UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Diplomová práce

Optimalizace distribuční strategie v potravinářské firmě

Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky
Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Miroslav Rypka, Ph.D.**
Vypracoval: **Bc. Karolína Markulčeková**

Studijní program: N1103 Aplikovaná matematika
Studijní obor: Aplikace matematiky v ekonomii
Forma studia: prezenční
Rok odevzdání: 2018

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Autor: Bc. Karolína Markulčeková

Název práce: Optimalizace distribuční strategie v potravinářské firmě

Typ práce: diplomová

Pracoviště: Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

Vedoucí práce: Mgr. Miroslav Rypka, Ph.D.

Rok obhajoby: 2018

Abstrakt: Cílem diplomové práce je na základě dat poskytnutých potravinářskou firmou vyhodnotit aktuální přínos jednotlivých skladů, které firma využívá k nepřímé distribuci a díky tomuto vyhodnocení pomoci navrhnout varianty a tím i odběratele vhodné pro případný přechod na formu přímé distribuce. Práce je zaměřena především na popis a využití matematických metod vícekriteriálního rozhodování v praxi. Práce je členěna na část teoretickou a praktickou. Teoretická část poskytuje čtenáři teoretický podklad a postupy pro případné samostatné zpracování podobné analýzy. Část praktická je rozdělena na vyhodnocení dotazníkového šetření a následné vícekriteriální hodnocení jednotlivých skladů z hlediska jejich přínosu pro firmu a samotného zákazníka.

Vzhledem k citlivosti údajů poskytnutých firmou, není v práci uveden popis firmy a volená data jsou z velké části fiktivní (upravená).

Klíčová slova: optimalizace, distribuce, distribuční strategie, dotazníkové šetření, matematické metody rozhodování, kritéria, váhy.

Počet stran: 74

Počet příloh: 3

Jazyk: český

BIBLIOGRAPHIC IDENTIFICATION

Author: Bc. Karolína Markulčeková

Title: Optimizing sales strategy of a particular food company

Type of thesis: Master's

Department: Department of Mathematical Analysis and Application of Mathematics

Supervisor: Mgr. Miroslav Rypka, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: The aim of the thesis is to evaluate the contribution of particular warehouses in the context of indirect distribution. Each candidate will be evaluated on the basis of the data provided by the food company. Based on these evaluations of individual warehouses, the most suitable alternatives and customers for a potential transition to direct distribution will be proposed. The thesis is focused mainly on description and use of mathematical methods of multi-criterial decision making in practice. The thesis is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part serves as a basis of the practical part. The practical part is divided into the evaluation of the questionnaire survey and multi-criteria evaluation of the individual warehouses in terms of their contribution to the company and to the customer. The thesis can also serve as an illustrative example of the use of these methods in practice for all those interested in this methodology.

Due to the sensitivity of the data provided by the company, the name is not mentioned, and the elected data are mostly fictitious (modified).

Key words: optimization, distribution, distribution strategy, survey, decisions, decision situation, mathematical methods of multicriterial decision making, criteria.

Number of pages: 73

Number of appendices: 3

Language: Czech

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením pana Mgr. Miroslava Rypky, Ph.D. a všechny použité zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci dne ……………………. ……………………..................

Podpis

Obsah

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Miroslavu Rypkovi, Ph.D. za pomoc, ochotu, odborné vedení a za veškerý čas, který mi věnoval při konzultacích.

Úvod

Rozhodování je nedílnou součástí každodenního života každého z nás. Rozhodnutí činíme prakticky denně. Rozhodování patří také mezi základní úlohy managementu, pro který je správné a rychlé rozhodnutí často klíčové. S rostoucím počtem možných variant a kritérií rozhodování je složitější uskutečnit rozhodnutí bezprostředně a bez hlubší analýzy. S rozhodováním souvisí hodnocení, díky kterému dokážeme jednotlivé varianty posuzovat mezi sebou a vybrat tak mezi nimi optimální variantu nebo dle hodnocení určit pořadí více variant.

Tato práce je inspirována praktickým rozhodovacím problémem, kdy vybraná firma uvažuje o změně strategie distribuce. Díky této změně by mohla postupně získat bližší vztah ke svým zákazníkům a také snížit náklady, které aktuální zvolená strategie přináší. Jelikož změna strategie není jednoduchá a jedná se o změnu postupnou, úlohou této práce je vyhodnotit aktuální stav, ze kterého je možné posoudit, jak by tato změna mohla postupně proběhnout.

Hlavní úloha praktické části této práce je posoudit přínos ze vztahu jednotlivých skladů, se kterými firma aktuálně spolupracuje v rámci nepřímé distribuce svého produktu. Praktická část je jako první zaměřena na vyhodnocení uskutečněného dotazníkového šetření. Toto dotazníkové šetření bylo vyhotoveno za účelem určit hlavní motivy pro odběr produktu ze skladu koncovým zákazníkem. Na základě výsledků tohoto dotazníkového šetření a dalších zvolených kritérií jsou následně hodnoceny jednotlivé sklady z hlediska jejich přínosu pro zákazníka a firmu samotnou pomocí vybraných matematických metod vícekriteriálního hodnocení.

V teoretické části práce jsou popsány matematické rozhodovací metody, využité v praktické části a úvod do problematiky možností distribučních cest.

1 Distribuce

Tato kapitola čtenáře stručně seznamuje s podstatou distribuce, pojmy a jednotlivými typy distribučních cest. Zaměřuje se především na přímou a nepřímou distribuci a rozdíly mezi nimi.

Kapitola 1 je zpracována podle literatury [5] (viz kapitola Seznam použitých zdrojů).

Distribuce je soubor všech činností a subjektů, které zajišťují pohyb zboží a služeb prostřednictvím distribuční cesty až ke konečnému zákazníkovi, spotřebiteli nebo uživateli a pohyb plateb v opačném směru původnímu výrobci nebo dodavateli. Distribuční cesta je soubor cíleně uspořádaných, vzájemně závislých organizací podílejících se společně na procesu zpřístupnění výrobků a služeb zákazníkovi. Jelikož se jednotlivé typy distribučních cest liší v nákladech, vztazích se zákazníky, složitosti a zdrojích potřebných k udržení distribuční cesty, je rozhodování o typu distribuční cesty složitým úkolem oblasti řízení v marketingu. Vybraná distribuční cesta by měla odpovídat a posilovat cíle marketingového plánu firmy.

1.1 Typy distribučních cest

Mezi dva základní typy distribuční cesty řadíme přímou a nepřímou distribuci. V případě přímé distribuce dochází k přímému kontaktu mezi výrobcem a spotřebitelem. V případě distribuční cesty nepřímé je využito služeb mezičlánků. Se zvětšujícím se počtem mezičlánkům dochází k prodlužování distribuční cesty. Nejvyužívanější mezičlánky distribuční cesty jsou velkoobchod a maloobchod. Velkoobchod se zaměřuje především na nákup zboží a služeb přímo od výrobců a jeho následný prodej v menším množství maloobchodním prodejcům, kteří zajišťují jeho další prodej koncovému zákazníkovi. Mezi hlavní typy velkoobchodu se řadí univerzální velkoobchody, speciální velkoobchody, zásilkové organizace a organizace nazývané „Cash and Carry“. Maloobchod se zaměřuje na prodej zboží a služeb koncovému zákazníkovi. Maloobchod poskytující službu je například banka, hotel, tenisový klub, nemocnice, kino, restaurace apod. Hlavními typy maloobchodních organizací, které se zabývají prodejem zboží, jsou supermarkety, hypermarkety, velkoprodejny, obchodní domy, obchody s levným zbožím, místní prodejny apod.

1.1.1 Výhody přímých distribučních cest

Hlavní výhoda přímé distribuční cesty je především v přímém kontaktu se zákazníkem. Díky tomuto přímému kontaktu může výrobce získat od zákazníka lepší zpětnou vazbu a může mu poskytnou individuální přístup. Ve většině případů se díky neúčasti mezičlánků také snižují náklady. Přímá distribuce je vhodná, pokud se zákazníci nacházejí v blízkosti výrobce nebo se shlukují v určitých lokalitách, které pro výrobce nejsou příliš nákladné na dopravu.

1.1.2 Nevýhody přímých distribučních cest

Hlavní nevýhodou přímé distribuce mohou být náklady na dopravu pro zákazníky, kteří jsou svojí lokací mezi sebou hodně rozptýleni. V případě přímé distribuce je také nutné navázat hodně kontaktů a vytvořit tak pevný základ zákazníků, kteří touto formou zboží odebírají. Obtížná může být v tomto případě i prezentace výrobků.

1.1.3 Výhody nepřímých distribučních cest

Nepřímá distribuce je vhodná při velkém počtu zákazníků, kteří požadují rychlý servis. Výhodou pro zákazníky může být kratší dodací doba. Výhodou pro výrobce je nižší potřeba zásob ve výrobních sladech, jednodušší administrativa a nižší náklady na přepravu. Další výhoda nepřímé distribuce může být pro výrobce možnost využít specializace, kontaktů a zkušeností mezičlánků.

1.1.4 Nevýhody nepřímých distribučních cest

Mezi hlavní nevýhody nepřímých distribučních cest patří ztráta kontroly výrobce nad svým zbožím. Velkou nevýhodou je také ztráta osobního či přímého kontaktu se zákazníkem a případná přímá neinformovanost o jeho aktuálních potřebách či možnost individuálního přístupu. Při nepřímé distribuci je pro výrobce nutná také pravidelná motivace distribučních mezičlánků. Nevýhodou je také hrozba nenaplnění plateb.

2 Dotazníkové šetření

Kapitola 2 je zpracována podle literatury [7] (viz Kapitola Seznam použitých zdrojů).

Tato kapitola čtenáře stručně seznamuje s podstatou dotazníkového šetření a nástroji pro jeho zpracování. Cílem dotazníkového šetření je sběr dat, která jsou následně vyhodnocována.

V dalším textu budou použity následující dva základní pojmy:

- **tazatel** – osoba zajišťující sběr dotazníků,
- **respondent** – osoba vyplňující dotazník.

2.1 Stanovení vzorku

Ve většině případů není možné zkoumat celou populaci, proto je obvykle vybírán takzvaný reprezentativní vzorek pozorování. Reprezentativní vzorek představuje část skupiny, jež má být zkoumána. Pokud je vzorek vybrán dobře, lze výsledky následné analýzy zobecnit na celou populaci.

2.2 Typy otázek a odpovědí

Otázky i odpovědi v dotazníku mohou mít různou podobu. Otázky můžeme rozdělit na otevřené a uzavřené. Na otevřené otázky respondent odpovídá libovolně volnou formou. Naopak na uzavřené otázky respondenti odpovídají pevně danými odpověďmi. Výhodou u dotazníku s uzavřenými odpověďmi je, že data z těchto dotazníků mohou být snadno sečtena a porovnána. Nevýhodou ovšem je omezený rozsah platnosti odpovědí. Uzavřené otázky používáme, když známe většinu možných odpovědí.

Podle typu odpovědí můžeme otázky v dotazníku rozdělit takto:

- dichotomické a trichotomické otázky,
- výběrové otázky,
- výčtové otázky,

- škálové otázky.

Odpověď na dichotomickou otázku je pouze alternativní – ano/ne, pro trichotomickou je navíc možnost nevím. U výběrových otázek respondent vybírá jedinou z nabízených možností. Výčtové otázky nabízejí možnost volby několika možných odpovědí. Nejvhodnějším postupem pro měření názorů a postojů je využit škálových otázek, na které respondent odpovídá prostřednictvím hodnotící škály. Respondent se v takovém případě může setkat například se známkováním (např. stupnice jako ve škole), pořadím (seřazení dle preferencí) či rozdělením počtu bodů mezi jednotlivé možnosti.

Výběr typu otázek by měl být tazatelem pečlivě zvážen.

2.3 Problematika chybějících dat

V dotazníkovém šetření se mohou vyskytnou chybějící odpovědi. Výskyt chybějících údajů může do značné míry ovlivnit kvalitu dat, která budou použita pro následující analýzu. Je dobré zamyslet se také nad tím, proč byly dotazovanými tyto odpovědi vynechány.

Přístupy k souborům s chybějícími daty můžeme obecně shrnout do dvou skupin:

- ponechání chybějících údajů,
- nahrazení chybějících údajů konkrétními hodnotami.

V rámci dotazníkových šetření můžeme v druhém případě použít několik metod k těchto údajů. U některých je třeba znát určité statistické charakteristiky.

2.3.1 Příklady možných metod k doplnění chybějících údajů

Nahrazení průměrnou hodnotou

V tomto případě nahradíme chybějící hodnotu aritmetickým průměrem nebo modem (nejčetnější hodnota u kategoriální proměnné), který spočítáme ze zjištěných hodnot dané proměnné. Tato metoda není vhodná v případě, že chybí mnoho hodnot.

Nahrazení skupinovým průměrem

Hodnoty proměnné, u které se vyskytují chybějící údaje, jsou rozděleny do skupin dle hodnot jiné proměnné. V těchto skupinách je vypočten aritmetický průměr, případně modus. Chybějící hodnotu pak nahradíme aritmetickým průměrem, případně modem z příslušné skupiny.

Nahrazení podle vzoru (nejbližšího souseda)

V této metodě se snažíme hodnoty vybraných proměnných u respondenta, u něhož se vyskytuje chybějící údaj, porovnat s hodnotami těchto proměnných u jiných respondentů. Pokud najdeme respondenta se stejnými hodnotami, nahradíme chybějící údaj hodnotou příslušné proměnné vyskytující se u tohoto respondenta. Nenalezneme-li takový případ, pak můžeme zvolit jednu z následujících variant:

- opakujeme postup pro jiné proměnné,
- hodnotu nenahradíme.

Tyto metody nepatří mezi jediné, můžeme například použít substituci mediánem nebo minimální či maximální hodnotou. Analogicky pro kategoriální proměnné, místo minimální či maximální hodnoty, dosazujeme hodnotu s nejnižší nebo nejvyšší četností apod.

2.3.2 Charakter chybějících hodnot

Chybějící údaje v dotazníkovém šetření mohou mít různý charakter. Mohou být důsledkem odmítnutí jednotky účastnit se šetření (jednotková nonresponce), ale mohou vzniknout také u konkrétních otázek (položková nonresponse).

V zásadě jsou tři příčiny neposkytnutí relevantního údaje ze strany respondenta:

- neporozumění otázce,
- neochota odpovědět na otázku,
- neschopnost odpovědět.

Příčiny neúplnosti údajů nemusejí být pouze ze strany respondenta, ale také ze strany tazatele. Může se jednat například o chyby administrativní nebo technické.

3 Matematické rozhodovací metody

Kapitola 3 je zpracována podle literatury [1], [2], [3], [4], [6], [8], [9], [10] a [11] (viz kapitola Seznam použitých zdrojů).

Tato kapitolo má za cíl seznámit čtenáře s metodikou rozhodování v případě hodnocení více variant dle většího počtu kritérií. Kapitola má sloužit jako teoretický podklad pro praktickou část této práce a zároveň jako podklad k obecnému řešení rozhodovacích situací, se kterými je možné se v reálném životě potkat. Čtenář bude seznámen s teorií metod vícekriteriálního hodnocení a rozhodování.

3.1 Motivace

Tato část slouží k demonstraci příkladů, ve kterých se můžeme s aplikací matematických rozhodovacích metod setkat.

Příklady:

- výběr produktu finanční instituce,
- výběrové řízení (dle zákona o státních zakázkách),
- výkony pracovníků,
- výběr vhodné varianty při nákupu konkurenčního zboží,
- rozhodování o vhodných postupech léčby pacienta,
- hodnocení kvality univerzit, zdravotních středisek apod.,
- výběr vhodného zaměstnání,
- výběr lokality pro bydlení, výběr lokality pro novou pobočku,
- …

Význam metod:

- průhlednost postupu rozhodování (průkaznost např. při výběrovém řízení),
- přenesení znalostí experta na úroveň chápání a využití neexperty,
- hodnocení složitých situací, kdy není lehké se rozhodnout,
- rozhodnutí se na základě stejných priorit v nepřehledné situaci.

3.2 Historický vývoj

Proces rozhodování provází naše lidstvo už od nepaměti. První snaha o exaktní formulaci tohoto procesu přišla s rozvojem ekonomie a matematiky v 18. století, kdy vzniká pojem teorie užitku (Daniel Bernoulli). Tato teorie se ve 20. století stává základem pro rozvoj vícekriteriálního hodnocení, založeného na funkci užitku. Nutnost respektovat při rozhodování více různých kritérií je zmiňována i italským ekonomem Vilfredem Paretem. Vilfredo Pareto později také formuloval takzvanou paretovskou optimalitu (Manuale di Economia Politica. 1906).

Od poloviny 20. století se objevuje čím dál více odborných publikací zaměřujících se na vícekriteriální rozhodování a dochází tak k velkému rozvoji v tomto oboru. K rozvoji vícekriteriální analýzy významně přispívá Thomas L. Saaty, který popsal metodu AHP (The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation. 1980). V roce 1975 byla založena také evropská skupina EWG-MCDA (EURO Working Group (Multicriteria Decision Aiding).

V posledních dvou desetiletích dochází k rozvoji metod a ke vzniku jejich fuzzy a stochastických verzí. V 70. letech vzniká Mezinárodní společnost pro vícekriteriální rozhodování International Society on Multiple Criteria Decision Making. Tato společnost má dle posledních údajů zveřejněných na webu [3] 2293 členů z 96 zemí, přičemž mezi top 5 patří USA (302 členů), Indie (235 členů), Turecko (124 členů), Španělsko (119 členů) a Čína (116 členů). Českou republiku zde zastupuje celkem 14 členů. Společnost pořádá různé konference (např. naposledy pořádaná 24. International Conference 2017 v Otavě) a zájemcům poskytuje možnost letní vědecké školy. Od roku 1992 také pravidelně uděluje mezinárodní ceny jako např. MCD Gold Medal.

3.3 Základní pojmy

rozhodnutí – výběr konkrétní varianty z množiny variant

rozhodovací situace – situace, ve které je třeba uskutečnit rozhodnutí

rozhodovatel – osoba, která je vlastníkem rozhodnutí = rozhoduje

optimální rozhodnutí – takové rozhodnutí, které je pro rozhodovatele vzhledem ke kritériím nejlepší

cíl – budoucí žádoucí stav objektu

kritéria – charakteristiky variant, které umožňují naplnění cíle

varianty – možnosti/alternativy, prostřednictvím kterých může být dosaženo naplnění cíle

důsledek varianty vzhledem ke kritériu – hodnota daného kritéria pro danou variantu

pravidlo rozhodování – konkrétní metoda využitá pro hodnocení

3.4 Matematický model

Obecný matematický model rozhodovací situace vypadá takto:

$$\{P = (1), X, M\}, \qquad kde\ X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

$$M: X \rightarrow R^m, K = \{K_1, K, \dots, K_m\},$$

$$\forall\, x_i \in X : \begin{pmatrix} M_1(x_i) \\ \vdots \\ M_m(x_i) \end{pmatrix},$$

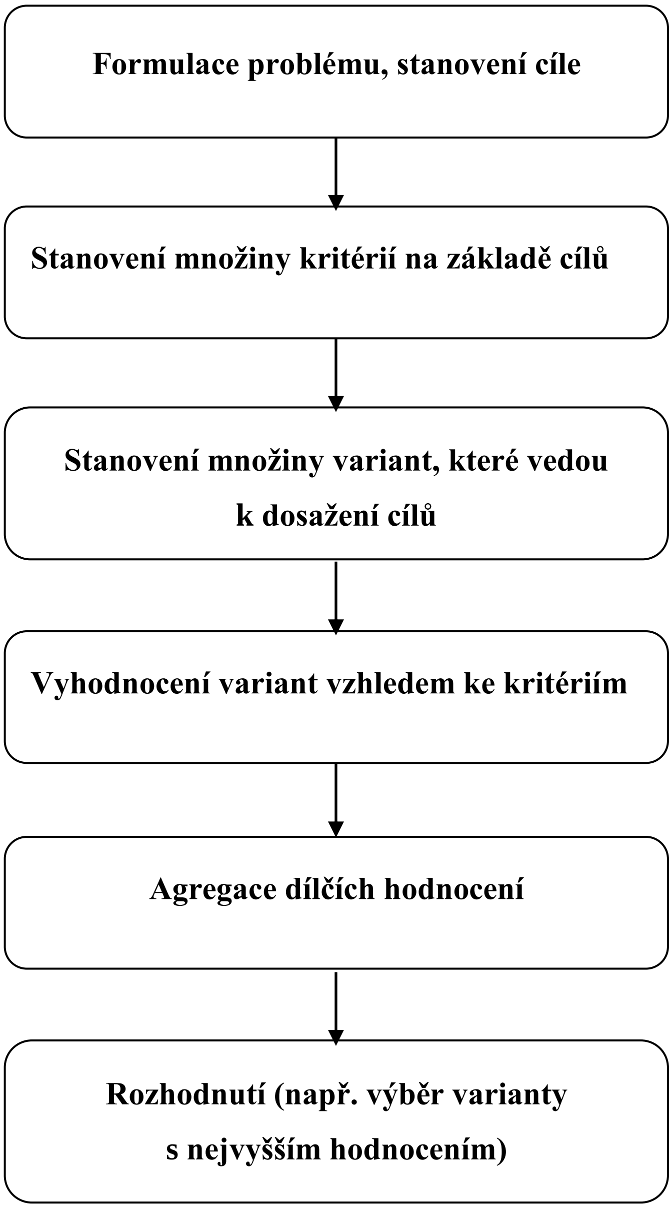
kde $M_1, \dots, M_m$	jsou dílčí hodnotící funkce,
$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$	n variant tvořících konečnou množinu,
$K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$	konečná množina m kritérií hodnocení (hledisek), podle kterých boudou varianty hodnoceny, pro každé kritérium K_j bude zkonstruovaná příslušná hodnotící funkce $M_j, j \in \{1, \dots, m\}$,

$V = \{v_1, \ldots, v_m\}$ množina m nezáporných reálných čísel, vah kritérií rozhodování ($\sum_{j=1}^{m} v_j = 1$).

3.5 Kroky rozhodovacího procesu

Základem vícekriteriálního rozhodování je vícekriteriální hodnocení.

Postačujícím předpokladem pro níže uvedené kroky je nezávislost kritérií. Kroky shrnují etapy rozhodovacího procesu.



3.6 Kritéria rozhodnutí

Kritéria jsou charakteristiky jednotlivých variant, pomocí kterých lze posuzovat naplnění celkového cíle. Kritéria mohou vznikat na základě rozdělení celkového cíle na dílčí cíle, kdy kritéria těmto dílčím cílům odpovídají. Soubor kritérií může být specifikován také pomocí podobných rozhodovacích problémů, existujících souborů kritérií, expertních názorů či dostupných charakteristik, ze kterých je nutné vybrat.

Formální požadavky na kritéria:

- úplnost (tj. jsme schopni na základě souboru kritérií posoudit naplnění cíle),
- neredundance (tj. kritéria nejsou nadbytečná – každé popisuje jinou část problému),
- minimální počet kritérií (tj. takový počet, pro který lze rozhodnout a zároveň jen tolik, kolik je nezbytně nutné),
- kritérium musí být srozumitelné a jasně definované,
- měřitelnost (jsme schopni určit důsledek kritéria pro každou variantu nebo je možné alespoň varianty dle daného kritéria uspořádat).

3.6.1 Klasifikace kritérií rozhodování

Kritéria rozhodování lze klasifikovat jak po stránce věcné, tak po stránce formální. Po stránce věcné můžeme klasifikovat například kritéria ekonomická, ekologická, technická, se zaměřením na zákazníka, se zaměřením na finance apod. Po stránce formální můžeme klasifikaci rozdělit na tři skupiny.

1) Podle způsobu vyjádření důsledků variant vzhledem ke kritériu
    a. kvantitativní (číselné)
        i. kritéria s rostoucí preferencí (preferovány vyšší hodnoty před nižšími)
        ii. kritéria s klesající preferencí (preferovány nižší hodnoty před vyššími)
    b. kvalitativní (slovně pospaná kritéria)
2) Podle stupnice, ve které je vyjádřeno hodnocení variant vzhledem ke kritériím

a. Nominální stupnice – rozdělení variant do tříd indiferentních prvků (v tomto případě jsme schopni pouze říci, zda se důsledky variant vzhledem ke kritériím rovnají nebo ne)
b. Ordinální stupnice (uspořádání, kdy jedna varianta je lepší nebo stejně dobrá jako jiná)
c. Kardinální stupnice
    i. Hodnocení relativní
    ii. Hodnocení absolutní (vyjadřuje vzhledem k danému cíli míru jeho naplnění)

3) Podle informace o preferencích na množině kritérií
    a. Porovnatelná kritéria – s informací o preferencích na množině kritérií
        i. Kvalitativně porovnatelná – dle uspořádání
        ii. Kvantitativně porovnatelná – pomocí vah kritérií
    b. Kritéria neporovnatelná – bez informace o rozhodovacích preferencích na množině kritérií

3.6.2 Metody stanovení vah kritérií

Tato kapitola slouží k popsání vybraných metod pro stanovení vah kritérií. Metody se dělí na přímé a nepřímé. Odlišnost těchto metod je v rozdílné výpočetní složitosti a v množství informace, kterou je nutné od hodnotitele při stanovení vah získat. V této kapitole budou ukázány příklady z obou těchto skupin.

3.6.3 Typy vah

Váhy jsou nezáporná čísla $w_1, \dots, w_m$, která mají tuto vlastnost:

$\forall\, i,j \in \{1, \dots, m\}, i \neq j : K_i$ je významnější nebo stejně významné jako $K_j \leftrightarrow w_i \geq w_j$.

Váhy $w_1, \dots, w_m$ nazýváme **nenormované váhy. Normované váhy** kritérií lze spočítat z nenormovaných vah následující rovnicí.

$$v_j = \frac{w_j}{\sum_{k=1}^{m} w_k}, \quad \forall j = 1, \dots, m$$

Normované váhy mají následující vlastnosti:

$$v_j \geq 0, \quad j = 1, \ldots, m, \quad \sum_{j=1}^{m} v_j = 1.$$

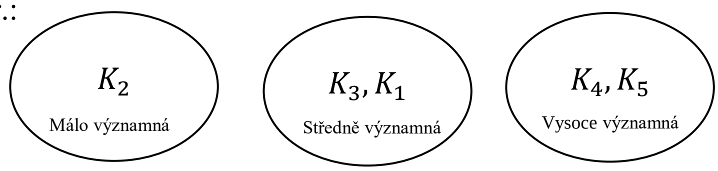
3.6.4 Metody přímé

V přímých metodách hodnotitel určuje váhy přímo, za pomocí jednoduchých metodik. K přímému určení vah je nutná dobrá znalost řešené problematiky nejlépe expertem. V případě, že si hodnotitel netroufne využít přímé metody, je lepší využít metody nepřímé, které hodnotiteli dokáží při určení vah pomoci.

1) Klasifikace kritérií do tříd

   Kritéria jsou roztřízena do jednotlivých tříd na málo významná, středně významná a vysoce významná. Dle zařazení daného kritéria do jedné z těchto tříd je pak tomuto kritériu přiřazena odpovídající váha.

   Př.:



   Kritériím z množiny málo významných kritérií je přiřazena nenormovaná váha 1, kritériím z množiny středně významných kritérií je přiřazena váha 2 a kritériím z množiny vysoce významných kritérií je přiřazena nenormovaná váha 3. V tomto případě tedy:

$$w_1 = 2, w_2 = 1, w_3 = 2, w_4 = 3, w_5 = 3.$$

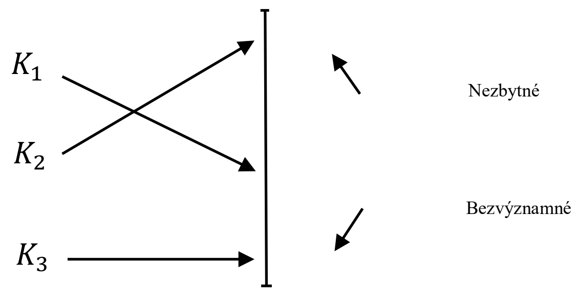
2) Přiřazení bodů z diskrétní stupnice

   Jednotlivým kritériím můžou být stanoveny váhy také pomocí diskrétní stupnice:

Tabulka 1: Přiřazení bodů z diskrétní stupnice

počet bodů	významnost kritéria
1	téměř bezvýznamné
2	málo významné
3	středně významné
4	hodně významné
5	vysoce významné

3) Přiřazení bodů ze spojité stupnice



Takto stanovené nenormované váhy vyjadřují míru nezbytnosti kritéria z hlediska hodnocení. Čím je kritérium významnější, tím má vyšší číslo na stupnici (váhu).

4) Metfesselova alokace přímá

V této metodě si expert pokládá otázku, na kolik procent bude naplněn celkový cíl, pokud byl naplněn dílčí cíl odpovídající danému kritériu, bez ohledu na naplnění dalších dílčích cílů. Každému kritériu tak přiřadí %, které udává naplnění celkového cíle při naplnění dílčího cíle. Všechna kritéria dávají dohromady 100 %, což znamená úplné naplnění cíle celkového. Metoda vyžaduje posouzení expertem, který dokáže objektivně posoudit vliv dílčích cílů na cíl celkový.

Touto metodou jsou stanoveny normované váhy, které se obvykle zobrazují v koláčovém grafu.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.5.1 Metfesselova alokace přímá.

3.6.5 Metody nepřímé

Metody nepřímé slouží k nepřímému určení vah, kdy není možné expertně určit váhy přímou cestou. Napomáhají určení vah v situaci, kdy si hodnotitel není jistý a netroufá si váhy stanovit přímo. Například, pokud hodnotitel pouze tuší, které kritérium by mohlo být významnější, použije metodu párového srovnávání, protože v této metodě stačí pouze určit, zda je dané kritérium významnější než jiné. V případě, že rozhodovatel má větší přehled o možných rozdílech ve významnosti kritérií, používá Saatyho metodu, kde mu napomáhá tabulka jazykových deskriptorů (viz popis metod níže).

1) Metoda párových srovnání

Tato metoda spočívá v sestrojení incidenční matice $P = \{p_{ij}\}_{i,j=1}^{m}$.
Prvky této matice v **případě existence stejně významných kritérií** jsou následně stanoveny dle těchto pravidel:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & jestliže\ K_i > K_j \\ 0, & jestliže\ K_j > K_i, \\ \frac{1}{2}, & jestliže\ K_j = K_i \end{cases}$$

kde $K_i > K_j$ znamená, že K_i je významnější než K_j.

Po stanovení prvků matice následuje určení nenormovaných vah. Tyto váhy jsou určeny sečtením prvků příslušných řádků matice.

Prvky matice *P* jsou v případě, že neexistují stejně významná, stanoveny dle následujících pravidel:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & jestliže\ K_i > K_j \\ 0, & jinak \end{cases}.$$

Po stanovení prvků matice následně určíme nenormované váhy tak, že sečteme příslušný řádek a k tomuto součtu přičteme 1. Pokud bychom chtěli znát počet kritérií, před kolika je kritérium K_j preferované, stačí od výsledné nenormované váhy odečíst jedna.

Takto získané nenormované váhy následně znormujeme:

$$v_j = \frac{w_j}{\sum_{k=1}^{m} w_k}, \quad \forall j = 1, \dots, m.$$

2) <u>Saatyho metoda stanovení vah kritérií</u>

V této metodě je třeba sestrojit matici intenzit preferencí $S = \{s_{ij}\}_{i,j=1}^{m}$. Její prvky odpovídají hodnotám jazykovým deskriptorům z následující *Tabulky 2*.

Tabulka 2: Jazykové deskriptory pro Saatyho metodu

Jazykový desktriptor	sij
Ki je stejně významné jako Kj	1
Ki je slabě významnější jako Kj	3
Ki je dosti významnější než Kj	5
Ki je prokazatelně významnější než Kj	7
Ki je absolutně významnější než Kj	9

Pokud je K_j významnější než K_i, pak přiřadíme hodnotu $s_{ij} = \frac{1}{s_{ij}}$, $s_{jj} = 1$.

Takto vytvořená matice je reciproká.

Věta (Perron-Frobeniova): Reciproká matice, která má všechny prvky kladné, má maximální kladné reálné vlastní číslo λ_{max} a jemu odpovídající vlastní vektor má všechny prvky kladné.

Důsledek plynoucí z této věty je, že pro Saatyho matici intenzit preferencí lze považovat vlastní vektor odpovídající λ_{max} za vektor normovaných vah, ale S musí být dostatečně konzistentní.

Normované váhy získáme jako vlastní vektor matice S odpovídající jejímu největšímu vlastnímu číslu λ_{max}.

Tip: *Pro určení vlastních čísel a vlastních vektorů lze využít program MATLAB, kde je třeba nejprve nahrát příslušnou matici a následně použít příkaz* $[vlvektory\_K1, vlcisla\_K1] = eig(K1)$, *který vrátí vlastní čísla a jim příslušící vlastní vektory*.

Po tomto kroku je ještě nutné ověřit již zmíněnou konzistenci matice S. Konzistence je dle Saatyho vyjádřena takto:

$$s_{ij} = s_{ik} * s_{kj}, \quad \forall i, j, k \in \{1, \dots, m\}.$$

V ideálním případě by pro prvky matice S měla platit výše uvedená rovnice a matici lze nazvat plně konzistentní maticí.

<u>Ověření konzistence matice:</u>

Pro ověření postačující podmínky konzistence je v prvním kroku nutné vyjádřit koeficient **nekonzistence CI**, který říká, jak moc se blížíme k ideálu konzistence. Čím blíže je tento koeficient nekonzistence 0, tím více je matice S konzistentní.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1}$$

Po vypočtení koeficientu CI je nutné vypočítat také **koeficient CR** dle následující rovnice:

$$CR = \frac{CI}{RI(m)},$$

kde $RI(m)$ je průměr experimentálně zjištěných CI pro náhodně generované Saatyho matice (tj. reciproké matice s 1 na diagonále, které je tvořena z čísel 1, 3, 5 ,7, 9). V následující tabulce jsou zobrazeny hodnoty $RI(m)$ pro dané počty kritérií (m).

Tabulka 3: Hodnoty RI(m) pro dané m

m	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
RI(m)	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452
m	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
RI(m)	1,484	1,513	1,535	1,555	1,57	1,583	1,595

Pokud je $CR < 0.1$, pak je matice dosti konzistentní.

Slabší podmínka konzistence:

Pro případ, kdy máme uspořádaná kritéria v tabulce dle významnosti, platí slabší podmínka konzistence matice, pokud pro horní trojúhelník matice S platí:

$$s_{ij} \geq \max\{s_{ik}, s_{kj}\}.$$

Řádky slabě konzistentní matice jsou neklesající zprava do leva a zespoda nahoru.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.5.2 Saatyho metoda

3.6.6 Zvyšování objektivnosti stanovení vah

Pokud nám to situace umožní, můžeme zvýšit objektivnost vah zvýšením počtu hodnotitelů. Každému hodnotiteli stanovíme jeho kompetenci, která určuje váhu jeho rozhodnutí. Hodnotitelé následně dle vybrané metody určují váhy pro daná kritéria. Výsledná objektivní váha daného kritéria se pak rovná sumě násobku vah dle jednotlivých hodnotitelů a hodnoty jejich kompetence (*viz Tabulka 4*).

Tabulka 4: Zvyšování objektivnosti stanovení vah díky více hodnotitelům

hodnotitelé	kompetence	K_1	$\cdots$	K_m
1	k_1	v_{11}	$\cdots$	v_{1m}
2	k_2	v_{21}	$\cdots$	v_{2m}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
n	k_n	v_{n1}	$\cdots$	v_{nm}
	$\sum_{i=1}^{n} k_i = 1$	$\sum_{i=1}^{n} v_{i1} k_i = 1$	$\cdots$	$\sum_{i=1}^{n} v_{im} k_i = 1$

Dalším možným způsobem zvýšení objektivnosti vah je použití různých metod a porovnání výsledků téhož hodnotitele. Např. při metodě Metfesslově má hodnotitel většinou tendenci k přiřazovat váhy rovnocenně, zatím co v Saatyho metodě má hodnotitel tendenci zvýraznit nejvýznamnější kritérium.

3.6.7 Analýza závislosti kritérií

Závislost kritérií je pro vícekriteriální hodnocení nežádoucí vlastnost, proto je nutné tuto případnou závislost identifikovat na začátku. Pro analýzu závislosti kritérií lze využít **Kendallův koeficient pořadové korelace** mezi dvojicí kritérií (ordinálně hodnocená kritéria).

Postup metody:

i. Pro dvojice kritérií uvažujeme všechny neuspořádané dvojice různých variant.

K_1	K_2
x_1	x_2
x_4	x_3
x_2	x_1
x_3	x_4

ii. Určíme počet dvojic, které jsou podle kritérií uspořádané stejně (P) a počet dvojic, které jsou uspořádány opačně (Q).

iii. Spočteme hodnotu Kendallova koeficientu pomocí následujícího vzorce:

$$r = \frac{P-Q}{\frac{n(n-1)}{2}},$$

$$r \in < -1, 1 >,$$

$$r = \frac{P-Q}{\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1)-T} * \sqrt{\frac{1}{2}n(n-1)-U}},$$

$$T = \frac{1}{2}\sum t(t-1), \qquad U = \frac{1}{2}\sum t(t-1).$$

kde T, U sčítáme přes všechny třídy indiferentních variant,

n je počet variant,

t je # stejně hodnocených variant v dané třídě podle prvního kritéria,

u je # stejně hodnocených variant v dané třídě podle druhého kritéria.

Krajní hodnoty Kendallova koeficientu značí závislost kritérií, naopak hodnoty blízké 0 značí nezávislost kritérií.

Pro kvantitativní kritéria můžeme použít korelační koeficient:

$$K_i, K_j, \quad x = \{x_1, \dots, x_n\},$$

$$r_{ij} = \frac{s_{ij}}{s_i . s_j},$$

kde s_{ij} je kovariance a s_i, s_j jsou směrodatné odchylky.

$$r_{ij} \in < -1,1 >$$

Hodnoty blízké -1 a 1 značí lineární závislost (pozor tento koeficient detekuje pouze lineární typ závislosti). Hodnota blízká -1 svědčí o lineární negativní závislosti a hodnoty blízké 1 svědčí o pozitivní lineární závislosti.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: *4.3.7 Nezávislost kritérií*

3.6.8 Konzistence souboru kritérií

Konzistence souboru kritérií je vlastnost, která udává, zda jdou kritéria proti sobě nebo jsou v souladu. Pokud je soubor konzistentní, lze říci, že dokážeme nalézt variantu, která je nejlepší dle všech kritérií. Pokud však soubor konzistentní není, musíme vybrat takovou variantu, která bude kompromisem. Konzistenci souboru kritérií lze popsat pomocí **koeficientu konzistence.**

Postup určení míry konzistence:

i. Sestrojíme matici A s prvky $a_{ij} =$ pořadí varianty x_i podle kritéria K_j. Pro případ, kdy jsou varianty hodnoceny stejně, píšeme jejich průměrné pořadí.

ii. Řádky matice A sečteme a určíme průměrný řádkový součet následujícím způsobem:

$$s = \frac{m(n+1)}{2},$$

kde n je počet variant a m je počet kritérií.

iii. Spočteme odchylky řádkových součtů od průměrného řádkového součtu vypočteného v předchozím kroku.

iv. Odchylky umocníme na druhou a získáme tak čtverce odchylek, které následně sečteme. Součet těchto čtverců označíme symbolem S.

v. Dle následujícího vzorce spočteme míru konzistence:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3-n)-m\sum_{j=1}^{m} T_j},$$

kde

$$T_j = \frac{1}{12}\sum_{j=1}^{m}(t_j^3 - t_j),$$

t_j... # variant se stejným pořadím v rámci jednoho kritéria.

$$W \in <0{,}1>$$

Hodnota $W = 0$ značí, že jdou kritéria proti sobě.

Hodnota $W = 1$ značí, že jdou kritéria proti sobě.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: *4.3.6 Konzistence kritérií*

3.7 Varianty rozhodování

Určení výčtu možných variant patří mezi významné kroky rozhodovacího procesu. Soubor variant může být rozhodovateli dopředu znám (výběrové řízení) nebo je nutné tento soubor vytvořit. V některých případech může dojít dopředu k redukci širší množiny variant. Tato redukce probíhá na základě toho, které varianty nesplňují aspirační úrovně kritérií – víme už dopředu, že jsou nevhodné (např. na nákup bytu máme vymezený rozpočet, proto z výběru rovnou odstraníme byty, které cenou tento rozpočet překračují). V situaci, kdy je nutné varianty vytvořit, může být použita některá z metod tvorby variant uvedených níže.

3.7.1 Metody tvorby variant

Mezi metody skupinového rozhodování lze zařadit například:

Brainstorming je skupinová kreativní technika, ve které je snahou vytvořit co nejvíce nových nápadů na stanovené téma. Základní myšlenka a předpoklad této metody je, že lidé ve skupině dokáží na základě podnětů ostatních vymyslet více, než by byli schopni vymyslet jednotlivě.

Brainwriting je obdobou metody brainstorming v písemné podobě. V některých situacích totiž může dojít k ostýchavosti členů skupiny brainstormingu, kteří mají z nějakého důvodu ostych k vyslovení nápadu před ostatními. Tato metoda umožňuje zredukovat riziko dominance extrovertních jedinců a pomáhá tak vyniknout i méně průbojným účastníkům.

Gordonova metoda vychází z kritiky brainstormingu, který podle Gordona produkuje povrchní řešení. V této metodě jsou definovány problémy velmi vágně (neurčitě), aby nebyl ovlivněn komplexní myšlenkový tok expertů. V metodě vystupuje moderátor nebo lektor, který vede diskuzi na téma, které tento problém obsahuje.

Vedle těchto metod existují také systematicko-analytické metody:

Morfologickou analýza se používá v případě, že některé alternativy už máme a snažíme se přijít na nové. V tomto případě řešení rozložíme na dílčí složky, které se následně navzájem kombinují.

PVN (Párové vylučování námětů) je metoda, která využívá různých vztahů mezi dvěma dílčími náměty. Tyto náměty se můžou podmiňovat, vylučovat nebo být na sobě úplně závislé. Úplné řešení problému je pak vytvořeno na základě těchto vztahů.

3.8 Metody výpočtu vícekriteriálního hodnocení

Tato kapitola slouží k popsání vybraných metod pro vícekriteriální hodnocení množiny variant. Metody můžeme klasifikovat následujícím způsobem:

- **Metody bez informace o preferencích na množině kritérií**
- **Metody s ordinální informací o preferencích na množině kritérií**
  Tj.: můžeme uspořádat jednotlivá kritéria: $K_{(1)} > K_{(2)} > \cdots > K_{(m)}$.
- **Metody s kardinální informací o preferencích na množině kritérií**

  Tj.: jsou stanoveny normované váhy kritérií, pro které platí:

$$v_j \geq 0, j = 1, \ldots, m, \ \sum_{j=1}^{m} v_j = 1.$$

3.8.1 Metody bez informace o preferencích na množině kritérií

Předpoklady metod:

$$X = \{x_1, \ldots, x_n\}, \quad K = \{K_1, \ldots, K_m\}.$$

Metody pro kvantitativní kritéria.

3.8.1.1 Metoda MINIMAXU

Postup:

i. V prvním kroku vytvoříme matici, jejíž prvky spočteme následujícím vzorcem:

$$h_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-},$$

kde x_{ij} je důsledek varianty x_i vzhledem ke kritériu K_j (hodnota tohoto kritéria příslušící dané variantě),

x_j^- je nejhorší hodnota daného kritéria K_j mezi všemi hodnotami, které toto kritérium nabývá pro všechny varianty,

x_j^+ je nejlepší hodnota daného kritéria K_j mezi všemi hodnotami, které toto kritérium nabývá pro všechny varianty.

ii. V druhém kroku pro tuto matici spočteme sloupec min, kdy pro jednotlivé varianty určíme minimální hodnotu řádku (viz *Tabulka 5*)

Tabulka 5: Metoda minimax – určení optimální varianty

	K_1	K_2	$\cdots$	K_m	min
x_1	h_{11}	h_{12}	$\cdots$	$h_{1\mathrm{m}}$	h_{1min}
x_2	h_{11}	h_{11}	$\cdots$	h_{11}	h_{2min}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
x_n	h_{n1}	h_{n2}	$\cdots$	h_{nm}	h_{nmin}

iii. Optimální varianta je dána vztahem:

$$x_{io} \in X : h_{iomin} = \max_{i=1,\dots,n} h_{imin}, \quad i_o \in \{1, \dots, n\}.$$

Díky této metodě lze zjistit, která z variant má tu vlastnost, že **je dost dobrá i po té nejslabší stránce.**

Nevýhodou této metody je to, že celkově průměrné varianty jsou hodnoceny stejně jako varianta, která je skvělá a má jen v něčem nedostatek. Použití pouze pro kvantitativní kritéria.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.1 Metody MINIMAXU, MAXIMAXU a Hurwitzovo kritérium

3.8.1.2 Metoda MAXIMAXU

Postup:

i. V prvním kroku, stejně jako v metodě MINIMAXU, vytvoříme matici jejíž prvky spočteme následujícím vzorcem:

$$h_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-},$$

kde x_{ij} je důsledek varianty x_i vzhledem ke kritériu K_j (hodnota tohoto kritéria příslušící dané variantě),

x_j^- je nejhorší hodnota daného kritéria K_j mezi všemi hodnotami, které toto kritérium nabývá pro všechny varianty,

x_j^+ je nejlepší hodnota daného kritéria K_j mezi všemi hodnotami, které toto kritérium nabývá pro všechny varianty.

ii. V druhém kroku pro tuto matici spočteme sloupec max, kdy pro jednotlivé varianty určíme maximální hodnotu řádku.

Tabulka 6: Metoda maximax – určení optimální varianty

	K_1	K_2	$\cdots$	K_m	max
x_1	h_{11}	h_{12}	$\cdots$	$h_{1\mathrm{m}}$	h_{1max}
x_2	h_{11}	h_{11}	$\cdots$	h_{11}	h_{2max}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
x_n	h_{n1}	h_{n2}	$\cdots$	h_{nm}	h_{nmax}

iii. Optimální varianta je dána vztahem:

$$x_{io} \in X : h_{iomax} = \max_{i=1,\dots,n} h_{imax}, \quad i_o \in \{1, \dots, n\}.$$

Díky této metodě lze zjistit, která z variant má tu vlastnost, že **je aspoň v něčem dost dobrá.**

Nevýhodou této metody je to, že varianta výborná v jednom kritériu, ale v jiných špatná je hodnocena lépe, než varianta jen o něco horší v tomto kritériu, ale vyvážená v ostatních. Použití pouze pro kvantitativní kritéria.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.1 Metody MINIMAXU, MAXIMAXU a Hurwitzovo kritérium

3.8.1.3 Hurwitzovo pravidlo

Hurvitzovo kritérium spojuje hodnocení metod MINIMAX a MAXIMAX. Celkové hodnocení lze pak získat jako vážený průměr nejvyššího a nejnižšího hodnocení:

$$h_i = \lambda h_{imax} + (1 - \lambda) h_{imin}, \qquad i = 1, \dots, n.$$

$$\lambda \in (0, 1)$$

Optimální varianta je ta, která má nevyšší hodnocení h_i a platí pro ni, že **má výrazně kladné stránky a není moc špatná.**

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.1 Metody MINIMAXU, MAXIMAXU a Hurwitzovo kritérium

3.8.2 Metody s ordinální informací o preferencích na množině kritérií

Předpoklady:

$$X = \{x_1, \dots, x_n\}, \quad K = \{K_1, \dots, K_m\}, \quad K_{(1)} \gg K_{(2)} \gg \cdots \gg K_{(m)}.$$

Kritéria lze uspořádat dle jejich významnosti.

3.8.2.1 Metoda lexikografického uspořádání

Principem této metody je si v prvním kroku uspořádat kritéria dle jejich významnosti. Poté nejprve hodnotíme varianty podle $K_{(1)}$ (tedy nejvýznamnějšího kritéria). Pokud vyjde jasně jedna z variant nejlepší, končíme a právě ta varianta zvítězí. Pokud však dle prvního kritéria vyjdou dvě nebo více variant nejlepších, posuzujeme je dle kritéria $K_{(2)}$. Pokud v tomto kroku vyjde optimální jedna varianta, pak končíme. Pokud ne pokračujeme na další krok, kde tyto varianty hodnotíme podle $K_{(3)}$. Algoritmus dále pokračuje, dokud nedojdeme k jediné vítězné variantě.

Nevýhoda této metody je, že v prvním kroku může vypadnout varianta, která je jen malinko horší než varianta nejlepší dle daného kritéria, ale zároveň je lepší ve všech následujících kritériích.

Tato metoda je vhodná pouze tehdy, když jsou ve významnostech kritérií velké rozdíly.

3.8.3 Metody s kardinální informaci o rozhodovatelových preferencích na množině kritérií

Předpoklady těchto metod:

$X = \{x_1, \dots, x_n\}, \quad K = \{K_1, \dots, K_m\}, \quad v_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^{m} v_j = 1, \quad j = 1, \dots, m.$

Jednotlivé metody se liší způsobem výpočtu dílčích hodnocení.

3.8.4 Metoda univerzální standardizace

V metodě univerzální standardizace lze kombinovat kvantitativní i kvalitativní kritéria. Metoda předpokládá nezávislost kritérií.

Postup:

i. Sestrojíme matici, která obsahuje upravené důsledky variant vzhledem ke kritériu následujícím způsobem pro:

   a. **Kvantitativní kritéria** – naměřená hodnota x_{ij}:

$$h_j(x_i) = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-},$$

   kde x_j^- je nejhorší hodnota dle K_j na X pro daný soubor hodnocených variant x_j^- je naopak nejlepší hodnota dle K_j na X.

   b. **Kvalitativní kritéria** – expertní bodové hodnocení b_{ij}:

$$h_j(x_i) = \frac{b_{ij} - b_j^-}{b_j^+ - b_j^-},$$

   kde b_j^- je nejhorší hodnocení dosažené na X a b_j^+ je naopak nejlepší hodnota na X.

ii. Výsledné hodnocení varianty získáme sumou násobků dílčích hodnocení dle jednotlivých kritérií a vah jednotlivých kritérií:

$$h(x_i) = \sum_{j=1}^{m} v_j h_j(x_i).$$

iii. Optimální varianta bude poté ta, které byla přiřazena nejvyšší hodnota $h(x_i)$.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.2 Metoda univerzální standardizace.

3.8.5 Metoda minimalizace od ideální varianty

Předpoklady:

$$X = \{x_1, \dots, x_n\}, \quad K = \{K_1, \dots, K_m\}.$$

Ideální varianta je taková, která má žádoucí hodnoty kritérií, což značíme:

$$x^* = (x_1^*, \dots, x_m^*), \quad x^* \notin X.$$

Jako ideální variantu často volíme:

$$x^* = x^+ = (x_1^+, \dots, x_m^+), \quad x^* \notin X.$$

Tedy takovou variantu x^+, která je dána těmi nejlepšími hodnotami dosaženými na daném souboru variant dle všech kritérií.

Vzdálenost varianty x z množiny daných variant od ideální varianty je následně možné určit pomocí Eukleidovské metriky následovně:

$$d_2(x_i, x^*) = \sqrt[2]{\sum_{j=1}^{m} v_j \left|x_{ij} - x_j^*\right|^2}$$

nebo dle:

$$d_1(x_i, x^*) = \sum_{j=1}^{m} v_j \left|x_{ij} - x_j^*\right|,$$

kde v_j vyjadřuje významnost $j - té$ odchylky od ideální hodnoty.

Aby váhy skutečně vyjadřovaly význam kritérií a aby došlo k odstranění vlivu různých jednotek, hodnoty kritérií obvykle nejprve normujeme.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.3 Metoda minimalizace vzdálenosti od ideální varianty.

3.8.6 Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

V metodě váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů lze kombinovat kvantitativní i kvalitativní kritéria. Dílčí i celková hodnocení vyjadřují míru naplnění příslušného cíle.

Pro použití této metody je nutné naplnit tyto předpoklady:

- celkový cíl je možné beze zbytku rozložit do cílů dílčích,
- podíly příslušných dílčích cílů na cíli celkovém jsou vyjádřeny pomocí vah kritérií,
- dílčí hodnocení musí vyjadřovat míru naplnění dílčích cílů.

Za předpokladu splnění těchto předpokladů pak celkové hodnocení vyjadřuje míru naplnění celkového cíle.

3.8.6.1 Postup pro kvalitativní kritéria

i. V prvním kroku je nutné vytvořit matici tvořenou hodnoty $h_j(x_i)$ vypočtenými dle následujících vztahů (dle a. nebo b.).

   a. Přímé expertní hodnocení:

   $$h_j(x_i) = h_j, \qquad h_j \in <0{,}1>,$$

   kde $h_j * 100 =$ na kolik % varianta x_i naplňuje cíl C_j.

   b. Použití bodovací škály s rostoucí nebo klesající preferencí:

   $$h_j(x_i) = \frac{b_{ij} - b_j^0}{b_j^1 - b_j^0},$$

   kde b_j^0 je konec bodovací škály, který znamená nulové naplnění cíle a b_j^+ znamená konec bodovací škály, který značí úplné naplnění cíle.

ii. Celkové hodnocení získáme v druhém kroku poté, co spočteme sumu násobků vah kritérií a dílčích hodnocení (pro kvantitativní i kvalitativní kritéria) dle daných kritérií.

$$h(x_i) = \sum_{j=1}^{m} v_j h_j(x_i)$$

3.8.6.2 Postup pro kvantitativní kritéria

Pro kvantitativní kritéria určíme prvky matice $(h_j(x_i))$ pomocí hodnotících funkcí vytvořených pro jednotlivá kritéria. Tyto funkce nabývají hodnot na intervalu možných hodnot daného kritéria $< a, b >$. Funkci obvykle zadáváme pomocí čtveřice bodů, pro které platí:

$$a \le x_1 \le x_2 \le x_3 \le x_4 \le b.$$

Celkové hodnocení získáme pro kvantitativní i kvalitativní kritéria dle následujícího vzorce:

$$h(x_i) = \sum_{j=1}^{m} v_j h_j(x_i).$$

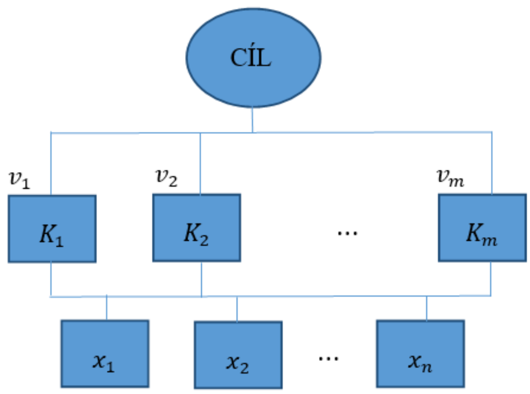
Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.4 Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů.

3.8.7 Saatyho analytický hierarchický proces – AHP

Metoda AHP umožňuje kombinaci kritérií kvantitativních i kvalitativních. Metoda využívá hierarchii, díky které rozhodovatel získává komplexní pohled na řešený problém.

Nejjednodušší hierarchie je třístupňová, kdy je na první úrovni hierarchie celkový cíl, kterého se snažíme při rozhodování dosáhnout. Na druhé úrovni se tento cíl rozčlení na jednotlivá, kritéria hodnocení. Poslední úroveň hierarchie tvoří varianty, ze kterých rozhodovatel vybírá. Schéma hierarchie popisuje následující *Obrázek 1*.

Obrázek 1: Schéma hierarchie metody AHP



Pokud lze kritéria rozčlenit dále na tzv. subkritéria (specifikují více kritéria v úrovni nad nimi), dostáváme další úroveň. Takto lze pokračovat dále a tvořit další a další úrovně, dle potřeby.

<u>Postup metody:</u>

i. Stanovení cíle – 1. úroveň.
ii. Určení vah Saatyho metodou
iii. Hodnocení variant vzhledem ke kritériu.
   a. Kvalitativní kritéria - použijeme analogický postup jako u stanovení vah Saatyho metodou (viz *Tabulka 7*).
   b. Kvantitativní kritéria:
      - $s_{ij}^k = \frac{x_i^k}{x_j^k} \cdots K^k$ s rostoucí preferencí,
      - $s_{ij}^k = \frac{x_j^k}{x_i^k} \cdots K^k$ s klesající preferencí.

   Takto vytvoříme m matic pro každé kritérium.

Tabulka 7: Metoda AHP – tvorba matic

K^k	x_1	$\cdots$	x_n
x_1 $\vdots$ x_n	$S^k = \{s_{i,j}^k\}_{i,j=1}^n$ $s_{ij}^k = 1 \Leftrightarrow x_i\ je\ stejně\ dobré\ jako\ x_j\ dle\ K^k$ $s_{ij}^k = \in \{3,5,7,9\} \Leftrightarrow x_i\ je\ lepší\ než\ x_j\ dle\ K^k$ $s_{ij}^k = \in \left\{\frac{1}{3},\frac{1}{5},\frac{1}{9}\right\} \Leftrightarrow x_i\ je\ horší\ než\ x_j\ dle\ K^k$		

iv. Ověříme konzistenci matic K^k pomocí koeficientu CR.
v. Pro každou z těchto matic určíme největší vlastní číslo a jemu odpovídající největší vlastní vektor a z těchto vektorů vytvoříme matici. Pro určení vlastních čísel a vlastních vektorů lze využít program MATLAB.
vi. Vektory znormujeme a vynásobíme příslušnou váhou dle Saatyho metody.
vii. Sečtením jednotlivých řádků variant získáme vážené průměry řádků (VPŘ).
viii. Varianta s největším váženým průměrem řádku je dle této metody nejlepší.

Tato metoda je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.3.8.5 Metoda AHP.

3.8.8 Výsledné seřazení variant dle hodnocení pomocí více vybraných metod

Cílem metod vícekriteriálního hodnocení variant může být výběr jedné optimální varianty nebo seřazení variant podle efektivnosti. Díky různým výpočetním postupům a povaze jednotlivých metod jsou výsledky analýz závislé na zvolené metodě výpočtu hodnocení.

Při vícekriteriálním hodnocení variant je proto doporučováno využít i několik metod a ověřit citlivost preferenčního pořadí variant vhledem k použitým metodám. Tato citlivost je důvodem k zavedení pojmu kompromisní varianta nebo kompromisní pořadí variant. Jako kompromisní je pak vybrána ta varianta, která byla zvolena za optimální většinou použitých metod. Stejně tak pokud potřebujeme varianty seřadit, můžeme při využití více metod využít prostý nebo vážený součet pořadí pro danou variantu dle těchto metod a získat tak výsledné pořadí variant.

Metoda pro vytvoření kompromisního pořadí variant na základě výsledného pořadí dle jednotlivých metod je použita v praktické části práce, konkrétně v kapitole: 4.4 Vyhodnocení výsledků praktické části.

4 Praktická část

Praktická část práce je rozdělena na dvě části, jejichž výsledky jsou následně propojeny. První část je věnována analýze dotazníkového šetření a druhá hodnocení přínosu aktuálně zvolené strategie – hodnocení jednotlivých skladů, se kterými je navázána spolupráce pro nepřímou distribuci. V druhé části jsou použity výsledky první fáze, která slouží jako podklad pro tvorbu kritérií hodnocení a vyhodnocení hlavních motivů koncového zákazníka k nepřímé distribuci.

4.1 Úvod do problematiky

Cílem práce je zhodnocení přínosů jednotlivých skladů, které firma aktuálně využívá k nepřímé distribuci vyráběného osvěžujícího nápoje. Tento nápoj se prodává v sudech, kdy ho následně odebírají většinou restaurace, hospody a rekreační zařízení, která ho točený dále prodávají svým návštěvníkům. Z důvodu citlivosti poskytnutých údajů nebude v této části uváděn název ani konkrétní charakteristika a popis fungování firmy. Z těchto důvodů je omezen také popis konkrétních přínosů pro firmu, které jsou uvedeny v části strom dílčích cílů a dále použity pro hodnocení.

Firma pro distribuci vyráběného produktu zvolila pro velkou část své klientely nepřímou cestu. Výrobky distribuuje prostřednictví skladů s různým geografickým umístěním. Z těchto skladů výrobky odebírá zákazník. Jednotlivé sklady svým zákazníkům nabízejí různé typy benefitů, které mohou ovlivnit motiv zákazníka pro odběr z tohoto skladu. Firma poskytuje skladům slevu, která se pro různé sklady může lišit a její velikost dána na základě vyjednaných dodavatelských podmínek.

Otázkou je, zda strategie nepřímé distribuce je stále optimální nebo lze najít lepší variantu, která může pokrýt případné nedostatky stávající. Za nedostatky se jeví hlavně ztráta marže, jejíž část je poskytována skladu ve formě slevy. Dalším nedostatkem stávající strategie je ztráta přímého kontaktu s cílovým zákazníkem. Přímý kontakt je zvláště v dnešní době charakteristické rychle rozvíjejícím se trhem a konkurencí velmi důležitý. Firma se obecně snaží o oslabení pozice velkoskladu. Snaha je především o převedení nepřímé distribuce na přímou.

S celkovou změnou strategie souvisí riziko ztráty některých zákazníků, kteří tuto změnu nemusejí přijmout a tento produkt nahradit substitutem u konkurence, která do skladu bude své zboží dodávat nadále. K identifikaci možných rizik byl firmou vytvořen dotazník. Mým prvním úkolem je výsledky tohoto dotazníku zanalyzovat a vyhodnotit klíčové motivy pro odběr ze skladu. Při případném uplatnění přímé distribuce se pak firma na tyto motivy musí zaměřit a vyhodnotit, zda je možné je uspokojit i přímou distribuční strategií nebo je možné nahradit je silnějším motivem.

K vyhodnocení přínosu vztahu s jednotlivými sklady budou využity vybrané matematické metody rozhodování, které byly popsány v teoretické části práce.

4.2 Analýza dotazníkového šetření

V této části práce bude vyhodnoceno dotazníkové šetření, které bylo uskutečněno za účelem identifikovat hlavní motivy pro odběr zboží ze skladu. Cílem je identifikovat motivy, které zákazník nepovažuje za nepodstatné. Výsledky budou zohledněny v druhé praktické části, ve které již budou hodnoceny jednotlivé sklady z hlediska jejich celkového přínosu. Celkový přínos se dělí na přínos pro zákazníka a přínos pro firmu samotnou.

4.2.1 Dotazník

Dotazníkové šetření uskutečnila firma samostatně a struktura dotazníku byla následující (viz *Obrázek 2*).

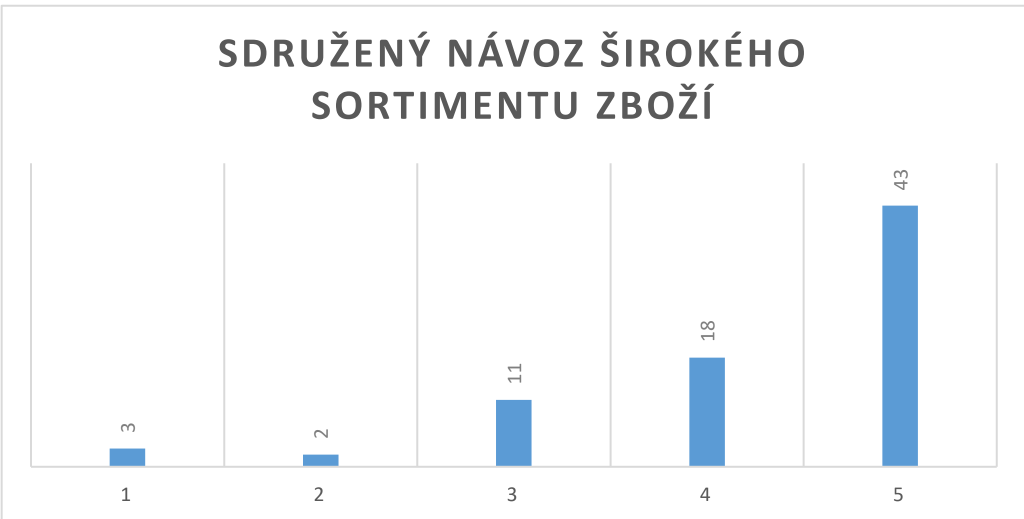
Dotazníkové šetření - hlavní motivy zákazníka pro odběr zboží ze skladu					
1. faktory s hodnocením na stupnici důležitosti (1 - nejméně, 5 - nejvíce důležité)					
faktor	Možnosti				
Sdružený nákup širokého sortimentu zboží	1	2	3	4	5
Závoz zboží mimo rozvozní dny	1	2	3	4	5
Závoz zboží ve svátky	1	2	3	4	5
Zvýhodnění v rámci platebních podmínek	1	2	3	4	5
2. faktory s možnou odpovědí ano (mám možnost využít)/ne (nemám možnost využít) a následnou odpovědí na stupnici důležitosti (1 - nejméně, 5 - nejvíce důležité)					
faktor	Možnosti				
Zvýhodnění při zálohování obalů	ano			ne	
	1	2	3	4	5
Osobní vazby a kontakty	ano			ne	
	1	2	3	4	5
Věrnostní programy a bonusy	ano			ne	
	1	2	3	4	5
Levnější alkohol a cigarety	ano			ne	
	1	2	3	4	5

Obrázek 2: Struktura dotazníkového šetření

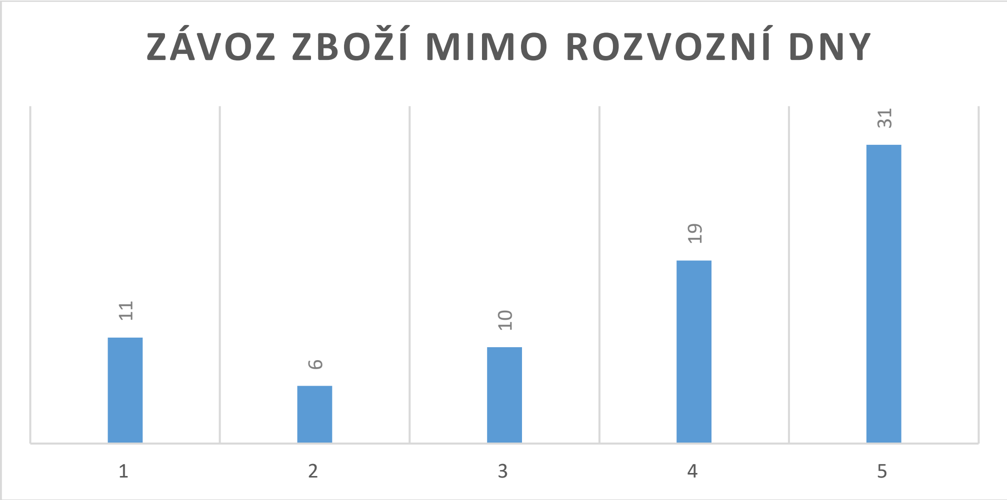
Dotazník byl rozdělen na dvě části. V první části respondenti odpovídali, jak moc jsou pro ně dané výhody při odběru ze skladu důležité. V druhé části ke každému zvýhodnění nejprve odpověděli, zda toto zvýhodnění mají šanci vůbec využít (zda ho daný sklad umožňuje) a v následujícím kroku vybrali důležitost tohoto faktoru.

4.2.2 Vyhodnocení dotazníku

Následující histogramy zobrazují četnosti odpovědí na jednotlivé otázky s možností odpovědi na stupnici důležitosti 1–5.

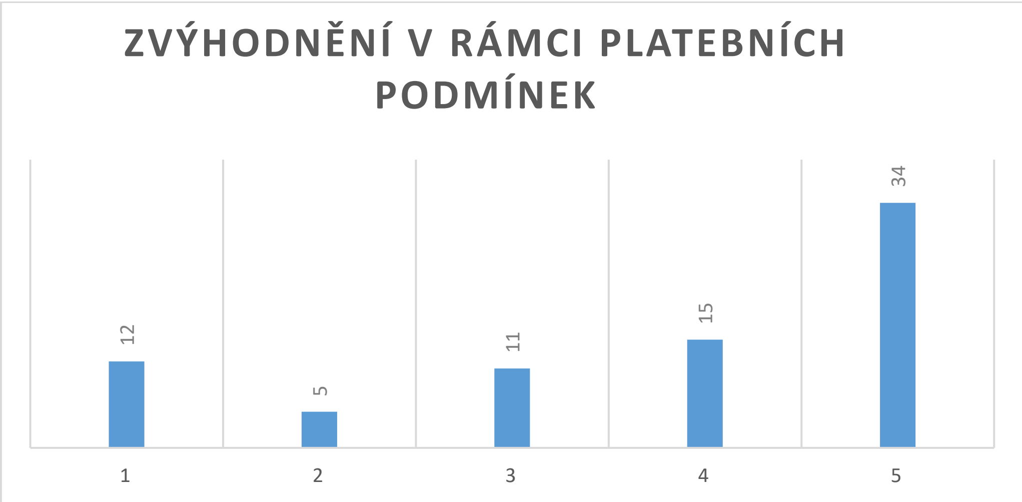


Obrázek 3: Histogram

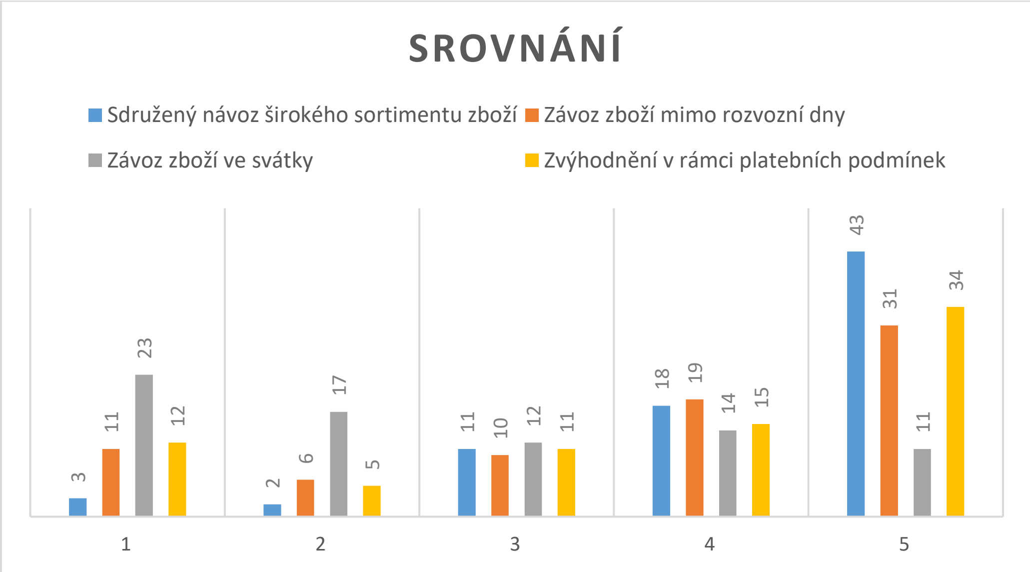


Obrázek 4: Histogram

Obrázek 5: Histogram



Obrázek 6: Histogram



Obrázek 7: Srovnání struktury odpovědí na vybrané otázky

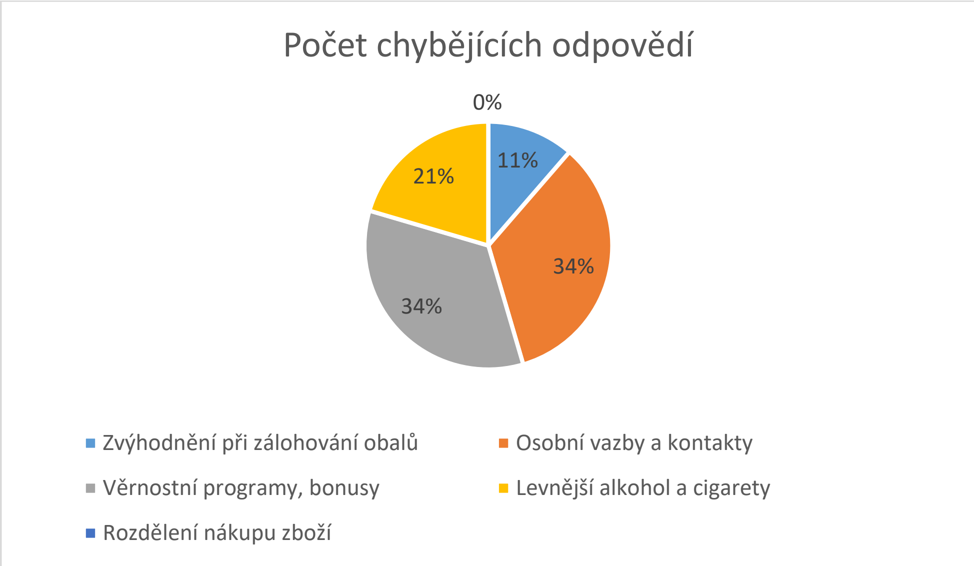
Na prvních pěti histogramech je zobrazeno rozdělení četností odpovědí u otázek, na které respondenti odpovídali na stupnici důležitosti 1 – nejméně důležité až 5 – nejvíce důležité. Z histogramů je zřejmé, že hlavním motivem pro nákup ze skladu je především **motiv sdruženého nákupu**. Silným motivem je také **zvýhodnění v rámci platebních podmínek a závoz zboží mimo rozvozní dny**. Naopak nejméně důležité je pro respondenty **závoz ve svátky.**

V následujících tabulkách je zobrazeno vyhodnocení odpovědí na otázky, na které respondent musel nejdříve odpovědět Ano/Ne a následně určit důležitost dané výhody/faktoru. Vyhodnocení druhé části dotazníku je o něco složitější, protože se v datech objevují chybějící údaje na rozdíl od otázek prvních, kde nebyla možnost volby Ano/Ne. Je zřejmé, že v druhé části dotazníku došlo k něčemu, co výrazně ovlivnilo vyplnění odpovědí. V tomto případě předpokládám, že u respondenta mohlo dojít k nepochopení významu odpovědí Ano/Ne nebo neochotě odpovědět (citlivé údaje). V případě, kdy respondenti odpověděli nejprve Ne, pak velmi často nevyplnili důležitosti u tohoto faktoru. Důvodem nevyplnění důležitosti v tomto případě může být předpoklad respondenta, že dále odpovídat nemá/nemusí, nebo že nechce hodnotit tuto důležitost, když nemá možnost benefit využít.

Tabulka 8: Vyhodnocení dotazníku (včetně chybějících hodnot)

Zvýhodnění při zálohování obalů						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
37	16	1	3	2	0	15
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
35	3	1	5	8	18	0
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
5	2	1	2	0	0	0
Osobní vazby a kontakty						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
10	3	2	0	0	0	5
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
52	0	1	19	16	16	0
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
15	0	2	4	6	3	0
Věrnostní programy, bonusy						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
19	3	4	0	0	1	11
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
43	0	2	14	11	15	1
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
15	3	0	5	2	4	1
Levnější alkohol a cigaret						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
55	27	5	2	0	0	21
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
13	0	2	3	1	6	1
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
9	6	0	1	1	0	1
Rozdělení nákupu zboží (Přijatené - Nepřijatelné)						
#N	#P					
50	27					

Tabulka 8 zobrazuje vždy pro daný motiv počet (#) odpovědí Ano, Ne, nevyplněných (prázdných) a následně počty odpovědí 1–5 pro tyto možnosti. V následujícím grafu je vykreslen podíl nevyplněných odpovědí pro možnosti Ano/Ne u jednotlivých faktorů.



Obrázek 8: Koláčový graf zobrazující strukturu chybějících odpovědí Ano/Ne

Jak lze vidět z grafu (*Obrázek 8*), největší neochota byla odpovědět na možnosti Ano/Ne u motivů:

- **věrnostní program a bonusy,**
- **osobní vazby a kontakty.**

Zároveň, jak lze vidět v *Tabulce 8,* v případě věrnostního programu a bonusů i osobních vazeb a kontaktů respondenti sice nevyplnili v patnácti případech žádnou odpověď Ano/Ne, ale zároveň odpovídali na důležitost těchto motivů (pouze v jednom případě platilo nevyplnění obou – Ano/Ne i důležitost). Lze také říci, že i když respondent Ano/Ne v těchto případech nevyplnili, tyto motivy jsou pro ně poměrně **důležité.**

<u>Z *Tabulky 8* lze také dobře odvodit následující pravidla:</u>

- Většina respondentů, kteří u jednotlivých motivů odpověděli Ne, následně buď nevyplnili žádný stupeň důležitosti nebo pro ně daný motiv byl málo důležitý.
- Většina respondentů, kteří u jednotlivých motivů odpověděli Ano, následně pouze celkově ve dvou případech nevyplnili důležitost a v ostatních se přikláněli k vyšším stupňům důležitosti.

4.2.3 Doplnění chybějících hodnot

V *Tabulce 8* je jasně vidět, že se v druhé části dotazníku vyskytují chybějící hodnoty.

Pro přibližné doplnění těchto chybějících hodnot využijeme metodu nejbližšího souseda.

Nejprve se zaměříme na chybějící hodnoty ve sloupcích, kde respondenti odpovídali pro jednotlivé faktory Ano/Ne. Pomocí těchto sloupců si vytvoříme pro potřeby doplnění novou zredukovanou tabulku, která obsahuje řádky odpovídající odpovědím jednotlivých respondentů na jednotlivé otázky tohoto typu (s možnou odpovědí Ano/Ne). Výňatek z této tabulky je zobrazen v následující *Tabulce 9*. Odpověď Ano je nahrazena 1, odpověď Ne odpovídá hodnotě 0.

Tabulka 9: Příklad chybějící hodnoty v datech

ID	Zvýhodnění při zálohování obalů	Osobní vazby a kontakty	Věrnostní programy, bonusy	Levnější alkohol a cigarety	Rozdělení nákupu zboží
1	0	1	0	1	0
2	0	1	1	1	1
3	1	1	0	0	0
4	0	1	1		0
5	0	1	0	0	0
6	0	1	1	0	0

Následně sledujeme počet chybějících údajů v řádcích. Pokud respondent neodpověděl na dvě nebo více otázek (2 a více chybějících hodnot v řádku), pak tohoto respondenta vyřadíme a nebudeme s ním již dále počítat. U zbylých respondentů se budeme snažit údaje doplnit tak, že budeme prohledávat řádky, ve kterých se chybějící údaje nevyskytují a budeme hledat takové respondenty, kteří ve zbytku otázek odpověděli stejně jako respondent, jehož chybějící údaj se snažíme doplnit. Chybějící údaj pak doplníme podle odpovědi tohoto respondenta/tů. Pokud najdeme více takových vzorů (řádků, podle kterých je možné doplnit) a tyto vzory se v odpovědi na otázku, pro kterou se snažíme chybějící odpověď doplnit, liší, pak chybějící údaj doplníme nejčetnější odpovědí u vzorů.

Uvedeme si příklad doplnění chybějící hodnoty pro respondenta s ID 4. V *Tabulce 9* vidíme, že tento respondent neodpověděl na otázku, zda má *levnější alkohol nebo cigarety* (vyznačeno žlutě). K doplnění této hodnoty budeme prohledávat všechny řádky odpovídající odpovědím jednotlivých respondentů a budeme se snažit najít shodu ve zbytku odpovědí. Nalezené nejbližší sousedy (vzory) zobrazuje následující *Tabulka 10*.

Tabulka 10: Příklad doplnění chybějící hodnoty

Nejbližší sousedé respondenta s ID 4					
ID	Zvýhodnění při zálohování obalů	Osobní vazby a kontakty	Věrnostní programy, bonusy	Levnější alkohol a cigarety	Rozdělení nákupu zboží
4	0	1	1	0	0
6	0	1	1	0	0
17	0	1	1	0	0
44	0	1	1	0	0
47	0	1	1	0	0
48	0	1	1	0	0
74	0	1	1	0	0

V Tabulce 10 vidíme, že jsme našli celkem šest dalších respondentů, kteří odpovídali shodně na zbylé otázky. Všech šest respondentů se také shoduje v odpovědi na otázku, zda má *levnější alkohol nebo cigarety*. Tato odpověď byla 0 (Ne), proto ji doplníme namísto chybějící hodnoty v řádku respondenta s ID 4. Tento postup provedeme analogicky pro všechny další respondenty, u kterých se vyskytly jedna nebo dvě chybějící hodnoty. Pokud by všechny nalezené vzory neodpověděly totožně na otázku, pro kterou se snažíme doplnit odpověď, vybereme k doplnění tu hodnotu, která měla u všech nalezených vzorů nejvyšší četnost. Pokud nelze najít vzor, hodnotu nedoplníme.

V dalším kroku již pracujeme s tabulkou, kde jsme doplnili takto nalezené chybějící údaje.Nová tabulka má 71 řádků, protože jsme odstranili respondenty, kteří ve třech a více případech neodpověděli. Jakmile máme doplněny chybějící údaje v odpovědích Ano/Ne, přichází na řadu doplnění důležitosti těchto faktorů. Pro doplnění důležitosti je postup analogický. Všechny zbylé propočty nalezne čtenář v příloze. Výsledky dotazníkového šetření po doplnění chybějících dat jsou zobraceny v následující *Tabulce 11*.

Tabulka 11: Vyhodnocení dotazníkového šetření po doplnění chybějících údajů

Zvýhodnění při zálohování obalů						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
33	26	1	4	2	0	0
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
31	3	0	5	8	15	0
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
0	0	0	0	0	0	0
Osobní vazby a kontakty						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
6	4	2	0	0	0	0
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
58	0	1	21	19	17	0
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
0	0	0	0	0	0	0
Věrnostní programy, bonusy						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
13	3	4	0	0	1	0
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
51	2	2	18	11	18	0
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
0	0	0	0	0	0	0
Levnější alkohol a cigaret						
# ne	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
53	43	5	3	1	1	0
#ano	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
11	0	2	2	1	6	0
#prázdné	#1	#2	#3	#4	#5	#prázdné
0	0	0	0	0	0	0

Z upravených dat se opět potvrzuje důležitost *věrnostních programů, bonusů, osobních vazeb a kontaktů*. Stejně tak se potvrzuje, že pokud respondent odpoví nejprve Ano, pak je daný faktor pro něj důležitý a naopak. Lze také říci, že *levnější alkohol a cigarety* má jen menšina respondentů.

4.3 Hodnocení skladů

V hodnocení jednotlivých skladů budou využity vybrané matematické rozhodovací metody, které jsou teoreticky popsány v první části práce. V první fázi je nutné definovat hlavní cíl hodnocení, který bude následně rozdělen do dílčích cílů. Na základě definovaných cílů budou vytvořeny kritéria hodnocení. Těmto kritériím jsou následně vypočteny váhy. Dalším krokem je již samotné hodnocení.

4.3.1 Strom dílčích cílů

Následující graf (*Obrázek 9*) zobrazuje strom dílčích cílů, které bylo třeba v prvním kroku nadefinovat, aby bylo možné stanovit relevantní kritéria hodnocení.

Hlavním cílem je najít sklady s největším a naopak nejnižším přínosem ze vztahu v rámci nepřímé distribuce produktu zákazníkovi. Tento cíl se dělí na dva podcíle. První je najít takový sklad, který poskytuje co nejvíce výhod pro své zákazníky a druhý je najít sklad splňující důležité ukazatele pro firmu. Výhody skladů pro zákazníka vyplývají z vyhodnoceného dotazníku a patří mezi ně *sdružený nákup zboží, odběr bez nutnosti zálohování obalů, závoz zboží mimo rozvozní dny, věrnostní program pro zákazníka*. Ukazatele přínosu pro firmu můžeme rozdělit do dvou skupin. Tyto skupiny jsou finanční přínos a potencionál dlouhodobého vztahu. Dílčí cíle vyplívající z cíle dostatečného finančního přínosu pro firmu jsou odebrané množství, velikost nákladů na potencionální přímou distribuci, nízké náklady na přepravu do skladu a nepříliš velká poskytnutá sleva (ztráta marže). Dílčí cíle vyplývající z cíle potencionálu pro dlouhodobý vztah jsou trend v objednávkách napříč historií, velký počet dlouhodobých odběratelů a malá konkurence ostatních dodavatelů.

Obecně největší přínos přináší firmě takový sklad, který uspokojuje důležité motivy vyplývající z dotazníkového šetření u zákazníků a zároveň uspokojuje ukazatele přínosu pro firmu.

<u>Popis jednotlivých cílů pro firmu:</u>

Cíl odebrané množství – chceme lépe hodnotit sklad, který odebírá větší množství produktu než jiný. Pro případný přechod na přímou distribuční cestu chceme nejprve vybrat sklad, který neodebírá velké množství produktu, aby případné identifikované riziko při této změně mělo dopad na co nejmenší odběr a tedy zisk, při předpokladu nejhorší varianty, že zákazníci tuto změnu nepřijmou.

Náklady na přímou distribuci – s rostoucími náklady na přímou distribuci roste potencionální potřeba ponechat tento sklad, protože se z hlediska nákladů více vyplatí zavážet pouze na jedno konkrétní místo (sklad). Tyto náklady má firma propočtené již z dřívějších analýz.

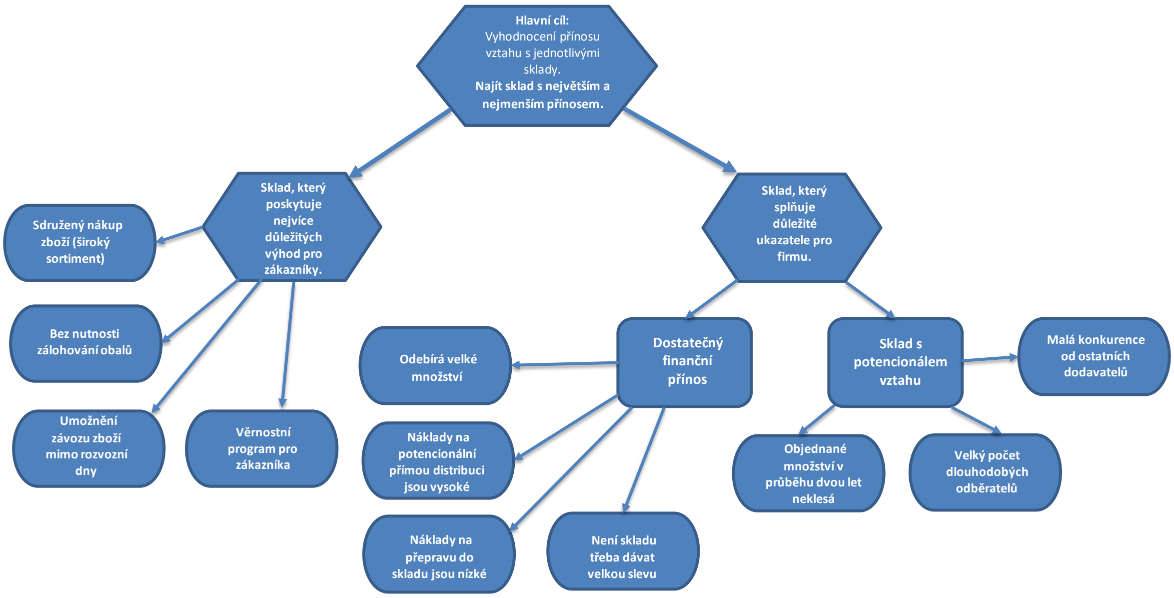
Nízké náklady na přepravu do skladu – čím nižší jsou náklady na přímou distribuci, tím lépe chceme sklad ohodnotit, protože nepřináší příliš velké náklady na dopravu. Tyto náklady má firma propočtené již z dřívějších analýz.

Poskytnutá sleva – čím větší je nutné poskytnout slevu skladu, tím více přichází firma o marži.

Trend v objednávkách napříč historií – chceme lépe hodnotit sklad, který má větší potencionál vztahu do budoucna, protože zatím neprojevil klesající tendence v objednávkách. U skladu, který již nyní má klesající tendence v objednávání napříč roky, je vyšší pravděpodobnost tohoto poklesu i nadále. Změna na přímou distribuci pro odběratele tohoto skladu může mít naopak pozitivní vliv a díky osobnímu kontaktu je zde možnost lépe identifikovat příčinu tohoto poklesu.

Počet dlouhodobých odběratelů – chceme dát lepší hodnocení skladu, který má větší počet dlouhodobých odběratelů. Dlouhodobý odběr může svědčit jednak o vytvořených vazbách a kontaktech mezi skladem a zákazníkem, ale také o věrnosti naší značce. K těmto zákazníkům je potřeba přistupovat individuálně a nejlépe nejprve identifikovat všechny případné hrozby přechodu na nepřímou distribuci u skladu, který těchto zákazníků nemá mnoho.

Malá konkurence – čím menší konkurence, tím větší potencionál pro odběr produktu této firmy.



Obrázek 9: Strom dílčích cílů

4.3.2 Stanovení kritérií

Jakmile je vydefinovaný strom dílčích cílů, je třeba definovat jednotlivá kritéria, která vyplývají z koncových elementů (dílčích cílů) stromu. V tomto případě byla identifikována následující kvantitativní a kvalitativní kritéria. Pro další označení budou v mnohých příkladech použita zkrácená označení x1 – x 11.

Tabulka 12: Rozdělení kritérií

Rozdělení kritérií			
Kvantitativní		Kvalitativní	
Označení	**Popis**	**Označení**	**Popis**
K1	Počet stálých odběratelů (během posledních tří let)	**K7**	Věrnostní program pro odběratele ano/ne
K2	Odebrané množství mj za rok	**K8**	Trend v objednávkách za poslední dva roky (rostoucí (3), klesající (1), konstantní (2))
K3	Odhadnuté náklady na přímou distribuci za rok	**K9**	Zálohování obalů zákazníkům ano/ne
K4	Náklady na přepravu do skladu/rok	**K10**	Závoz zboží zákazníkovi mimo rozvozní dny
K5	Slevy (pořadí 7-největší sleva, 1-nejmenší sleva)		
K6	Velikost skladu (počet dodavatelů)		
K11	Počet konkurenčních dodavatelů		

4.3.3 Varianty hodnocení

Jelikož chceme hodnotit všechny sklady, které firma aktuálně využívá pro nepřímou distribuci, je výběr variant v tomto příkladu jednoduchý. V tomto případě se jedná o sklady s označením A, B, C, D, E, F, G. Dohromady tedy sedm skladů, jejichž přínos budeme vyhodnocovat.

4.3.4 Důsledky variant vzhledem ke kritériím

Následující *Tabulka 13* shrnuje jednotlivé důsledky variant vzhledem ke kritériím. V posledním řádku tabulky je vyplněna preference.

Rostoucí preference znamená, že preferujeme vyšší hodnoty před nižšími.

Klesající preference znamená, že preferujeme nižší hodnoty před vyššími.

Tabulka 13: Důsledky variant vzhledem ke kritériím

Varianta/Kritéria	K1	K2 (mj)	K3 (Kč)	K4 (Kč)	K5 (pořadí)	K6 (#)	K7 (ano/ne)	K8	K9 (ano/ne)	K10 (ano/ne)	K11 (#)
x1 - Sklad A	35	2600	390000	120000	7	26000	0	1	1	1	3
x2 - Sklad B	82	3600	420000	210000	3	18562	1	3	0	0	5
x3 - Sklad C	105	4100	260000	80000	4	25000	1	3	0	0	8
x4 - Sklad D	75	5200	210000	70000	1	12000	0	3	1	1	6
x5 - Sklad E	157	6200	270000	150000	6	22000	0	2	0	1	8
x6 - Sklad F	52	3800	180000	85000	5	15500	1	2	1	1	7
x7 - Sklad G	81	2700	321700	250000	2	19000	1	1	1	0	4
Preference	**Rostoucí**	**Rostoucí**	**Rostoucí**	**Klesající**	**Klesající**	**Rostoucí**	**Rostoucí**	**Rostoucí**	**Rostoucí**	**Rostoucí**	**Klesající**

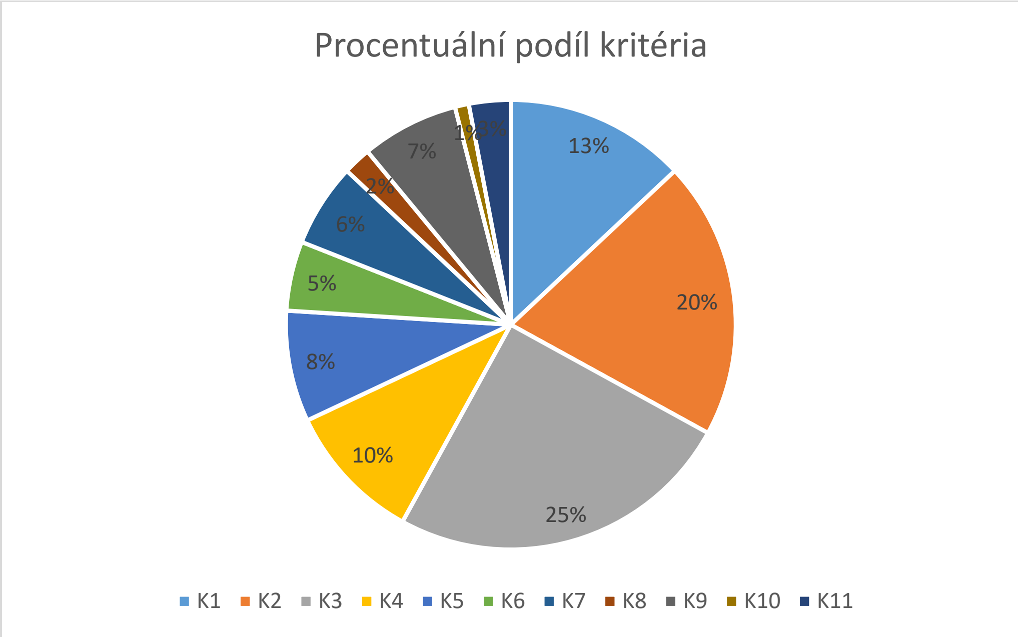
4.3.5 Váhy kritérií

V této části si ukážeme dvě metody pro stanovení vah. Jelikož není jisté, kdy firma vyhotoví tuto analýzu na reálných datech, nelze s jistotou říci, že se nezmění některí klíčový zaměstnanci, kteří o těchto vahách rozhodují. Může se stát, že hodnotitelé získají větší přehled a hlubší znalost, která umožní stanovit váhy některou z přímých metod nebo naopak. V teoretické části jsou proto uvedeny i další metody pro stanovení vah. Pro praktickou část je využita Metfesselova a Saatyho metoda stanovení vah.

4.3.5.1 Metfesselova alokace přímá

Mezi všechna kritéria rozdělíme sto procent v závislosti na tom, jakou část celkového cíle pokrývají dílčí cíle odpovídající jednotlivým kritériím. Ke znázornění výsledků je využit koláčový graf (*Obrázek 10*). Největší klínek z tohoto grafu má nejvýznamnější kritérium K_3- náklady na přímou distribuci.

Expert si pro stanovení vah vždy pokládá otázku, jak bude naplněn celkový cíl, když bude naplněn dílčí cíl, bez ohledu na naplnění ostatních cílů. Prostřednictvím této metody jsou získány přímo normované váhy.



Obrázek 10: Stanovení vah Metfesselovou alokací přímou

Sestava vah získaná Metfesselovou alokací:

$$v_1 = 0{,}13, v_2 = 0{,}2, v_3 = 0{,}25, v_4 = 0{,}1, v_5 = 0{,}08, v_6 = 0{,}05, v_7 = 0{,}06,$$

$$v_7 = 0{,}06, v_8 = 0{,}08, v_9 = 0{,}07, v_{10} = 0{,}01, v_{11} = 0{,}03$$

4.3.5.2 Saatyho metoda

V této metodě je nejprve sestrojena matice intenzit preferencí $S = \{s_{ij}\}$. Její prvky odpovídají hodnotám přiřazeným jednotlivým deskriptorům z následující tabulky. Pokud je K_j významnější než K_i, pak je přiřazena hodnota $s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}$. Vektor wj představuje vlastní vektor příslušící největšímu vlastnímu číslu matice S.

Tabulka 14: Jazykové deskriptory pro Saatyho metodu

Jazykový desktriptor	sij
Ki je stejně významné jako Kj	1
Ki je slabě významnější jako Kj	3
Ki je dosti významnější než Kj	5
Ki je prokazatelně významnější než Kj	7
Ki je absolutně významnější než Kj	9

Tabulka 15: Matice S – stanovení vah Saatyho metodou

S	K3	K2	K1	K4	K5	K6	K7	K9	K11	K8	K10	wj	vj
K3	1	1	3	3	5	5	5	5	7	9	9	0.591	0.234
K2	1	1	3	3	5	5	5	5	7	7	7	0.576	0.228
K1	1/3	1/3	1	3	3	3	5	5	5	7	7	0.378	0.150
K4	1/3	1/3	1/3	1	3	3	3	5	5	7	7	0.291	0.115
K5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3	3	3	5	5	5	0.201	0.080
K6	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	3	3	5	5	5	0.163	0.065
K7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1	3	3	5	0.102	0.040
K9	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1	1	1	3	0.074	0.029
K11	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1	1	3	0.059	0.023
K8	1/9	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1	1	3	0.054	0.021
K10	1/9	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	0.036	0.014

K takto vytvořené matici S je přidán sloupec w_j. Hodnoty v tomto sloupci představují nenormované váhy jednotlivých kritérií, které získáme pomocí programu MATLAB za pomocí příkazu $[vlvektory, vlcisla] = eig(S)$, pomocí něhož získáme největší vlastní číslo a jemu odpovídající vlastní vektor matice S .

$$\lambda_{max} = 12{,}0004$$

V dalším kroku je třeba ověřit konzistenci. Nejprve je vypočten koeficient CI, který řekne, jak moc se blížíme ideálu.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} = \frac{12{,}0004 - 11}{11 - 1} = 0{,}06153$$

V projektu máme 11 kritérií, čemuž odpovídá *RI (11)* z následující tabulky:

Tabulka 16: Hodnoty RI(m) pro daná m

m	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
RI(m)	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452
m	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
RI(m)	1.484	1.513	1.535	1.555	1.57	1.583	1.595

$$RI(11) = 1{,}513$$

Na základě těchto údajů je dopočítán podílový koeficient nekonzistence:

$$CR = \frac{CI}{RI(m)} = \frac{0{,}06153}{1{,}513} = 0{,}04066.$$

Matice S je v tomto případě dostatečně konzistentní (CR = $0{,}04066 < 0{,}1$).

4.3.6 Konzistence kritérií

<u>**Mohou nastat dva případy:**</u>

- Je-li soubor kritérií konzistentní, dokážeme najít variantu, která je nejlepší dle všech kritérií.
- Je-li soubor nekonzistentní, musíme vybrat kompromisní variantu.

Míru konzistence měříme pomocí charakteristiky W, která nabývá hodnot <0,1>. Pokud se $W = 0$, kritéria jdou proti sobě a řešení hodnocení bude částečným kompromisem mezi danými kritérii. Pokud $W = 1$, můžeme vybrat variantu nejlepší dle všech kritérií.

Vybereme si 6 kritérií. Vytvoříme matici, jejíž prvky jsou rovny pořadí, které zaujímá varianta x_i vzhledem ke kritériu K_j. Následně vyčíslíme součty řádků, odchylky od průměrného řádkového součtu s $(s = 24)$, kvadráty odchylek a součet těchto kvadrátů S $(S = 126)$. Takto vytvořená matice je zobrazena v *Tabulce 17*.

Tabulka 17: Ověření konzistence kritérií

Varianta/ Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Řádkový součet	Odchylky od průměru	Kvadráty odchylek
x1 - Sklad A	1	1	6	4	1	7	20	-4	16
x2 - Sklad B	5	3	7	2	5	3	25	1	1
x3 - Sklad C	6	5	3	6	4	6	30	6	36
x4 - Sklad D	3	6	2	7	7	1	26	2	4
x5 - Sklad E	7	7	4	3	2	5	28	4	16
x6 - Sklad F	2	4	1	5	3	2	17	-7	49
x7 - Sklad G	4	2	5	1	6	4	22	-2	4
Preference	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	24		126

Koeficient konzistence je vypočten následujícím způsobem:

$$W = \frac{126}{\frac{1}{12} * 36 * (7*7*7) - 7} = 0{,}125.$$

Řešení je blíže nule než jedné, proto jdou varianty částečně proti sobě. Z toho vyplývá, že **řešení tohoto problému bude kompromisem mezi danými kritérii.**

4.3.7 Nezávislost kritérií

Pomocí **Kendallova koeficientu** zjišťujeme nezávislost kritérií.

Nejprve jsou vytvořeny dvojice variant $\{x_i, x_j\}$, kde $x < j$ a každé přiřazena hodnota AB. Čísla A a B odpovídají jednotlivým kritériím a mohou nabývat hodnot 1, 0 nebo -1. Hodnoty jedna nabývají v případě, že x_i je podle daného kritéria lepší než x_j, hodnoty mínus jedna nabývá v opačném případě a hodnoty 0, pokud jsou varianty podle daného kritéria hodnoceny stejně. Pro ilustraci je zde popsán výpočet pro kritéria – aktuální počet odběratelů dodávaného produktu a poskytnutá sleva skladu. Výpočty pro ostatní kritéria jsou analogické, proto nejsou v práci zobrazeny všechny, ale čtenář je nalezne v přiloženém excelu.

Výpočet pro K_1 a K_5:

V prvním kroku výpočtu je dobré zobrazit si v tabulce reálné důsledky variant vzhledem k těmto dvěma kritériím (viz *Tabulka 18*):

Tabulka 18: Důsledky variant vzhledem ke kritériím K1 a K5

Varianta	K1. Počet stálých odběratelů	K5. Sleva pro sklad
x1 - Sklad A	35	1
x2 - Sklad B	82	5
x3 - Sklad C	105	4
x4 - Sklad D	75	7
x5 - Sklad E	157	2
x6 - Sklad F	52	3
x7 - Sklad G	81	6
Preference	**Rostoucí**	**Rostoucí**

Následně za pomocí *Tabulky 18* vytvoříme obdobnou tabulku (*Tabulka 19*), ale tentokrát již obsahující hodnoty, které vyjadřují pořadí variant z prvního sloupce dle kritéria K_1 (hodnoty druhého sloupce) a následně kritéria K_5 (hodnoty třetího sloupce).

Tabulka 19: Pořadí variant dle kritérií K1 a K5

	Pořadí variant dle K1	Pořadí variant dle K5
nejhorší	x1	x1
	x6	x5
	x4	x6
	x7	x3
	x2	x2
	x3	x7
nejlepší	x5	x4

Dále pracujeme s *Tabulkou 19*, která nám pomáhá určovat hodnoty A a B pro dvojice variant $\{x_i, x_j\}$. Například pro $\{x_1, x_2\}$., se nejprve díváme do druhého sloupce *Tabulky 19* na pořadí varianty x_1 dle K_1 a srovnáváme ho s hodnotou pořadí varianty x_2

dle K_1. Vidíme, že x_1 má pro K_1 nižší pořadí než x_2 $(1 < 6)$. Protože se jedná o rostoucí preferenci hodnot kritérií a stejně tak pořadí, pak hodnota A bude rovna -1. Následně porovnáváme hodnoty pořadí těchto variant uvedené ve třetím sloupci a dle stejného postupu dojdeme k hodnotě B, která je opět -1. Po vynásobení těchto hodnot dostaneme hodnotu AB. Tento potup opakujeme pro všechny dvojice variant $\{x_i, x_j\}$, kde $x < j$. Výsledky jsou následující:

X1	X2	X3
{x1, x2} = (-1) * (-1) = 1	{x2, x3} = (-1) * (1) = -1	{x3, x4} = (1) * (-1) = -1
{x1, x3} = (-1) * (-1) = 1	{x2, x4} = (1) * (-1) = -1	{x3, x5} = (-1) * (1) = - 1
{x1, x4} = (-1) * (-1) = 1	{x2, x5} = (-1) * (1) = -1	{x3, x6} = (1) * (1) = 1
{x1, x5} = (-1) * (-1) = 1	{x2, x6} = (1) * (1) = 1	{x3, x7} = (1) * (-1) = -1
{x1, x6} = (-1) * (-1) = 1	{x2, x7} = (1) * (-1) = -1	
{x1, x7} = (-1) * (-1) = 1		
X4	**X5**	**X6**
{x4, x5} = (-1) * (1) = - 1	{x5, x6} = (1) * (- 1) = - 1	{x6, x7} = (-1) * (-1) = 1
{x4, x6} = (1) * (1) = 1	{x5, x7} = (1) * (- 1) = - 1	
{x4, x7} = (-1) * (1) = -1		

Následně spočteme hodnoty P , Q a S.

P ... je počet dvojic, které obdržely hodnotu 1

Q ... je počet dvojit, které obdržely hodnotu -1

S ... je rozdíl $P - Q$

$S = 10 - 11 = -1$

Poslední krok je výpočet samotného koeficientu:

$r = \frac{-1}{\frac{7*(7-1)}{2}} = -0{,}047$.

Hodnota koeficientu je blízká 0, což naznačuje nezávislost kritérií.

Test byl proveden pro všechna kritéria a koeficient v žádném případě nedosáhl hodnoty 1, -1 nebo hodnoty velmi blízké těmto hodnotám.

4.3.8 Metody vícekriteriálního hodnocení

Z předcházejících kroků máme určeny varianty a kritéria hodnocení, u kterých jsme ověřili jejich nezávislost a určili váhy, dalším krokem je již samotném hodnocení. Díky spočtenému koeficientu konzistence víme, že výsledné hodnocení bude určitým kompromisem mezi danými kritérii. Pro hodnocení byly vybrány metody MAXIMAX, MINIMAX a Hurwitzovo kritérium, metoda univerzální standardizace, metoda minimalizace vzdálenosti od ideální varianty, metoda váženého pořadí stupňů naplnění dílčích cílů a metoda AHP.

Záměrně bylo vybráno více metod, jejichž výsledky budou následně srovnány a bude určeno kompromisní pořadí variant dle těchto metod.

4.3.8.1 Metody MAXIMAX, MINIMAX a Hurwitzovo kritérium

Základem těchto metod je vytvoření matice (viz *Tabulka 20*), jejíž prvky spočteme následujícím vzorcem:

$$h_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-},$$

kde x_j^- a x_j^+ jsou vždy nejhorší a nejlepší hodnoty kritérií dosažené na stanoveném souboru variant (tj. z j – tého sloupce tabulky důsledků).

Například pro variantu x_2 a kritérium K_1:

$$h_{21} = \frac{82-35}{157-35} = 0{,}385.$$

U metody MAXIMAX najdeme maximum z každého řádku. Toto maximum pro každou variantu vepíšeme do sloupce h_{max}. V případě metody MINIMAX najdeme minimum z každého řádku a vepíšeme do sloupce h_{min}.

Dle Hurwitzova kritéria určíme pro každou variantu hodnotu h_i podle:

$$h_i = \lambda h_{imax} + (1 - \lambda) h_{imin}, \quad \mathrm{i} = 1, \dots, \mathrm{m},$$

kde λ je zvolená hodnota z intervalu (0,1). V tomto případě byla zvolena $\lambda = 0{,}3$.

Tabulka 20: Hodnocení metodou MINIMAX, MAXIMAX a Hurwitzvo kritérium

Varianta/Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K11	h min	h max	h i
x1 - Sklad A	0.000	0.000	0.875	0.722	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.300
x2 - Sklad B	0.385	0.278	1.000	0.222	0.667	0.469	0.600	**0.222**	**1.000**	**0.456**
x3 - Sklad C	0.574	0.417	0.333	0.944	0.500	0.929	0.000	0.000	0.944	0.283
x4 - Sklad D	0.328	0.722	0.125	1.000	1.000	0.000	0.400	0.000	1.000	0.300
x5 - Sklad E	1.000	1.000	0.375	0.556	0.167	0.714	0.000	0.000	1.000	0.300
x6 - Sklad F	0.139	0.333	0.000	0.917	0.333	0.250	0.200	0.000	0.917	0.275
x7 - Sklad G	0.377	0.028	0.590	0.000	0.833	0.500	0.800	0.000	0.833	0.250

Dle metody MINIMAX zvítězila varianta s nejvyšší hodnotou ve sloupci $\mathrm{h_{min}} = 0{,}222$ – varianta x_2. Můžeme říci, že varianta x_2 je dost dobrá i po té nejslabší stránce (vzhledem ke kvantitativním kritériím). Ostatní varianty mají všechny hodnotu $\mathrm{h_{min}} = 0$ a o jejich dalším uspořádání nelze pomocí této metody nic říct.

Dle metody MAXIMAX zvítězily hned čtyři varianty, které měly nejvyšší hodnotu ve sloupci $\mathrm{h_{max}} = 1$. Mezi tyto vítězné varianty lze zařadit sklad A, B, D a E na druhé pozici v hodnocení je sklad C a o něco málo za ním sklad F. Nejhůře v této metodě vyšlo hodnocení skladu G. Metoda MAXIMAX nám pomohla najít varianty, které jsou alespoň v některém z kvantitativních kritérií dost dobré.

V metodě Hurwitzova kritéria zvítězil sklad B, který má nejvyšší hodnotu $\mathrm{h_i} = 0{,}455$ v posledním sloupci tabulky. O druhé místo v hodnocení se dělí sklad A, D a E. Na třetím místě je sklad C, dále pak sklad F a nejhůře vyšlo hodnocení skladu G.

Tyto metody jsou výhodné v případě, kdy hodnotitel nemá žádnou informaci o preferencích na množině kritérií. V případě, kdy informaci o preferencích máme, je lepší využít jiné metody, které tuto informaci ve svých výpočtech zahrnují. Další nevýhodou metody je to, že využívá pouze kvantitativní kritéria, na která jsme se museli pro tento případ omezit. Další nevýhody metod jsou popsány v teoretické části práce.

4.3.8.2 Metoda univerzální standardizace

V této metodě byly nejprve upraveny důsledky variant vzhledem ke kritériím pomocí následujících vzorců pro kvantitativní a kvalitativní kritéria:

Kvantitativní kritéria – naměřená hodnota x_{ij}

$$h_j(x_i) = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-}$$

Kvalitativní kritéria – expertní bodové hodnocení b_{ij}

$$h_j(x_i) = \frac{b_{ij} - b_j^-}{b_j^+ - b_j^-}$$

Následně jsou vypočtena celková hodnocení pro každou variantu:

$$h(x_i) = \sum_{j=1}^{m} v_j h_j(x_i).$$

V metodě byly použity váhy dle Saatyho metody.

Výsledná tabulka:

Tabulka 21: Metoda univerzální standardizace

Varianta/Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	$h(x_i)$
x1 - Sklad A	0.000	0.000	0.875	0.722	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.419
x2 - Sklad B	0.385	0.278	1.000	0.222	0.667	0.469	1.000	1.000	0.000	0.000	0.600	0.540
x3 - Sklad C	0.574	0.417	0.333	0.944	0.500	0.929	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.529
x4 - Sklad D	0.328	0.722	0.125	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.400	0.512
x5 - Sklad E	1.000	1.000	0.375	0.556	0.167	0.714	0.000	0.500	0.000	1.000	0.000	**0.614**
x6 - Sklad F	0.139	0.333	0.000	0.917	0.333	0.250	1.000	0.500	1.000	1.000	0.200	0.345
x7 - Sklad G	0.377	0.028	0.590	0.000	0.833	0.500	1.000	0.000	1.000	0.000	0.800	0.388
vj	0.150	0.228	0.234	0.115	0.080	0.065	0.040	0.021	0.029	0.014	0.023	

Nejlepší celkové hodnocení má dle metody univerzální standardizace sklad E. Sklady B, C a D měly jen nepatrné rozdíly v hodnocení a můžeme je tedy společně zařadit na druhé místo v hodnocení. Třetí místo má dle této metody sklad A, za ním je sklad G a jako poslední sklad F.

4.3.8.3 Metoda minimalizace vzdálenosti od ideální varianty

Pro metodu minimalizace vzdálenosti od ideální varianty můžeme využít matici vytvořenou pro potřeby metody univerzální standardizace. Pro každou variantu spočteme celkové hodnocení do posledního sloupce označeného $d(x_i, x^{id})$. Použita je metrika d_1 daná vztahem:

$$d_1(x_i, x^{id}) = \sum_{j=1}^{m} v_j \left|(x_{ij} - x_j^{id})\right|.$$

Například pro x_1:

$$d_1(x_1, x^{id}) = (0{,}15 * |(0-1)|) + (0{,}228 * |(0-1)|) + (0{,}234 * |(0{,}875-1)|) +$$
$$(0{,}115 * |(0{,}722-1)|) + (0{,}08 * |(0-1)|) + (0{,}065 * |(1-1)|) + \cdots = 0{,}581,$$

kde

$x^{id} = \{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1\}$.

Váhy jsou určeny Saatyho metodou.

Tabulka 22: Metoda minimalizace vzdálenosti od ideální varianty

Varianta/Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	$d(x_i,x^{id})$
x1 - Sklad A	0.000	0.000	0.875	0.722	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.581
x2 - Sklad B	0.385	0.278	1.000	0.222	0.667	0.469	1.000	1.000	0.000	0.000	0.600	0.460
x3 - Sklad C	0.574	0.417	0.333	0.944	0.500	0.929	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.471
x4 - Sklad D	0.328	0.722	0.125	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.400	0.488
x5 - Sklad E	1.000	1.000	0.375	0.556	0.167	0.714	0.000	0.500	0.000	1.000	0.000	**0.386**
x6 - Sklad F	0.139	0.333	0.000	0.917	0.333	0.250	1.000	0.500	1.000	1.000	0.200	0.655
x7 - Sklad G	0.377	0.028	0.590	0.000	0.833	0.500	1.000	0.000	1.000	0.000	0.800	0.612
vj	0.150	0.228	0.234	0.115	0.080	0.065	0.040	0.021	0.029	0.014	0.023	

Dle metody minimalizace vzdálenosti od ideální varianty vyšel nejlépe sklad E s nejmenší vzdáleností $d\ (x_i,\ x^{id}) = 0{,}3858$. Na druhém místě se v hodnocení umístil sklad B, za ním sklad C a D. Na pátém místě je sklad A, nejhůře hodnocené jsou sklady G a F.

4.3.8.4 Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

V prvním kroku metody váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů jsou namodelovány funkce pro jednotlivé cíle. V grafech namodelovaných funkcí lze jasně vidět rozdíl v rostoucím a klesajícím kritériu. Z grafů jsou také zřejmé plně vyhovující a nevyhovující hodnoty kritérií. Díky těmto funkcím je možné určit upravené důsledky variant vzhledem ke kritériím pro tuto modelu. Tyto upravené důsledky jsou vyplněny do následující *tabulky 20*. V tabulce je také obsažena informace o naprosto nevyhovujících hodnotách jednotlivých kritérií, a naopak naprosto vyhovujících hodnotách.

<u>Pro K_1 namodelujeme cíl následujícím způsobem:</u>

1) Nejprve určíme naprosto vyhovující a nevyhovující hodnoty.

2) Vyhovujícím hodnotám ($h_1(x_i)\ > 80$) přiřadíme $h_1(x_i)\ = 1$, nevyhovujícím

$h_1(x_i)\ = 0\ \ (h_1(x_i)\ < 50)$.

3) Abychom získali zbytek hodnot $h_1(x_i)$, nejprve řešíme soustavu následujících lineárních rovnic:

$$1 = a * 80 + b,$$

$$0 = a * 50 + b,$$

$$1 = a * 80 + b,$$

$$b = -\ a * 50,$$

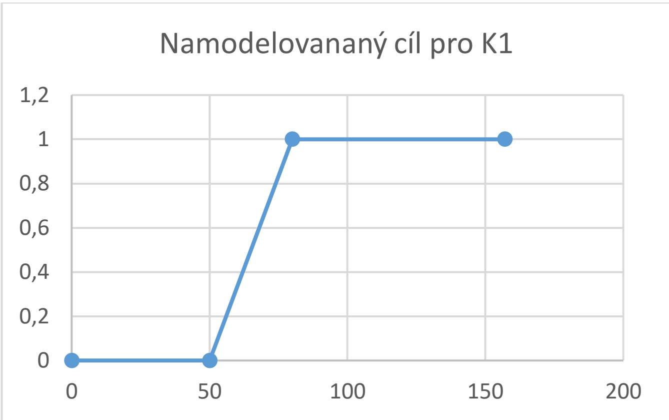
$$1 = a * 80 - (a * 50),$$

$$a = \frac{1}{30}, \qquad b = -\frac{5}{3}.$$

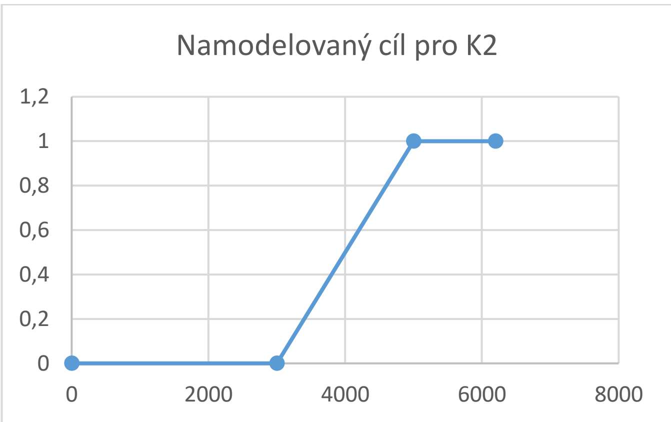
Výsledná rovnice pro určení hodnot $h_1(x_i)$:

$$h_1(x_i) = \frac{1}{30} * x_{i1} - \frac{5}{3}.$$

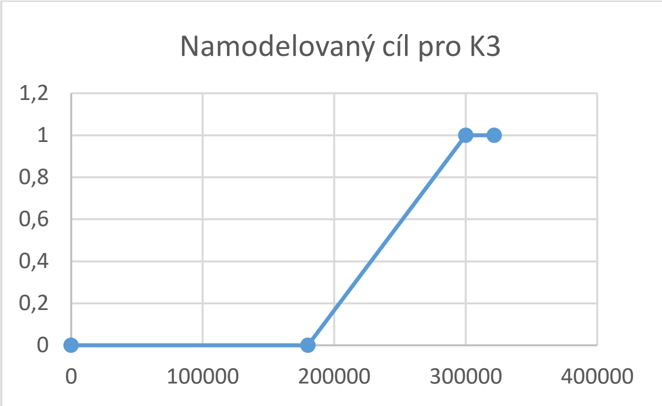
Po dosazení důsledků variant vzhledem ke K_1 (x_{i1}) dostaneme zbylé hodnoty $h_1(x_i)$, které vepíšeme do *Tabulky 23*. Funkce pro jednotlivé cíle jsou namodelované v následujících grafech.



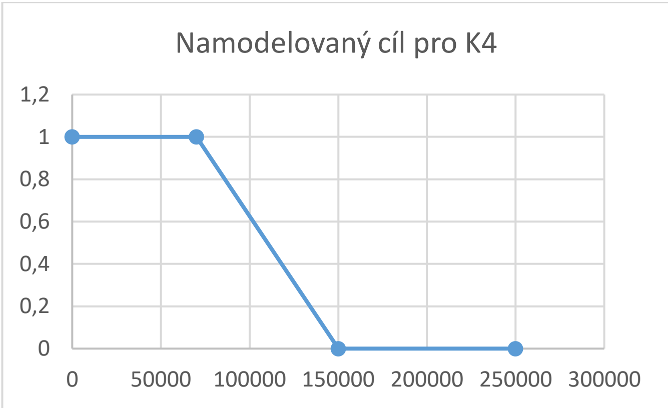
Obrázek 11: Namodelovaný cíl pro K1



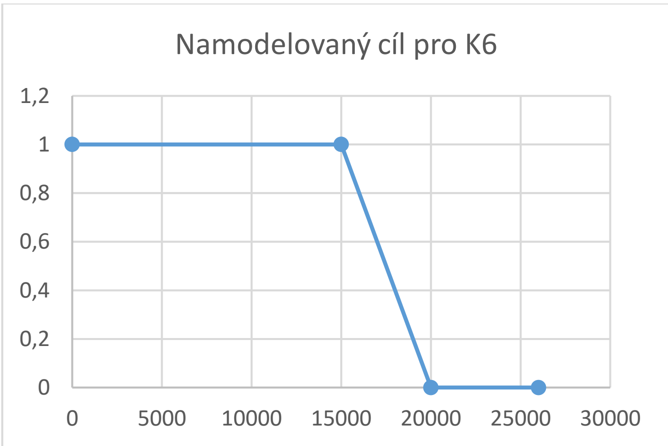
Obrázek 12: Namodelovaný cíl pro K2



Obrázek 13: Namodelovaný cíl pro K3



Obrázek 14: Namodelovaný cíl pro K4



Obrázek 15: Namodelovaný cíl pro K6

Celkové hodnocení $h_i = h(x_i)$ varianty x_i získáme jako vážený průměr dílčích hodnocení s váhami, které jsou získány Metfesselovou metodou, tj.:

$$h_i = h(x_i) = \sum_{j=1}^{m} v_j h_j(x_i).$$

Tabulka 23: Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

Varianta/Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	h(xi)
x1 - Sklad A	0.000	0.000	1.000	0.375	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.4475
x2 - Sklad B	1.000	0.300	1.000	0.000	0.667	0.712	1.000	1.000	0.000	0.000	0.500	0.6240
x3 - Sklad C	1.000	0.550	0.666	0.875	0.500	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.6640
x4 - Sklad D	0.830	1.000	0.250	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.250	0.6579
x5 - Sklad E	1.000	1.000	0.750	0.000	0.167	1.000	0.000	0.500	0.000	1.000	0.000	0.6008
x6 - Sklad F	0.066	0.400	0.000	0.813	0.333	0.000	1.000	0.500	1.000	1.000	0.000	0.3465
x7 - Sklad G	1.000	0.000	1.000	0.000	0.833	0.800	1.000	0.000	1.000	0.000	0.750	0.6392
Preference	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Klesající	Klesající	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Klesající	
VYHOVUJÍCÍ	>80	>5000	>300000	<70000		>20000						
NEVYHOVUJÍCÍ	<50	<3000	<180000	>150000		<15000 - ...)						
F-CE	y = x*(1/30) - (5/3) pro <50;80>	y = x*(1/2000) - (3/2); pro <3000;5000>	y = x*(1/120000) - (18/12); pro <180000;300000>	y = x*(-1/80000) + 15/8; pro <70000;150000>	7<6<5<4<3<2<1	y = x*(1/5000) - (1/3); pro<15000;20000>	0<1	1<2<3	0<1	0<1	8,7<6<5<4<3; y = x*-(1/4) + 7/4	
vj	0.13	0.2	0.25	0.1	0.08	0.05	0.06	0.02	0.07	0.01	0.03	

Optimální variantou dle metody stupně naplnění dílčích cílů je varianta s nejvyšším hodnocením $h(x_3) = 0{,}664$ - sklad C. Na druhé místě v hodnocení je sklad D, za ním na třetím místě je sklad G, dále pak B a E. Na předposlední pozici je sklad A, nejhůře hodnocen byl sklad F.

4.3.8.5 Metoda AHP

Pro každé kritérium K_j v souboru sestavíme matice $S_j = \{S_{ij}\}_{ij=1}^{n}$, jejíž prvky určíme následovně:

$$s_{ij} = \begin{cases} \dfrac{x_i}{x_j} \text{ pro kvantitativní kritérium s rostoucí preferencí} \\ \dfrac{x_j}{x_i} \text{ pro kvantitativní kritérium s klesající preferencí} \\ \left\{\dfrac{1}{9}, \dfrac{1}{7}, \dfrac{1}{5}, \dfrac{1}{3},\ 1,3,5,7,9\right\} \text{ pro kvalitativní kritéria} \end{cases}$$

Pro ilustraci je zde zobrazena pouze tabulka pro K_1. Další tabulky najdou zájemci v přiloženém excelu.

Tabulka 24: Metoda AHP - matice pro K1

K1	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
x1	1.000	0.427	0.333	0.467	0.223	0.673	0.432
x2	2.343	1.000	0.781	1.093	0.522	1.577	1.012
x3	3.000	1.280	1.000	1.400	0.669	2.019	1.296
x4	2.143	0.915	0.714	1.000	0.478	1.442	0.926
x5	4.486	1.915	1.495	2.093	1.000	3.019	1.938
x6	1.486	0.634	0.495	0.693	0.331	1.000	0.642
x7	2.314	0.988	0.771	1.080	0.516	1.558	1.000

Tuto tabulku exportujeme do programu MATLAB, aby bylo možné určit největší vlastní číslo a jemu odpovídající největší vlastní vektor.

V MATLABU jsou použity následující příkazy (viz *Obrázek 16*).

```
AHP_dip.m
% nejprve načteme matici S pro K1
clear all;
S=ddeinit('excel','AHP_K1.xlsx');
K1=ddereq(S,'r2c2:r8c8');
K1;

% spočteme vlastní čísla a jim náležící vlastní vektory pro K1
[vlvektory_K1,vlcisla_K1]=eig(K1);

% ...pro K2
K2=ddereq(S,'r11c2:r17c8');
K2;
[vlvektory_K2,vlcisla_K2]=eig(K2);
```

Obrázek 16: Část použitého skriptu – příkazy v programu MATLAB

Tento postup opakujeme pro všechny kritéria. Vytvoříme takto 11 samostatných matic.Pro tyto matice následně ověříme jejich konzistenci. Použijeme již známé vzorce:

- **koeficient nekonzistence CI**

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m-1},$$

- **koeficient CR**

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

Pro případ K_1 pak platí:

$$\lambda_{max} = 6{,}999, \qquad m = 7, \qquad RI(7) = 1{,}341,$$

$$CI = \frac{6{,}999 - 7}{7-1},$$

$$CR = \frac{CI}{1{,}341} < 0{,}1.$$

Platí $CR < 0{,}1$ – matice je dostatečně konzistentní.

Vlastní vektory získané z dílčích matic shrneme do následující *Tabulky 25*.

Tabulka 25: Metoda AHP - vlastní vektory získané z dílčích matic

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
x1	0.145	-0.234	0.484	0.327	0.044	0.485	0.055	0.047	0.498	0.498	0.616
x2	0.339	-0.324	0.521	0.187	0.259	0.346	0.498	0.562	0.055	0.055	0.369
x3	0.434	-0.369	0.323	0.490	0.161	0.466	0.498	0.562	0.055	0.055	0.231
x4	0.310	-0.467	0.261	0.560	0.801	0.224	0.055	0.562	0.498	0.498	0.308
x5	0.649	-0.557	0.335	0.261	0.062	0.410	0.055	0.154	0.055	0.498	0.231
x6	0.215	-0.342	0.223	0.461	0.099	0.289	0.498	0.154	0.498	0.498	0.264
x7	0.335	-0.243	0.399	0.157	0.501	0.354	0.498	0.047	0.498	0.055	0.462
lambda max	7.000	7.000	7.000	7.000	7.797	7.000	7.000	7.259	7.000	7.000	7.000

Tabulku následně pro naše potřeby znormujeme (aby byl sloupcový součet roven 1).

Tabulka 26: Metoda AHP – normalizace vlastních vektorů

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
x1	0.060	0.092	0.190	0.134	0.023	0.188	0.026	0.023	0.231	0.231	0.248
x2	0.140	0.128	0.205	0.076	0.134	0.134	0.231	0.269	0.026	0.026	0.149
x3	0.179	0.145	0.127	0.201	0.084	0.181	0.231	0.269	0.026	0.026	0.093
x4	0.128	0.184	0.102	0.229	0.416	0.087	0.026	0.269	0.231	0.231	0.124
x5	0.267	0.220	0.132	0.107	0.032	0.159	0.026	0.074	0.026	0.231	0.093
x6	0.089	0.135	0.088	0.189	0.051	0.112	0.231	0.074	0.231	0.231	0.106
x7	0.138	0.096	0.157	0.064	0.260	0.138	0.231	0.023	0.231	0.026	0.186
suma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nyní všechny normované vlastní vektory roznásobíme jim příslušnou váhou (dle Saatyho metody) a sečtením jednotlivých řádků variant dostaneme vážené průměry řádků (VPŘ). Varianta s největším váženým průměrem pak bude pro nás tou nejlepší podle této metody.

Tabulka 27: Hodnocení metodou AHP

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	VPŘ
x1	0.060	0.092	0.190	0.134	0.023	0.188	0.026	0.023	0.231	0.231	0.248	0.121
x2	0.140	0.128	0.205	0.076	0.134	0.134	0.231	0.269	0.026	0.026	0.149	0.146
x3	0.179	0.145	0.127	0.201	0.084	0.181	0.231	0.269	0.026	0.026	0.093	0.149
x4	0.128	0.184	0.102	0.229	0.416	0.087	0.026	0.269	0.231	0.231	0.124	**0.170**
x5	0.267	0.220	0.132	0.107	0.032	0.159	0.026	0.074	0.026	0.231	0.093	0.155
x6	0.089	0.135	0.088	0.189	0.051	0.112	0.231	0.074	0.231	0.231	0.106	0.121
x7	0.138	0.096	0.157	0.064	0.260	0.138	0.231	0.023	0.231	0.026	0.186	0.137
váhy Saaty	0.150	0.228	0.234	0.115	0.080	0.065	0.040	0.021	0.029	0.014	0.023	

Jak je zřejmé z *Tabulky 27,* nejlépe hodnocený sklad dle Saatyho metody AHP je slad D. Na druhém místě v hodnocení je sklad E. Rozdíl v hodnocení skladu B a C je minimální, proto oba můžeme dát na třetí místo v hodnocení. O trochu horší hodnocení má sklad G a nejhůře hodnocené sklady jsou sklady F a A.

4.4 Vyhodnocení výsledků praktické části

Cílem analýzy bylo hodnocení celkem 7 skladů, které firma nyní využívá k nepřímé distribuci svého produktu (osvěžujícího nápoje). Hodnocení má následně sloužit k rozhodnutí, které z těchto skladů jsou na základě stanovených kritérií nejvhodnější pro začátek přechodu na přímou distribuci. Pro každý sklad zná firma odběratele, kteří ho využívají. Z popsaných metod byla vyloučena metoda MINIMAX, MAXIMAX a Hurwitzovo kritérium, které dostatečně nevyužívají množství informací, které pro výpočty máme (váhy, pouze kvantitativní charakter kritérií). Výpočet v praktické části sloužil pouze pro ilustraci výpočtu pomocí těchto metod v případě, kdy nemáme informaci o preferencích na množině kritérií. Výsledné hodnocení variant dle vybraných metod bylo shrnuto do následující *Tabulky 28*.

Tabulka 28: Hodonocení variant dle vybraných metod

Varianty/Metoda	Minimalizace od ideální varianty	Univerzální standardizace	Metoda dílčích cílů	AHP
x1 - Sklad A	0.581	0.419	0.409	0.121
x2 - Sklad B	0.460	0.540	0.625	0.146
x3 - Sklad C	0.471	0.529	**0.698**	0.149
x4 - Sklad D	0.488	0.512	0.677	**0.170**
x5 - Sklad E	**0.386**	**0.614**	0.656	0.155
x6 - Sklad F	0.655	0.345	0.316	0.121
x7 - Sklad G	0.612	0.388	0.589	0.137

Variantám je v *Tabulce 29* přiřazena hodnota pořadí dle hodnocení jednotlivých metod.

Tabulka 29: Pořadí variant dle vybraných metod

Varianty/Metoda	Minimalizace od ideální varianty	Univerzální standardizace	Metoda dílčích cílů	AHP
x1 - Sklad A	5	5	6	7
x2 - Sklad B	2	2	4	4
x3 - Sklad C	3	3	**1**	3
x4 - Sklad D	4	4	2	**1**
x5 - Sklad E	**1**	**1**	3	2
x6 - Sklad F	7	7	7	6
x7 - Sklad G	6	6	5	5

V *Tabulce 29* jde vidět, že volené metody mají přibližně podobné výsledky, metody minimalizace vzdálenosti od ideální varianty a univerzální standardizace mají výsledky dokonce totožné. Abychom mohli jednotlivým variantám přiřadit celkové pořadí dle hodnocení, uděláme pro každou variantu sumu z pořadí dle jednotlivých metod a následně varianty seřadíme dle této sumy pořadí. Výsledkem je kompromisní pořadí variant.

Tabulka 30: Určení kompromisního pořadí variant

Varianty	Suma pořadí	Celkové pořadí
x1 - Sklad A	23	6
x2 - Sklad B	12	4
x3 - Sklad C	10	2
x4 - Sklad D	11	3
x5 - Sklad E	7	1
x6 - Sklad F	27	7
x7 - Sklad G	22	5

Jednoznačně nejlépe byl dle celkového kompromisního pořadí hodnocen sklad E. Velmi podobnou sumu pořadí měly sklady C, D, B, které můžeme označit za přibližně druhé v pořadí. Sklad G a hned za ním sklad A mají také podobné hodnocení, ale o něco horší než předchozí trojice. Jednoznačně nejhorší pořadí měl sklad F, který se takto stává kandidátem pro postupné ukončení nepřímé distribuce a jeho odběratelé jsou kandidáti pro přímou distribuci.

Vraťme se nyní k původní tabulce důsledků variant vzhledem ke kritériím.

Tabulka 31: Důsledky variant vzhledem ke kritériím

Varianta/Kritéria	K1. Počet stálých odběratelů	K2. Odebrané množství mj za rok	K3. Odhadnuté náklady na přímou distribuci za rok	K4. Náklady na přepravu do skladu/rok	K5. Sleva pro sklad	K6. Velikost skladu (počet dodavatelů)	K7. Věrnostní program pro odběratele ano(1)/ne(0)	K8. Trend v objednávkách za poslední dva roky (rostoucí (3), klesající(1), konstantní(2))	K9. Zálohování obalů zákazníkům ano(1)/ne(0)	K10. Závoz zboží zákazníkovi mimo rozvozní dny (ano(1)/ne(0))	K11. Počet konkurenčních dodavatelů
x1 - Sklad A	35	2 600 mj	390 000 Kč	120 000 Kč	7	26 000	0	1	1	1	3
x2 - Sklad B	82	3 600 mj	420 000 Kč	210 000 Kč	3	18 562	1	3	0	0	5
x3 - Sklad C	105	4 100 mj	260 000 Kč	80 000 Kč	4	25 000	1	3	0	0	8
x4 - Sklad D	75	5 200 mj	210 000 Kč	70 000 Kč	1	12 000	0	3	1	1	6
x5 - Sklad E	157	6 200 mj	270 000 Kč	150 000 Kč	6	22 000	0	2	0	1	8
x6 - Sklad F	52	3 800 mj	180 000 Kč	85 000 Kč	5	15 500	1	2	1	1	7
x7 - Sklad G	81	2 700 mj	321 700 Kč	250 000 Kč	2	19 000	1	1	1	0	4
Preference	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Klesající	Klesající	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Rostoucí	Klesající

Sklad F má nejnižší náklady na přímou distribuci, současně je mu poskytována poměrně velká sleva, nepatří mezi velké sklady z hlediska počtu dodavatelů, má 52 stálých odběratelů produktu a celkově za poslední rok odebral 3 600 mj. V předchozích letech byl trend v objednávkách tohoto skladu poměrně konstantní. V tomto skladu je pro náš produkt poměrně velká konkurence a sklad zároveň poskytuje svým zákazníkům všechny vyjmenované benefity. Dalšími kandidáty na přechod z nepřímé na přímou distribuci jsou odběratelé ze skladu A a G. Nejlepší hodnocení měl sklad E. Tento sklad má nejvíce stálých odběratelů. Celkově odebírá velké množství produktu. Náklady na případnou přímou distribuci nejsou závratné, ale poskytovaná sleva je poměrně vysoká. V tomto skladu má firma také velkou konkurenci v porovnání s ostatními.

4.4.1 Návrh dalšího postupu

Dá se říci, že analýza rozdělila sklady na tři pomyslné skupiny z hlediska hodnocení. Do první skupiny můžeme zařadit samostatně sklad E, který měl nejlepší hodnocení. Do druhé skupiny můžeme zařadit sklady C, D, B, které měly hodnocení velmi podobné. Do třetí skupiny můžeme zařadit sklady G, A, F, přičemž sklad F vyšel jako nejhorší. Pokud bude firma měnit distribuci z nepřímé na přímou, měla by se nejprve zaměřit na sklady ze třetí skupiny, nejlépe začít skladem F.

Jelikož jsou se změnou typu distribuce spjata mnohá rizika, je potřeba se na tato rizika připravit a co nejvíce je eliminovat. Největším rizikem je v tomto případě nepřijetí změny zákazníkem, který může začít odebírat konkurenční výrobek ze skladu. Je proto vhodné začít se změnou paralelně. Nejprve si vydefinovat, kterých zákazníků se tato změna týká (seznam odběratelů z daného skladu). Dále určit zákazníky, pro které je tato změna přijatelná ihned a to nejlépe už od začátku osobní návštěvou, kterou by měl provést proškolený obchodní zástupce. Z vyhodnocení dotazníku je jasné, že osobní vztahy jsou v mnohých případech pro zákazníka velmi důležité, proto je vhodné volit od začátku osobní kontakt a individuální přístup. Obchodní zástupce by měl zákazníka informovat o možnostech této postupné změny a důvodech, proč k ní dochází. Hlavním a klíčovým důvodem je osobní kontakt, který může lépe identifikovat a pružně reagovat na potřeby zákazníka. Firma může také lépe podpořit konkrétní zákazníky marketingovou nebo propagační akcí dle individuálních požadavků.

U zákazníků, kteří se nebrání přechodu na přímou distribuci, by měla firma s touto formou distribuce začít. Paralelně s tímto by měla dále zavážet svůj výrobek do skladu a obsluhovat tak zákazníky, které je potřeba o této změně ještě přesvědčit. Postupně by pak firma měla čím dál více snižovat počet odběratelů ze skladu, až dojde k úplnému ukončení nepřímé distribuce do tohoto skladu.

Pro přesvědčení zákazníka k přímému odběru zboží by měla firma využít informace získané z vyhotoveného dotazníkového šetření a pro benefity buď zvolit strategii ponechání nebo nahrazení silnějším motivem. Výsledky šetření ukazují například to, že pokud má v současné době zákazník možnost využívat zvýhodnění při zálohování obalů a věrnostní program, pravděpodobně se nebude chtít tohoto benefitu vzdát ani nadále. Z dotazníku je také patrné, že bude zřejmě pro každého zákazníka potřeba vytvořit individuální závozový kalendář nebo by měla být snaha závozové kalendáře co nejvíce zákazníkům přizpůsobit. Důležité je se také ubezpečit, že zákazník nevyužívá některé další benefity, které nebyly obsaženy v dotazníkovém šetření.

Před osobními schůzkami by měla být snaha identifikovat v dané oblasti další potencionální zákazníky pro odběr, kteří zatím nebyli osloveni nebo dříve preferovali přímou distribuci, která jim nebyla v dané lokalitě umožněna. S rostoucím počtem zákazníků v určité oblasti roste efektivita zavážení a nákladovosti na přímou přepravu.

5 Závěr

V této diplomové práci byla nejprve popsána teorie zaměřující se především na postupy vybraných matematických metod vícekriteriálního hodnocení. Čtenář se v teoretické části mohl také okrajově seznámit s problematikou distribuce a popisem dotazníkového šetření. Teoretická část práce může sloužit jako podklad pro vypracování obdobné analýzy pro všechny zájemce o problematiku vícekriteriálního hodnocení. V práci bylo záměrně popsáno více metod jak pro určení vah kritérií, tak pro celkové hodnocení. Firma není nakloněna k rozhodnutí pouze podle výsledků jediné metody.

Praktická část práce měla za cíl vyhodnotit přínos jednotlivých skladů, které firma nyní využívá k nepřímé distribuci a určit tak nejvíce a naopak nejméně přínosné sklady z hlediska stanovených kritérií. V první části bylo vyhodnoceno uskutečněné dotazníkové šetření, které pomohlo vyhodnotit motivy zákazníka k odběru prostřednictvím nepřímé distribuce. K samotnému hodnocení skladů byly pak použity výsledky z tohoto šetření. Sklady byly hodnoceny dle více metod a na základě výsledků bylo určeno jejich výsledné kompromisní pořadí.

V závěru práce byly navrhnuty také další kroky, které firma může využít pro postupný přechod na přímou distribuci.

Význam metod uvedených v této práci je především v průhlednosti postupů rozhodování a hodnocení složitých situací, ve kterých není lehké rozhodnout. Troufám si říct, že před složitějšími rozhodovacími situacemi se ocitá každá firma poměrně často a vícekriteriální hodnocení je v těchto případech užitečným nástrojem, který napomáhá uskutečnit relevantní podložené závěry a zbavit se případných obav z nerozumného subjektivního hodnocení.

6 Seznam použitých zdrojů

[1] Brožová, H., Houška, M., Šubrt, T.: *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. ČZU, Praha 2003.

[2] Doubravová, Hana.: *Vícekriteriální analýza variant a její aplikace v praxi*. Č. Bud., 2009. diplomová práce (Ing.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Ekonomická fakulta

[3] Fotr J., Dědina J., Hrůzová H.: *Manažerské rozhodování*, Ekopress, Praha 2003.

[4] Fiala, P., Jablonský, J., Maňas, M.: *Vícekriteriální rozhodování*. VŠE, Praha 1997.

[5] Machková, Hana.: *Mezinárodní obchod a marketing*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, ISBN 80-247-0364-5.

[6] Nöllke, M.: *Rozhodování – Jak činit správní a rychlá rozhodnutí*. Praha: Grada, 2003.

[7] Řezánková, Hana.: *Analýza dat z dotazníkového šetření*. 2.vyd. Professional Publishing, 2017, ISBN 978-80-7431-019-5.

[8] Talašová, J.: *Fuzzy metody vícekriteriálního hodnocení a rozhodování*, Vydavatelství UP, Olomouc 2003.

[9] Talašová, J.: *Matematické metody rozhodování*, UP Olomouc, skripta

[10] Fábry, J.: *Historie matematického modelování* [online]. [cit. 2018-04-12].

Dostupné z: http://nb.vse.cz/~fabry/MM-historie.doc

[11] Miettinen, K. International Society on Multiple Criteria Decision Making.

Software related to MCDC [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z:

http://www.mcdmsociety.org