody založené na párovém porovnání variant, které jsou vhodné, pokud pracujeme s kvalitativně ohodnocenými kritérii. Druhou skupinou jsou metody založené na aditivizaci hodnotících kritérií, tedy snaha o převod kritérií zpravidla na bezrozměrnou aditivní veličinu. Tato veličina bývá označována jako utilita, užitek, nebo jen hodnota variant. Čím je tato hodnota, utilita, užitek vyšší, tím je varianta preferovanější.

*„Výsledkem procesu hodnocení variant vzhledem ke zvolenému souboru kritérií je stanovení preferenčního uspořádání variant, tj. pořadí jejich celkové výhodnosti, kdy na prvním místě je celkově nejvýhodnější varianta“* (Fotr a Dědina, 1997., str. 117)

### 2.3.1 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií

Pokud je známa pouze kritériální matice a informace o preferencích jednotlivých kritérií nejsou známy, lze pro výběr kompromisní varianty použít jednoduché metody, které tyto informace nevyžadují. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 164)

#### 2.3.1.1 Bodovací metoda a metoda pořadí

Variantám je přiřazeno ohodnocení  $b_{ij}$  v jednotlivých kritériích. Metoda pořadí je prováděna analogicky jako pro stanovení vah kritérií (2.2.1.1). Jen nejlepší hodnocení nyní odpovídá počtu variant ( $m$ ). (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 164)

Bodovací metoda vyžaduje zvolení vhodné stupnice, například 1 až 10, na které jsou varianty hodnoceny v jednotlivých kritériích. Nejlepšimu hodnocení odpovídá 10 bodů. Součet dílčích hodnot odpovídá celkovému ohodnocení každé varianty. (Fotr a Hořícký, 1988, str. 120-121)

$$b_i = \sum_{j=1}^k b_{ij} \quad (4)$$

Celkové ohodnocení ( $b_i$ ) se následně sestupně uspořádá. Kompromisní varianta je pak vybrána dle vztahu (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 164):

$$a_I: b_I = \max (b_i), i = 1, \dots, s \quad (5)$$

Tento postup lze použít, i pokud model vícekritériální analýzy variant obsahuje váhy kritérií. Celkové ohodnocení  $b_i$  pro jednotlivé varianty je pak vypočteno jako vážený součet. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 164)



### 2.3.2 Metody vyžadující kardinální informace

Tyto metody vyžadují, aby byla známa kritériální matice a kardinální informace o preferencích jednotlivých kritérií v podobě váhového vektoru. Pomocí různých postupů je vyčísleno ohodnocení pro každou variantu. Metody pracující s kardinální informací jsou například: metoda váženého součtu, ELECTRE (I, III), PROMETHEE a metoda AHP (Analytický hierarchický proces). (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 170-171)

#### 2.3.2.1 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu nebo také metoda WSA (Weighted Sum Approach) předpokládá, že každé variantě lze na základě hodnoty  $y_{ij}$  v jednotlivých kritériích přiřadit dílčí užitek, který varianta přinese, bude-li vybrána. Celkový užitek varianty představuje váženou sumu dílčích funkcí užitku varianty v jednotlivých kritériích podle vztahu (7). (Jablonský, 2002, str. 280)

Metoda je založena na poznatcích o teorii očekávaného užitku. Model vychází z práce J. von Neumanna a O. Morgensterna (*Theory of Games and Economic Behavioural*, 1947) a L. J. Savage (*The Foundations of Statistics*, 1954) z dob 40 a 50. let minulého století. Přestože práce přinesla široké teoretické poznatky, nepomohla přímo stanovit postupy řešení složitého rozhodovacího procesu. Tento problém vyřešila práce R. L. Keeney a H. Raiffa (*Decisions with Multiple Objectives: Performances and Value Trade-Offs*, 1976). V práci je uvedeno mnoho postupů, které rozhodovateli umožní vybrat variantu na základě více kritérií. Jedním z postupů je i způsob odhadu parametrů v matematické funkci, které umožňují odhad indexu čísla  $U$  a vyjádřit celkové ocenění varianty. (Dodgson, 2009, str. 24- 25)

Pro kritéria výnosového typu je dílčí funkce užitku vždy rostoucí a opačně pro kritéria minimalizační je tato funkce vždy klesající. Funkce může být konvexní, konkávní nebo lineární (v praxi časté), tvar funkce záleží na tom, jaké přírůstky hodnot rozhodovatel preferuje. Tvar dílčí funkce užitku se může změnit, pokud se v intervalu hodnot vyskytuje inflexní bod (ten zpravidla představuje určitou aspirační úroveň). (Fotr a Dědina, 1997, 131-132)

Čím vyšší je hodnota dílčí funkce užitku v daném kritériu, tím je varianta považována v tomto kritériu za výhodnější. (Brožová a Houška, 2002, str. 121)

Na základě dílčích ohodnocení je tedy stanoven celkový užitek pro každou variantu. Tato hodnota představuje užitek, který varianta přinese, pokud je realizována. Varianta  $V_1$  je preferována před  $V_2$ , pokud je hodnota užítku  $u(V_1) > u(V_2)$ . Dílčí funkce užítku a celkovou utilitu bývá zvykem normovat. Funkce nabývá hodnot 0 až 1. 0 je pro bazální hodnoty, 1 pro nejlepší, ideální hodnoty v jednotlivých kritériích. Zbylá hodnocení leží uvnitř tohoto intervalu. (Fotr a Hořický, 1988, str. 104-105)

Metodu lze použít, jen pokud je splněna podmínka preferenční nezávislosti souboru kritérií. (Dodgson, 2009, str. 25)

Postup metody váženého součtu dělí Šubrt a kolektiv (2015, str. 171), Jablonský (2002, str. 280) do 3 kroků:

1. Z kritériální matice  $Y = (y_{ij})$  určíme ideální ( $H$ ) a bazální ( $D$ ) variantu.
2. Vypočteme standardizovanou kritériální matici  $R = (r_{ij})$  podle vztahu

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \quad (6)$$

Matrice  $R$  již představuje matici hodnot funkce užítku z  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria. Hodnoty  $r_{ij}$  leží v intervalu 0 až 1. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 171)

3. Vypočteme agregovanou funkci užítku pro jednotlivé varianty:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad (7)$$

Hodnoty  $u(a_i)$  seřazené sestupně podle velikosti udávají konečné pořadí variant. Potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami lze označit za řešení problému. (Fotr a Dědina, 1997, str. 131-132)

### 2.3.2.2 AHP – Analytický hierarchický proces

Tato metoda, jejímž autorem je matematik L. H. Saaty, je jednou z nejpoužívanějších metod vícekriteriálního rozhodování. Profesor Saaty (1980) způsob hodnocení variant označuje jako analytický hierarchický proces. Za svůj přínos v oblasti vícekriteriálního rozhodování, především za proces AHP a jeho zobecnění na ANP (analytický síťový proces), byl profesor Saaty oceněn Mezinárodní společností vícekriteriálního rozhodování (International Society of Multiple Criteria Decision Making, MCDM) zlatou medailí. (Saaty, 2008, str. 83)

Metoda postupuje podobně jako Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií. Místo kritérií jsou nyní v Saatyho matici porovnávány jednotlivé varianty podle zvolených kritérií. Hierarchie modelu začíná u cíle analýzy, který předurčuje vznik jednotlivých kritérií na dalším stupni hierarchie (váhový vektor kritérií na této úrovni hierarchie je roven 1). Nejnižší úroveň tvoří posuzované varianty, mezi které je rozkládána váha jednotlivých kritérií na základě ohodnocení variant v těchto kritériích. (Fotr a Hořícký, 1988, str. 134-135)

Každé kritérium si žádá zkonstruování vlastní Saatyho matice pro porovnání jednotlivých variant. Počet Saatyho matic, které bude nutné zkonstruovat, tedy odpovídá počtu zvolených kritérií. Saatyho metoda je srozumitelná a lze ji použít, i pokud je soubor kritérií smíšené povahy (obsahuje jak kvantitativní, tak kvalitativní kritéria). Metoda poskytuje dobré výsledky, jistou nevýhodou je početní a časová náročnost. (Fotr a Hořícký, 1988, str. 134-135).

Metodu popisuje Saaty v následujících krocích, které mají zajistit organizované rozhodnutí:

1. Definice problému, určení požadovaných informací, znalostí o řešeném problému.
2. Vytvoření hierarchie rozhodování shora od cíle (cíle rozhodnutí) přes střední úroveň, kterou tvoří kritéria (případně subkritéria), na kterých závisí vznik nejnižší úrovně prvků. Nejnižší úroveň je tvořena konkrétními možnostmi rozhodnutí, tedy jednotlivými variantami.
3. Konstrukce sady Saatyho matic pro párové porovnání. Prvek na vyšší úrovni je použit k porovnání prvků bezprostředně pod ním. Váha tohoto prvku je na základě párového porovnání rozložena mezi prvky na úrovni pod ním.

4. Na základě vyšších priorit jsou vždy zvažovány priority v nižší úrovni hierarchie. Takto je postupováno až na nejspodnější úroveň, kde je vyčíslena globální konečná priorita pro každou variantu (na základě rozložených vah z vyšších úrovní hierarchie). Varianta s největší konečnou hodnotou (prioritou, preferencí) je shledána jako řešení problému. (Saaty, 2008, str. 85)

Postup stanoví konečné ohodnocení pro každou variantu, lze ho tedy využít jak pro výběr jedné kompromisní varianty, tak pro sestupné uspořádání množiny variant. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 173-174)

Dle Velasqueze (2013, str. 63) se k výhodám této metody řadí: relativně jednoduché použití, škálovatelnost, hierarchii metody lze přizpůsobit jakémukoliv problému. Nevýhodou metody je velká citlivost na případnou kritériální závislost, která může vést k obrácenému pořadí výsledků.

### **2.3.3 Metody vyžadující ordinální informace**

Tyto metody vyžadují informaci o uspořádání variant a/nebo kritérií v ordinální stupnici. Ordinální informace poskytuje pouze pořadí variant a kritérií, neříkají nám nic o tom, kolikrát je varianta/kritérium důležitější než jiné. Metod, které pracují s ordinálními informacemi, je více. K nejpoužívanějším patří lexikografická metoda. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 169)

#### **2.3.3.1 Lexikografická metoda**

Lexikografická metoda nebo také metoda postupné diktatury začíná u kritéria s největší preferencí. Pro nejdůležitější kritérium je nalezen požadovaný extrém (krajní bod). Varianta ohodnocená tímto extrémem je vybrána jako kompromisní. Pokud je podle nejdůležitějšího kritéria hodnoceno více variant stejně, přichází na řadu druhé kritérium v pořadí. Postup je opakován, dokud není nalezena kompromisní varianta nebo nezbyde množina variant po uplatnění všech kritérií. Nedostatkem této metody je nutnost postupovat na základě předem stanovené hierarchie kritérií, což může působit problémy. Jestliže jsou dvě kritéria téměř stejně důležitá, je citlivost lexikografické metody na předem zvolené pořadí jednotlivých kritérií velkou nevýhodou. Na druhou stranu je metoda díky své jednoduchosti v praxi velmi často užívána. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 169), (Dudorkin, 2003, str. 95)

### 2.3.4 Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty

Tyto metody lze aplikovat, je-li známa kritériální matice  $Y$  a kardinální informace o preferencích kritérií v podobě váhového vektoru. Metody hodnotí varianty na základě jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Jako kompromisní varianta je zvolena varianta vykazující nejmenší vzdálenost od varianty ideální. (Šubrt a kolektiv, 2015, str. 117)

#### 2.3.4.1 Metoda TOPSIS

Metoda vybírá kompromisní variantu na základě nejmenší vzdálenosti od ideální varianty a největší vzdálenosti od bazální varianty. Výhodou této metody je její jednoduchost, zejména při zachování stejného počtu kroků, v kterých metoda postupuje. Počet kroků je nezávislý na velikosti řešeného problému. (Velasquez, 2013, str. 62-63)

Metodu TOPSIS lze použít, je-li k dispozici kardinální ohodnocení jednotlivých variant a váhový vektor kritérií.

Metoda TOPSIS postupuje ve 4 krocích:

1. Z kritériální matice  $Y=(y_{ij})$  je sestavena normalizovaná kritériální matice  $R=(r_{ij})$  podle vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad (8)$$

2. Výpočet vážené normalizované kritériální matice  $W=(w_{ij})$ , dle vztahu

$$w_{ij} = v_j r_{ij} \quad (9)$$

Z matice  $W$  je sestavena ideální a bazální varianta. (Krok 1 a 2 lze sloučit do jednoho kroku.)

3. Výpočet vzdálenosti pro jednotlivé varianty od ideální varianty

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2} \quad (10)$$

Výpočet vzdálenosti od varianty bazální pro jednotlivé varianty

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2} \quad (11)$$

4. Spočteme relativní ukazatele vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (12)$$

Relativní vzdálenost od bazální varianty nabývá hodnot z intervalu 0 až 1, pro bazální variantu 0 a pro ideální 1. Ostatní hodnoty pro posuzované varianty leží uvnitř tohoto intervalu. Výsledné hodnoty  $c_i$  uspořádáme sestupně, potřebný počet variant s nejvyšším  $c_i$  je pak řešením problému. Varianta první v pořadí je označena jako kompromisní. (Brožová a Houška, 2002, str. 123-124)

### **3 Vlastní práce**

Na základě znalostí získaných v teoretické části práce jsou stanovena kritéria a zkonstruován model pro vícekriteriální hodnocení variant, který je aplikován na reálný příklad z praxe.

#### **3.1 Popis problémové situace**

Vedení podniku se rozhodlo rozšířit svou nabídku v oblasti rumů. Protože nedošlo k dohodě o nejvýhodnější variantě, která bude do nabídky zařazena, je volba tohoto rozhodnutí racionalizována pomocí sofistikovaných metod, aby byla zajištěna maximální objektivita při výběru vhodné varianty.

Vícekriteriální analýza variant bývá zpravidla konstruována pro problémy investičně náročné nebo pro velmi zásadní rozhodnutí, a proto se námi řešený model může zdát poněkud banálního charakteru. Na druhou stranu na úrovni podniku je toto rozhodnutí poměrně důležité, obzvláště rozhoduje-li se o produktu, který tvoří hlavní část nabídky, a tedy i podstatnou část podnikového zisku. Pokud budou tyto produkty v nabídce zvoleny dobře, šance prosperity podniku se zvyšuje.

##### **3.1.1 Profil podniku**

Kavárna v Sedmém nebi je denní kavárna a večerní bar, která je umístěna v centru Prahy, jen pár metrů od parku Kampa. Více než dvacetiletá tradice podniku umožnila vybudovat pevnou klientskou základnu. Vzhledem k umístění podniku v centru je složení zákazníků pestré. Do podniku zavítá množství studentů, turistů. Hlavní cílovou skupinu podniku tvoří především muži středního věku. Ačkoli jsou v nabídce podniku i prémiové produkty, není podnik zaměřen na vyloženě luxusní produkty a nabízí produkty v cenovém průměru. Nabídka podniku je převážně zaměřena na rumové nápoje, které tvoří 50% nabídky.

Podnik je otevřený 7 dní v týdnu od 10 hodin ve všední dny a od 12 hodin mimo pracovní dny. Zavírací doba je v 1 hodinu ráno. Obvykle se ale stává, že vzhledem k plnému podniku zůstává bar otevřen o dost déle.

### 3.1.2 Proces stanovení soustavy kritérií

Byla provedena dekompozice hlavního cíle na dílčí cíle. Globální cíl (vybrat rum do nabídky podniku) byl rozdělen na dva dílčí cíle, z nichž každý předurčil vznik jednotlivých kritérií. Některá ze stanovených kritérií splňují více dílčích cílů.

#### 1. dílčí cíl:

Podnikatel chce, aby si zákazník produkt koupil (první dílčí cíl). Pravděpodobnost jeho úspěchu se zvyšuje, nabízí-li produkt za přijatelnou cenu, cena je tedy podstatným kritériem v rozhodovacím procesu zákazníka (**K- cena**).

V dnešní době, kdy skoro každý vlastní mobilní telefon s připojením na internet, k orientaci při nákupu slouží dostupné internetové recenze, na jejichž základě lze posoudit předkládané možnosti (**K- recenze**).

Design, tedy vzhled, celkový dojem z produktu na nás má v rozhodování o nákupu předmětu velký vliv. Jestliže má produkt zajímavý design, který upoutá, staví ho to do jisté výhody oproti ostatním možnostem při rozhodování (**K- design**).

Vůně produktu je z hlediska hodnocení rumů důležitý faktor, kterým lze zákazníka zaujmout a přesvědčit, aby si daný produkt koupil. Varianty nabízejí zajímavé možnosti pro lidský čich a prozradí mnoho o budoucí chuti nápoje (**K- vůně**).

#### 2. dílčí cíl: uspokojení zákazníka

Zákazník si produkt koupil. Pokud je chuť produktu zajímavá, dobrá, kvalitní, zvyšuje se možnost opakované koupě. Navíc některé produkty překvapí, jak moc nás chuťově uspokojí za přijatelnou cenu. Ačkoliv je chuť poměrně subjektivním faktorem, autorka práce a zadavatel jsou názoru, že lze určit, co považovat za „chuťově dobré“ při zachování určité objektivitě. Při kvantifikaci tohoto kritéria bylo použito hodnocení třemi subjekty a výsledné hodnocení je průměrem těchto dílčích hodnocení (**K- chuť**).

Je důležité, aby byl podnik v co nejkratším čase schopen zajišťovat poptávku po svých produktech. Situace, kdy zákazník požaduje určitý produkt, který je zrovna nedostupný, je vždy nepříjemná. Zákazník zůstává neobsložen a neuspokojen (**K- doba dodání produktu**).

Poslední kritérium je pomocné. V rámci vyslovených preferencí zadavatele, který by nabídku baru nejraději obohatil o rumy spiced či dark, bylo zahrnuto kritérium druh rumu (**K- druh**).



Výše uvedená kritéria by bylo možné rozdělit i po věcné stránce, tedy podle způsobu, jakým jsou kritéria hodnocena, například na ekonomická (cena), estetická (design, vůně, chuť), časová (doba dodání), kulturní, sociální. (Píšková, 1993, str. 11)

### **3.2 Definice jednotlivých kritérií**

Po provedené diskusi s majitelem podniku bylo stanoveno 7 kritérií, která považuje za důležitá v rozhodovacím procesu zákazníka o koupi produktu v podniku. Tato kritéria můžeme rozdělit na:

- kvantitativní kritéria: cena, doba dodání, recenze
- kvalitativní kritéria: design, vůně, chuť, druh

#### **K1: Cena (MIN)**

Při výběru produktu hraje podstatnou roli cena, která je požadována co možná nejnižší. Cena jednotlivých porovnávaných variant je uvedena v korunách za lahev (0,7 l). Kritérium cena je určeno na základě faktur od dodavatelů.

Čím levněji se nám podaří pořídit kvalitní produkt, tím lépe pro podnik a i pro konečného zákazníka. Kritérium cena je tedy minimalizačního charakteru.

#### **K2: Doba dodání (MIN)**

Kritérium doby dodání představuje počet dní, které uplynou od zadání objednávky po její dodání do podniku. Pro podnik je vedle ceny důležitý faktor času, tedy v jakém čase je schopen zajistit k dispozici nabízené produkty a uspokojit tak konečnou poptávku po nich. Situace, kdy podnik nemá produkt k dispozici pro svého zákazníka, bývá pro obě strany nepříjemná. Jednotlivé varianty jsou zajišťovány různými dodavatelskými subjekty, doba jejich dodání se tedy liší.

Podnik chce mít své produkty pro zákazníky k dispozici v co nejkratším čase, jde tedy o minimalizační kritérium.

#### **K3: Recenze (MAX)**

Kritérium recenze je vyjádřeno v procentech a je stanoveno na základě dostupných recenzí z internetu. Recenze je postavena na názoru široké veřejnosti, kterou byly jednotlivé rupy hodnoceny. Oproti tomu kritérium degustace vyjadřuje subjektivní hodnocení profesionálů.

Je zřejmé, že čím vyšší procenta varianta získá, tím je hodnocena lépe, jde tedy o maximalizační kritérium.

#### **K4: Design (MAX)**

Kritérium design je stanoveno na základě bodového ohodnocení majitele, provozního a zaměstnance. Ti ohodnotili vzhled lahve na stupnici 1 až 100 bodů. Finální ohodnocení jednotlivých variant dle kritéria design představuje prostý aritmetický průměr z dílčích hodnocení. Vzhled lahve je velmi důležitý. Pokud je lahev zajímavá, přitáhne pozornost a zvyšuje pravděpodobnost koupě.

Z výše uvedeného vyplývá, že čím více bodů varianta získala, tím je hodnocena lépe. Jde tedy o maximalizační kritérium.

#### **K5: Vůně (MAX)**

Kritérium vůně bylo stanoveno bodovací metodou. Majitel podniku a provozní hodnotili jednotlivé varianty dle vůně na stupnici 1 až 100 bodů. Prostý aritmetický průměr těchto hodnot představuje celkové ohodnocení jednotlivých variant dle kritéria vůně. Vůně stejně jako design je důležitou součástí prezentace produktu bez nutnosti konzumace (jako je tomu například u kritéria degustace). Barman může dát potenciálnímu kupujícímu přičichnout a zvýšit tak možnost prodeje. Vůně nám také napoví, jakou chuť lze očekávat.

Čím více bodů v tomto kritériu varianta získala, tím lépe byla hodnocena. Jde tedy o maximalizační kritérium.

#### **K6: Chuť (MAX)**

Kritérium chuť je stanoveno na základě degustace. Majitel podniku a provozní byli požádáni, aby jednotlivé rumy ochutnali a obodovali na škále 1 až 100 bodů. Celkové ohodnocení varianty bylo stanoveno jako prostý aritmetický průměr z těchto hodnot.

Čím pozitivněji (tj. více body) byla položka ohodnocena, tím byla chuť rumu shledána lepší. Jde tedy o maximalizační kritérium.

#### **K7: Druh (MAX)**

Rumové nápoje můžeme mimo jiné dělit dle druhu (barvy). Základ tvoří tři kategorie: tmavý (dark), světlý (blanc/o) a ochucený/kořeněný (spiced). V České republice je stále nejpopulárnější tmavý rum. Velké množství lidí spojuje tmavý rum s vyšší kvalitou (poznámka autorky: tento názor je v dnešní době bohužel již irelevantní, neboť rumy jsou dobarvovány karamellem). Majitel podniku byl požádán, aby jednotlivé druhy rumů uspořádal dle svých preferencí s důrazem na koncept podniku.

### 3.3 Stanovení vah kritérií

Pro stanovení vah jednotlivých kritérií byla použita metoda pořadí. Majitel podniku byl požádán, aby jednotlivá kritéria uspořádal dle preferenčního pořadí s ohledem na profil cílové skupiny podniku. Výpočet je realizován na základě postupu uvedeného v kapitole 2.2.1.

Výsledné váhy jsou spočítány jako podíl hodnoty  $b_j$  v konkrétním kritériu a celkové sumy hodnot  $b_j$  ve všech kritériích. (například váha kritéria doba dodání byla vypočtena jako  $3/28$ )

Kritéria	Pořadí	$b_j$	Váhy
Doba dodání	5	3	0,107
Cena	6	2	0,072
Recenze	4	4	0,143
Chuť	2-3	5,5	0,196
Vůně	2-3	5,5	0,196
Design	1	7	0,25
Druh	7	1	0,036
$\Sigma$		<b>28</b>	<b>1</b>

**Tabulka 1- Výpočet vah kritérií**

(Zdroj: vlastní zpracování)

### 3.4 Představení množiny variant

Jednotlivá kritéria předurčila vznik možných variant, které mohou být vybrány jako řešení problému. Hodnocené varianty zobrazuje Tabulka 2 společně s hodnotami variant pro jednotlivá kvantitativní kritéria (cena, recenze, doba dodání). Dále je v Tabulce 2 uvedeno kritérium druh, které poskytuje nominální informace o jednotlivých variantách. Přidáním preferencí bylo toto kritérium převedeno na ordinální informace.

Pořadí dle preference jednotlivých druhů jsou následující: 1.Dark, 2. Spiced, 3. Blanc. Tyto preference byly dále kvantifikovány na bodové škále 1 až 3 body (1- nejhorší; 3- nejlepší).

<b>Varianta/ Kritérium</b>	<b>Cena (Kč)</b>	<b>Recenze (%)</b>	<b>Doba dodání (dny)</b>	<b>Druh (body)</b>
<b>Povaha kritéria</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>1. GOLD OF MAURITIUS</b>	850	90	1	<b>3</b>
<b>2. DIPLOMÁTICO PLANAS</b>	830	90	1	1
<b>3. PYRAT XO RESERVE</b>	719	93	<b>0,5</b>	<b>3</b>
<b>4. MILLONARIO 15 RESERVA ESPECIAL</b>	1120	96	1	<b>3</b>
<b>5. TOUCAN BLANC</b>	889	<b>100</b>	<b>0,5</b>	1
<b>6. BOTRAN COBRE</b>	1500	<b>100</b>	1	2
<b>7. A. H. RIISE BLACK BARREL</b>	734	96	2	<b>3</b>
<b>8. LEGADO ELIXIR</b>	849	98	1,5	2
<b>9. MARAMA SPICED FIJIAN</b>	720	82	2	2
<b>10. KRAKEN BLACK SPICED</b>	<b>439</b>	93	1,5	2

**Tabulka 2- Představení jednotlivých variant, kvantitativní kritéria**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Data pro kritérium recenze byla získána ze stránek Heureka.cz. (Heureka.cz, 2020). Kritérium cena bylo vyselektováno z jednotlivých dodavatelských stránek a obdobně byla získána data i pro kritérium druh, které bylo následně kvantifikováno dle preferencí zadavatele. (UPB, 2020), (Alkohol.cz, 2020), (Alkosbírka, 2020), (Makro, 2020)

### 3.4.1 Dílčí hodnocení variant (kvantifikace kritérií)

Před samotným výpočtem a celkovým hodnocením variant je provedena kvantifikace kvalitativních kritérií (design, vůně, chuť). Pro zhodnocení a kvantifikaci důsledků zmíněných kritérií pro jednotlivé varianty byla stanovena bodová stupnice 1 až 100 bodů, na které bylo provedeno hodnocení. Stupnice byla opatřena deskriptory pro lepší orientaci a srozumitelnost.

<b>Bodové ohodnocení</b>	<b>Zdůvodnění bodového ohodnocení</b>
<b>100</b>	<b>Výborné</b> , nadprůměrné hodnocení, varianta kvalitativně převažuje ostatní varianty. Varianta je kvalitativně nesrovnatelná s ostatními. K variantě nemám žádné výhrady.
<b>99-75</b>	Kvalitativní vlastnosti varianty jsou stále hodnoceny <b>velmi vysoce</b> . Varianta je téměř srovnatelná s variantou výbornou.
<b>74-50</b>	Varianta je hodnocena <b>nadprůměrně</b> , hodnotitel má ke kvalitativním vlastnostem varianty drobné výhrady.
<b>49-25</b>	Nabízená varianta je shledána <b>průměrnou</b> , v kvalitativních kritériích je hodnocena pouze průměrnými výsledky a stanovené cíle naplňuje pouze omezeně. Hodnotitel má ke kvalitativním vlastnostem varianty značné výhrady.
<b>24-1</b>	Hodnocená varianta není srovnatelná s ostatními variantami a je hodnocena <b>podprůměrně</b> . Kvalitativní vlastnost varianty je shledána jako nevyhovující.

**Tabulka 3- Bodová stupnice pro kvantifikaci hodnocených kritérií**  
(Zdroj: vlastní zpracování)

Tabulka 3 rozděluje bodovou stupnici do 5 intervalů a má zajistit lepší srozumitelnost použití jednotlivých stupňů bodového hodnocení k vyjádření subjektivních preferencí hodnotitelů. Při hodnocení důsledků variant v jednotlivých kritériích lze použít jakékoliv celé číslo z intervalu 1 až 100.

### 3.4.1.1 Kvantifikace kritéria design

Varianta	Bodové hodnocení			
	Majitel	Provozní	Zaměstnanec	$\bar{x}$
1	82	89	80	83,66
2	70	79	65	71,33
3	80	70	69	73
4	55	35	78	56
5	65	49	60	58
6	95	75	83	<b>84,33</b>
7	75	30	100	68,33
8	63	49	60	57,33
9	82	60	85	75,66
10	85	58	75	72,66

**Tabulka 4- Bodové ohodnocení kritéria design**

(zdroj: vlastní zpracování)

Dle kritéria design byla nejlépe hodnocena varianta číslo 6 (Botran Cobre) s průměrem 84,33 body (Vzhled jednotlivých variant je k nahlédnutí v Příloze 1). Velmi těsně za touto variantou se umístila varianta 1 s 83,66 body (Gold of Mauritius). Poměrně blízko k sobě pak byly hodnoceny v tomto kritériu také varianty 2, 3 a 9,10.

### 3.4.1.2 Kvantifikace kritéria vůně

Varianta	Bodové hodnocení		
	Majitel	Provozní	$\bar{x}$
1	80	60	70
2	75	80	77,5
3	85	95	<b>90</b>
4	85	70	77,5
5	70	57	63,5
6	75	73	74
7	90	85	87,5
8	75	65	70
9	83	93	88
10	64	55	59,5

**Tabulka 5- Bodové ohodnocení kritéria vůně**  
(zdroj: vlastní zpracování)

Na základě kritéria vůně je nejlépe hodnocena varianta číslo 3 (Pyrat XO Reserve) s 92,5 body. Pokud by varianty byly hodnoceny pouze monokriteriálně na základě kritéria vůně, byla by varianta 3 vybrána jako řešení problému. Hodnotící subjekty se u varianty 3 shodovaly na příjemné sladké vůni se stopou vanilky, medu a pomeranče. Další variantou s vysokým hodnocením v tomto kritériu je varianta číslo 7 (A. H. Riise Black Barrel) s 90 body. Vůně byla hodnocena jako výrazná, kořeněná, skořicová.

### 3.4.1.3 Kvantifikace kritéria chut'

Varianta	Bodové hodnocení		
	Majitel	Provozní	$\bar{x}$
<b>1</b>	100	85	<b>92,5</b>
<b>2</b>	75	70	72,5
<b>3</b>	65	60	62,5
<b>4</b>	85	75	80
<b>5</b>	65	70	67,5
<b>6</b>	93	80	86,5
<b>7</b>	60	72	66
<b>8</b>	55	70	62,5
<b>9</b>	80	95	87,5
<b>10</b>	63	71	67

**Tabulka 6- Bodové ohodnocení kritéria chut'**  
(zdroj: vlastní zpracování)

V hodnocení dle kritéria vůně je nejlépe hodnocena varianta číslo 1 (GOLD OF MAURITIUS) s 92,5 body. Hodnotící subjekty byly mile překvapeny velmi jemnou oříškovou chutí této varianty.

Z výše uvedeného (3.4.1.1 až 3.4.1.3) je zřejmé, že izolované uplatnění jednotlivých kritérií vede k různým výsledkům. To vyplývá z konfliktní povahy jednotlivých hodnotících kritérií. Pro stanovení celkově nejvýhodnější varianty je nutné provést syntézu těchto dílčích důsledků (hodnocení) variant v jednotlivých kritériích a stanovit variantu hodnocenou nejlépe při zahrnutí celého souboru kritérií.



### 3.5 Syntéza dílčích hodnocení variant

Před samotným výpočtem jsou kvalitativní kritéria, která byla kvantifikována v předchozí kapitole společně s ostatními kvantitativními kritérii, zapsána v kritériální matici, která slouží jako podklad pro výpočet kompromisní varianty. Matice je doplněna o vektor vah  $v$ , vyjadřující preference jednotlivých kritérií, který byl vypočten v kapitole 3.3 metodou pořadí. Vzhledem k práci s kardinálními informacemi a se znalostí vektoru vah byla pro výběr kompromisní varianty zvolena na základě znalostí načerpaných v teoretické části práce metoda WSA (váženého součtu).

Povaha kritéria	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta/ Kritérium	CENA	RECENZE	DOBA DODÁNÍ	DRUH	DESIGN	VŮŇĚ	CHUŤ
<b>1</b>	850	90	1	<b>3</b>	83,66	70	<b>92,5</b>
<b>2</b>	830	90	1	1	71,33	77,5	72,5
<b>3</b>	719	93	<b>0,5</b>	<b>3</b>	73	<b>90</b>	62,5
<b>4</b>	1120	96	1	<b>3</b>	56	77,5	80
<b>5</b>	889	<b>100</b>	<b>0,5</b>	1	58	63,5	67,5
<b>6</b>	1500	<b>100</b>	1	2	<b>84,33</b>	74	86,5
<b>7</b>	734	96	2	<b>3</b>	68,33	87,5	66
<b>8</b>	849	98	1,5	2	57,33	70	62,5
<b>9</b>	720	82	2	2	75,66	88	87,5
<b>10</b>	<b>439</b>	93	1,5	2	72,66	59,5	67
<b>v</b>	<b>0,072</b>	<b>0,143</b>	<b>0,107</b>	<b>0,036</b>	<b>0,25</b>	<b>0,196</b>	<b>0,196</b>

Tabulka 7- Vstupní hodnoty kritériální matice Y  
(zdroj: vlastní zpracování)

Z Tabulky 7 je zřejmé, že uvedená kritéria jsou smíšené povahy. Před samotným výpočtem jsou minimalizační kritéria transformována na maximalizační pomocí vztahu uvedeného v kapitole 2.1.2. Sloupec pro minimalizační kritérium je proto vynásoben hodnotou -1, přeměna  $y'_{ij} = -y_{ij}$  (Tabulka 8). Jedná se konkrétně o kritéria cena a doba dodání.

### 3.5.1 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr kompromisní varianty byla zvolena metoda váženého součtu, která je vhodná, pokud je pracováno s číselnými údaji. Metoda vybírá kompromisní variantu na základě maximální hodnoty užitku, který varianta rozhodovateli přinese. Metoda exaktně přiřadí každé variantě hodnotu užitku, vybranou variantou je pak varianta s největší hodnotou této veličiny. Postup metody váženého součtu je popsán v kapitole 2.3.2. Před samotným výpočtem jsou minimalizační kritéria převedena na maximalizační.

Povaha kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta/ Kritérium	CENA	RECENZE	DOBA DODÁNÍ	DRUH	DESIGN	VŮNĚ	CHUŤ
<b>1</b>	-850	90	-1	<b>3</b>	83,66	70	<b>92,5</b>
<b>2</b>	-830	90	-1	1	71,33	77,5	72,5
<b>3</b>	-719	93	<b>-0,5</b>	<b>3</b>	73	<b>90</b>	62,5
<b>4</b>	-1120	96	-1	<b>3</b>	56	77,5	80
<b>5</b>	-889	<b>100</b>	<b>-0,5</b>	1	58	63,5	67,5
<b>6</b>	-1500	<b>100</b>	-1	2	<b>84,33</b>	74	86,5
<b>7</b>	-734	96	-2	<b>3</b>	68,33	87,5	66
<b>8</b>	-849	98	-1,5	2	57,33	70	62,5
<b>9</b>	-720	82	-2	2	75,66	88	87,5
<b>10</b>	<b>-439</b>	93	-1,5	2	72,66	59,5	67
<b>v</b>	<b>0,072</b>	<b>0,143</b>	<b>0,107</b>	<b>0,036</b>	<b>0,25</b>	<b>0,196</b>	<b>0,196</b>

Tabulka 8 – Přepočtené výchozí hodnoty kritériální matice Y  
(zdroj: vlastní zpracování)

Tabulka 8 již obsahuje všechna kritéria stejné povahy, tj. všechna kritéria jsou maximalizační a můžeme tedy přistoupit k prvnímu kroku výpočtu metody WSA.

### 3.5.1.1 Výpočet výsledku metodou WSA

Z hodnot kritériální matice (Tabulka 8) je sestavena/určena nejlepší (ideální) a nejhorší (bazální) varianta. Pro usnadnění dalšího kroku výpočtu je Tabulka 9 doplněna o řádek uvádějící hodnotu rozdílu ideální a bazální varianty.

Kritérium	CENA	RECENZE	DOBA DODÁNÍ	DRUH	DESIGN	VŮŇĚ	CHUŤ
<b>H</b>	- 439	100	-0,5	3	84,33	90	92,5
<b>D</b>	-1500	82	-2	1	56	59,5	62,5
<b>H - D</b>	1061	18	1,5	2	28,33	30,5	30

**Tabulka 9 - Ideální a bazální varianta**  
(zdroj: vlastní zpracování)

Dle vztahu (6) jsou vypočteny hodnoty standardizované kritériální matice R, ta již představuje jednotlivé hodnoty funkce užitku z i-té varianty podle j-tého kritéria. Prvky této matice leží v intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ . Prvek  $r_{ij}$  matice R nabývá hodnoty 1 pro ideální a 0 pro bazální variantu. Hodnoty výchozí kritériální matice Y jsou přepočteny následně:

$$r_{12} = \frac{90 - 82}{100 - 82} \quad (13)$$

Varianta/ Kritérium	CENA	RECENZE	DOBA DODÁNÍ	DRUH	DESIGN	VŮŇĚ	CHUŤ
<b>1</b>	0,6126	0,4444	0,6667	<b>1</b>	0,9764	0,3443	<b>1</b>
<b>2</b>	0,6315	0,4444	0,6667	<b>0</b>	0,5411	0,5902	0,3333
<b>3</b>	0,7361	0,6111	<b>1</b>	<b>1</b>	0,6000	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>4</b>	0,3582	0,7778	0,6667	<b>1</b>	<b>0</b>	0,5902	0,5833
<b>5</b>	0,5759	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	0,0706	0,1311	0,1667
<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	0,6667	0,5	<b>1</b>	0,4754	0,8
<b>7</b>	0,7220	0,7778	<b>0</b>	<b>1</b>	0,4352	0,9180	0,1167
<b>8</b>	0,6136	0,8889	0,3333	0,5	0,4669	0,3443	<b>0</b>
<b>9</b>	0,7352	<b>0</b>	<b>0</b>	0,5	0,6940	0,9344	0,8333
<b>10</b>	<b>1</b>	0,6111	0,3333	0,5	0,5881	<b>0</b>	0,15
<b>v</b>	<b>0,072</b>	<b>0,143</b>	<b>0,107</b>	<b>0,036</b>	<b>0,25</b>	<b>0,196</b>	<b>0,196</b>

**Tabulka 10 - Hodnoty standardizované kritériální matice R,** (zdroj: vlastní zpracování)

Tabulka 10 již představuje konkrétní hodnoty funkce užitku variant pro jednotlivá kritéria. Čím lépe byla varianta v daném kritériu hodnocena, tím více se tato hodnota blížíla 1. Celkový užitek varianty při zohlednění všech kritérií vypočteme podle vztahu (7), jako váženou sumu hodnot standardizované kritériální matice. Váhou jsou v tomto případě váhy jednotlivých kritérií. Pro první variantu tedy:

$$u(a_1) = 0,072 * 0,6126 + 0,143 * 0,4444 + 0,107 * 0,6667 + 0,036 * 1 + 0,25 * 0,9764 + 0,196 * 0,3443 + 0,196 * 1$$

Varianta	Celkový užitek	Pořadí
<b>1</b>	<b>0,7225761</b>	<b>2.</b>
<b>2</b>	0,4966351	6.
<b>3</b>	0,6293865	3.
<b>4</b>	0,4743587	7.
<b>5</b>	0,3674836	10.
<b>6</b>	<b>0,7323153</b>	<b>1.</b>
<b>7</b>	0,5108106	5.
<b>8</b>	0,4091628	8.
<b>9</b>	0,5909036	4.
<b>10</b>	0,3894754	9.

**Tabulka 11- Celkové hodnocení variant**  
(zdroj: vlastní zpracování)

V Tabulce 11 jsou uvedeny konečné hodnoty celkového užitku variant, které byly vypočteny pro každou variantu dle vztahu (7). Metoda váženého součtu přiřadí každé hodnocené variantě konečnou hodnotu užitku při zohlednění všech kritérií. Lze ji tedy využít jak pro výběr jedné kompromisní varianty, tak i pro celkové uspořádání množiny variant. Tučně zvýrazněné varianty 1 a 6 jsou metodou váženého součtu hodnoceny nejlépe, a jsou tedy výsledkem výběru produktu.

## 4 Zhodnocení výsledku

Na základě dekompozice hlavního cíle na dva dílčí cíle je stanoveno 7 kritérií, která figurují v rozhodovacím procesu zákazníka o koupi produktu. Množina variant je stanovena na základě návrhů jednotlivých členů vedení podniku a také podle doporučení jednotlivých dodavatelských subjektů.

Váhy jednotlivých kritérií jsou stanoveny metodou pořadí na základě vyslovených preferencí majitele podniku. Kritéria chuť a vůně jsou shledána stejně důležitá.

Pro výpočet výsledku a určení kompromisní varianty je vybrána metoda WSA, která každé variantě přiřazuje celkovou hodnotu užitku, který varianta přinese, je-li zvolena. Metodou váženého součtu je nejlépe hodnocena varianta číslo 6 (Botran Cobre). S velmi nepatrným rozdílem se za touto variantou umístila varianta číslo 1 (Gold of Mauritius). Obě tyto varianty jsou doporučeny vedení podniku v Sedmém nebi.

Vybraná varianta číslo 1, která je hodnocena velmi těsně za variantou 6, se shoduje s výběrem, který provedl majitel podniku bez užití sofistikovaných metod. Tato varianta nabízí zajímavé vlastnosti v kritériích design, vůně a chuť, která je opravdu delikátní. Variantu číslo 6 majitel podniku zvažoval až na pátém místě.

Velmi těsně jsou také hodnoceny varianty číslo 3 a 9. Další skupinou variant, které jsou podobně hodnoceny okolo průměru, jsou varianty 2,4 a 7. Varianta číslo 2 se celkově umístila na šestém místě, přestože se jedná o bílý rum, tedy nejméně preferovanou skupinu.

Nejhůře hodnocenou variantou je varianta číslo 5, která dosahovala slabých výsledků v kritériích s největší hodnotící vahou.

## 5 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce byl výběr vhodného produktu k zařazení do podnikové nabídky. Výběr produktu byl uskutečněn pomocí vhodných nástrojů a metod vícekriteriální analýzy.

V teoretické části práce popisuje současnou problematiku vícekriteriální analýzy variant. Na základě literární rešerše práce shrnuje základní poznatky v této oblasti. Jsou vysvětleny základní pojmy této problematiky a metody stanovení vah kritérií. Dále jsou v práci vysvětleny některé metody výběru kompromisní varianty.

Analytická část se zaměřuje na výběr produktu s využitím nástrojů vícekriteriální analýzy variant. Je stanoven hlavní cíl analýzy a je provedena dekompozice tohoto cíle na dva dílčí cíle, které předurčily vznik jednotlivých kritérií. Po pečlivém zvážení jsou stanovena hodnotící kritéria tak, aby co nejlépe splňovala požadavky, které jsou na soubor kritérií kladeny. Následně je proveden sběr dat a kvantifikace původních kvalitativních kritérií pomocí bodového ohodnocení. K vyjádření stupně důležitosti jednotlivých kritérií byla vybrána metoda pořadí. Výpočet a následný výběr kompromisní varianty je proveden metodou váženého součtu.

V závěru bakalářské práce je pomocí metody váženého součtu přiřazena hodnota užítku pro každou hodnocenou variantu. Varianty s největší celkovou hodnotou užítku jsou doporučeny jako řešení problému. Výsledky analýzy jsou předány vedení podniku v Sedmém nebi, které na jejich základě s přihlédnutím k původnímu rozhodnutí majitele vybralo variantu číslo 1.

Popularita a zájem o operační výzkum je stále na vzestupu. Vícekriteriální analýza má v dnešním světě široké využití v politice, managementu, strategickém řízení a dalším. Postupy vícekriteriální analýzy umožňují rozhodovateli exaktně pomocí sofistikovaných nebo jiných heuristických metod vybrat možnost rozhodnutí, přičemž postup výběru je průhledný, to znamená, že každému musí být z postupu jasné, proč bylo vybráno ono konkrétní řešení. Dále je postup rekapitulovatelný, aspoň do určité míry. Špatně strukturovatelné problémy nemají deterministickou povahu, a je tedy nutné se vždy situaci přizpůsobit.

Model vícekriteriální analýzy, který byl zkonstruován v praktické části práce, by mohl být případně dále rozšířen a určitým způsobem algoritmizován, tak aby ho podnikatel mohl v případě potřeby použít znovu pro výběr produktu. K tomuto účelu by byla nutná

větší objektivizace sledovaných kritérií a jejich vah spolu s rozšířením výzkumného vzorku. Takto upravený model by mohl mít větší předpoklady pro další využití a uplatnění při objektivizaci postupu výběru produktu pro koncového zákazníka, tak aby byl zákazník co možná nejvíce uspokojen.

## 6 Seznam použitých zdrojů

ŠUBRT, Tomáš a kolektiv. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015. ISBN 978-80-7380-563-0

ZÍSKAL, Jan a HAVLÍČEK, Jaroslav. *Ekonomicko matematické metody I: studijní texty pro distanční studium*. Vyd. 2. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-0761-7

BROŽOVÁ, Helena a HOUŠKA, Milan Česká zemědělská univerzita v Praze. Katedra operační a systémové analýzy. *Základní metody operační analýzy*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN 8021309512

PÍŠKOVÁ, Věra. *Vícekritériální hodnocení variant 1: Příručka pro uživatele*. 1. vyd. Praha: Výzk. ústav výstavby a archit, 1993. ISBN 808512484X

DUDORKIN, Jiří a České vysoké učení technické v Praze. Elektrotechnická fakulta. *Systémové inženýrství a rozhodování*. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2003. ISBN 80-01-02737-6

FOTR, Jiří; HOŘICKÝ, Karel. *Rozhodování: řešení rozhodovacích problémů v řízení*. Institut řízení, 1988

FOTR, Jiří a DĚDINA, Jiří. *Manažerské rozhodování*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 1997. ISBN 80-901991-7-8

JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-42-8.

DODGSON, John S., et al. *Multi-criteria analysis: a manual*. 2009. ISBN: 978-1-4098-1023-0 Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/30529921\\_Multi-Criteria\\_Analysis\\_A\\_Manual](https://www.researchgate.net/publication/30529921_Multi-Criteria_Analysis_A_Manual)



## Internetové zdroje

HOUŠKA, Milan. *Vícekritériální rozhodování*. In: Katedra operační a systémové analýzy PEF ČZU v Praze. [online]. 4. dubna 2019 [cit. 2020-02-25]. Dostupné z:

<https://www.slideserve.com/leyna/v-cekriteri-ln-rozhodov-n-powerpoint-ppt-presentation>

SAATY, Thomas L. *Decision making with the analytic hierarchy process*. International journal of services sciences, 2008: 83-98. [online]. [cit. 2020-02-28] Dostupné z:

<http://www.rafikulislam.com/uploads/resources/197245512559a37aadea6d.pdf>

VELASQUEZ, Mark; HESTER, Patrick T. *An analysis of multi-criteria decision making methods*. International journal of operations research, 2013, 10.2: 56-66. [cit. 2020-03-04]

Dostupné z: [https://www.orstw.org.tw/ijor/vol10no2/ijor\\_vol10\\_no2\\_p56\\_p66.pdf](https://www.orstw.org.tw/ijor/vol10no2/ijor_vol10_no2_p56_p66.pdf)

Heureka.cz [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z:

<https://destilaty.heureka.cz/f:11004:112791/>

Alkohol.cz [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <https://www.alkohol.cz>

Alkosbírka [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <https://alkosbirka.cz/katalog/rum-17/>

UPB [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <https://www.upb.cz/cs/produkty>

Makro.cz [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <https://sortiment.makro.cz/cs/napoje-tabak/alkohol/rum-cachaca/7315c/>

## 7 Přílohy

### Příloha 1 – Hodnocené varianty

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.

