

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Modely pro podporu optimálního rozhodování

Ilia Chekh

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ilia Chekh

Podnikání a administrativa

Název práce

Modely pro podporu optimálního rozhodování

Název anglicky

Models for optimal decision making support

Cíle práce

Cílem práce je zkoumání a popis modelů vhodných pro podporu optimálního rozhodování a jejich následující aplikace v určitých životních a pracovních situacích. Konkrétně se situace budou týkat výběru notebooku pro osobní užívání, výběru zahraniční dovolené a rozsáhlejšího problému výběru dodavatele pro restauraci.

Metodika

Bakalářská práce je zaměřena na ukázkou modelů vhodných pro podporu rozhodování, výběr nejlepšího rozhodnutí a analýzu vhodnosti použití vybraného modelu v konkrétní situaci.

Teoretická část práce vychází ze studia odborné literatury a dalších materiálů vztahujících se k problematice vícekritériálního rozhodování.

V praktické části budou použity informace především z internetových zdrojů a bude provedena komunikace s ředitelem restaurace pro návrh optimálního řešení při výběru dodavatele.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

Optimální rozhodování, vícekriteriální rozhodování, modely, metody, výběr varianty, kritéria rozhodování

Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, H. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA OPERAČNÍ A SYSTÉMOVÉ ANALÝZY. *Rozhodovací modely*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2005. ISBN 80-213-1390-0.

BROŽOVÁ, H. – ŠUBRT, T. – HOUŠKA, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA OPERAČNÍ A SYSTÉMOVÉ ANALÝZY. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 80-213-1019-7.

FIALA, P. – JABLONSKÝ, J. – MAŇAS, M. *Vícekriteriální rozhodování : Určeno pro stud. všech fakult VŠE Praha*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. ISBN 80-7079-748-7.

KÖKSALAN, M M. – WALLENIUS, J. – ZIONTS, S. *Multiple criteria decision making : from early history to the 21st century*. Singapore ; Hackensack, NJ: World Scientific, 2011. ISBN 9789814335584.

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

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

prof. RNDr. Helena Brožová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2021

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Modely pro podporu optimálního rozhodování" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11.03.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce doc. RNDr. Heleně Brožové, CSs. za její odborné konzultace a cenné rady, které mi v průběhu zpracování této bakalářské práce poskytla.

Modely pro podporu optimálního rozhodování

Souhrn

Táto bakalářská práce se zabývá využitím ekonomicko-matematických metod v problematice vícekriteriálního rozhodování. Aktuálnost daného tématu je způsobena problémem výběru mezi různými alternativami a výběrem optimální alternativy, tj. takové, která umožní získat nejlepší výsledek pro dosažení stanoveného cíle. V rámci této bakalářské práce jako hlavní je řešen problém výběru dodavatele pro restaurační společnost. Další, méně rozsáhlé problémy řešené v práci se týkají výběru notebooku pro osobní užívání a výběru zahraniční dovolené.

V teoretické části práce jsou probrány teoretická východiska, zaměřující se na popis a ukázkou modelů vícekriteriálního rozhodování. V praktické části je provedena aplikace probraných modelů v rámci konkrétních situací, ve kterých je nutný výběr optimálního řešení. Součástí praktické části je také provedení komunikace s manažerkou kavárny Bagel Lounge, kde byly stanoveny její požadavky na výběr vhodného dodavatele. Na konci práce jsou učiněny hlavní závěry a výsledky provedené práce.

Klíčová slova: vícekriteriální rozhodování, vícekriteriální analýza variant, optimální rozhodování, optimální varianta, metody výběru, kritéria, alternativa, varianta, váha kritéria, výběr dodavatele, TOPSIS.

Models for optimal decision making support

Summary

This bachelor thesis is devoted to the use of economic and mathematical methods in multi-criteria decision-making. The relevance of the topic is due to the problem of choosing between different alternatives and choosing the optimal alternative, that is, one that will allow obtaining the best result in achieving the set goal. Within the framework of the thesis, as the main one, the problem of choosing a supplier for a restaurant company is solved. Other, less extensive problems solved in the thesis concern the choice of a laptop for personal use and the choice of a foreign vacation.

The theoretical part of the thesis discusses theoretical starting points, focusing on the description and demonstration of models of multi-criteria decision-making. In the practical part, the application of the discussed models is carried out within the framework of specific situations in which it is necessary to select the optimal solution. The practical part also includes communication with the manager of the Bagel Lounge Cafe, where her requirements for choosing a suitable supplier were determined. At the end of the thesis, the main conclusions and results of the work performed are made.

Keywords: multi-criteria decision-making, multi-criteria analysis, optimal decision-making, optimal variant, selection methods, criteria, alternative, variant, criteria weight, supplier selection, TOPSIS.

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce a metodika	11
2.1	Cíl práce	11
2.2	Metodika	11
3	Literární řešerše.....	12
3.1	Rozhodování.....	12
3.1.1	Rozhodovací proces.....	12
3.1.2	Prvky rozhodovacího procesu	13
3.1.3	Rozhodovací model	14
3.2	Vícekriteriální rozhodování	15
3.2.1	Vícekriteriální analýza variant	16
	Dělení kritérií	16
	Preference kritérií.....	17
	Varianty se speciálními vlastnostmi.....	17
3.2.2	Metody stanovení vah kritérií.....	19
	Metoda Fullerova trojúhelníku	19
	Bodovací metoda.....	20
	Saatyho metoda.....	21
3.2.3	Metody výběru kompromisních variant.....	22
	Bodovací metoda a metoda pořadí.....	22
	Konjunktivní metoda.....	24
	Metoda bazické varianty.....	24
	Metoda váženého součtu	25
	Metoda TOPSIS	26
4	Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování.....	28
4.1	Výběr notebooku pro osobní užívání	28
4.1.1	Požadavky na nový notebook.....	28
4.1.2	Vstupní data.....	30
4.1.3	Stanovení vah kritérií pomocí metody Fullerova trojúhelníku	31
4.1.4	Výběr kompromisní varianty.....	33
	Metoda váženého součtu	33
	Konjunktivní metoda.....	35

4.1.5	Hodnocení výsledků	35
4.2	Výběr zahraniční dovolené.....	36
4.2.1	Požadavky na dovolenou	36
4.2.2	Vstupní data.....	39
4.2.3	Stanovení vah kritérií pomocí bodovací metody.....	41
4.2.4	Výběr kompromisní varianty.....	42
	Metoda bazické varianty.....	42
	Metoda pořadí	43
4.2.5	Hodnocení výsledků	44
4.3	Výběr dodavatele pro kavárnu Bagel Lounge	46
4.3.1	Popis vybrané kavárny	46
4.3.2	Požadavky na nového dodavatele.....	48
4.3.3	Možné varianty dodavatelů	50
4.3.4	Tvorba vstupních dat	52
4.3.5	Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho metody	53
4.3.6	Výběr kompromisní varianty.....	54
	Metoda TOPSIS	54
4.3.7	Hodnocení výsledků	56
5	Výsledky a diskuse	58
5.1	Výběr notebooku pro osobní užívání	58
5.2	Výběr zahraniční dovolené.....	58
5.3	Výběr dodavatele pro kavárnu Bagel Lounge	59
6	Závěr	61
7	Seznam použitých zdrojů.....	63
	Literární zdroje.....	63
	Internetové zdroje.....	64

1 Úvod

Rozhodování je důležitou součástí našeho života. Často si ani neuvědomujeme, jak se neustále setkáváme s rozhodováním v každodenním životě, kdy je třeba učinit rozhodnutí ve prospěch jednoho nebo druhého řešení. Typickými příklady rozhodování jsou situace, kdy člověk rozhoduje, který mobil si koupí nebo co si dá dnes k večeři. Takové situace se neustále vyskytují v běžném životě a jsme zvyklí je řešit pomocí intuice nebo jednoduché logiky.

V průběhu života se každý člověk však potýká i se složitějšími situacemi, které nás nutí činit složitá a odpovědná rozhodnutí. Takové situace se často objevují například ve vedení firmy, kdy její majitel rozhoduje, do čeho investovat firemní finanční prostředky, které investice budou nejvýhodnější a přinesou firmě největší zisk. V tomto případě přijatá rozhodnutí mohou zásadně změnit průběh událostí a ovlivnit rozvoj firmy, její výnosnost a stabilitu. I v běžném životě jsme někdy konfrontováni s problémy, jenž vyžadují zodpovědnější a vážnější přístup, abychom mohli zabránit špatným následkům v důsledku chybného rozhodnutí a nalézt řešení, které je nejvhodnější pro daný problém.

Jako velmi významný nástroj při výběru optimálního rozhodnutí nám slouží metody vícekritériálního rozhodování, které umožňují porovnávat jednotlivé varianty rozhodnutí na základě určitým způsobem stanovených kritérií. Tyto metody poskytují možnost najít správné řešení problémů na základě systémového přístupu k problému rozhodování a dosáhnout tak stanoveného cíle.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je seznámení s metodami vícekriteriální analýzy, ukázka postupů modelů vhodných pro podporu rozhodování a jejich následující aplikace v určitých životních situacích, týkajících se výběru notebooku pro osobní užívání, výběru zahraniční dovolené a rozsáhlejšího problému výběru dodavatele pro restaurační společnost.

2.2 Metodika

Bakalářská práce je zaměřena na ukázku modelů vhodných pro podporu rozhodování, výběr nejlepšího rozhodnutí a analýzu vhodnosti použití vybraného modelu v konkrétní situaci.

Teoretická část práce vychází ze studia odborné literatury a dalších materiálů vztahujících se k problematice vícekriteriálního rozhodování.

Praktická část je zpracována na základě informací dostupných na internetových zdrojích. Součástí práce je provedení komunikace s ředitelkou kavárny řetězce Bagel Lounge, kde byly stanoveny její požadavky pro návrh optimálního řešení při výběru dodavatele.

3 Literární rešerše

3.1 Rozhodování

Podle Brožové (2005), rozhodování lze definovat jako proces, ve kterém je nutno zvolit jedno rozhodnutí z několika možných alternativ rozhodnutí. Cílem je vybrat právě tu alternativu, která je z určitého hlediska nejvýhodnější pro dosažení stanoveného cíle.

Každý člověk se někdy setkává se situacemi, kdy je třeba rozhodnout o výběru něčeho, například nového auta, domu nebo povolání. I při řízení podniku je rozhodování jednou z nejdůležitějších činností, která má velký vliv na výkonnost firmy a její budoucnost. Nesprávná rozhodnutí jsou jednou z hlavních příčin bankrotu nebo selhání společnosti (Fotr a kol., 2016).

Rozhodování se považuje za obecný postup pro výběr jednoho z možných řešení, které při splnění určitých podmínek poskytne nejlepší možný výsledek. Existuje mnoho typů rozhodovacích situací a je možné je klasifikovat podle povahy přijatelných rozhodnutí, účelu rozhodnutí, podle podmínek ovlivňujících výsledek rozhodnutí, podle metody hodnocení výsledku atd. (Brožova a kol., 2007).

3.1.1 Rozhodovací proces

Jak uvádí Šubrt a kolektiv (2011), rozhodovací proces je postup řešení rozhodovacích problémů, při němž je nutné zvolit jediné rozhodnutí z více možných variant rozhodnutí. V okamžiku rozhodnutí však není zřejmé, která z těchto variant je nejlepší, jelikož není jasné, jaké důsledky pro rozhodovatele její výběr bude mít.

Podle autorů (Šubrt a kol., 2011), rozhodovací proces je multidisciplinárním problémem a metody jeho řešení jsou závislé na jeho věcné a procedurální stránce.

Věcná stránka rozhodovacího procesu je určena oblastí řešeného problému, otázkou „Co řešíme?“. Rozhodovatel by měl dobře znát věcnou stránku rozhodovacího procesu, oblast řešeného problému a měl by se v něm dobře orientovat.

Procedurální stránka rozhodovacího procesu zahrnuje metody jeho řešení a nabízí odpověď na otázku „Jak řešíme, postupujeme?“.

3.1.2 Prvky rozhodovacího procesu

Brožová (2005) uvádí, že pro aplikaci přesných postupů řešení problémů s využitím matematických modelů jsou důležité další prvky rozhodovacího procesu:

- **Objekt rozhodování** (o čem se rozhoduje)
 - je možné popsat jako problémovou, konfliktní situaci, ve které je nutné vybrat právě jednu z alespoň dvou možných variant - alternativ řešení. Zvolená alternativa je jednorazovým řešením.
- **Subjekt rozhodování** (kdo rozhoduje)
 - jedná se o rozhodovatele, který má pravomoc přijímat a realizovat rozhodnutí. Proces rozhodování je určen cílem, záměrem a přístupem rozhodovatele k problému.
- **Alternativy rozhodnutí** (z čeho vybírá)
 - jsou možná rozhodnutí pro řešení problému. Alternativy se musí vzájemně vylučovat. Pokud rozhodovatel zvolí jednu z nich, nemůže současně zvolit žádnou jinou alternativu.
- **Stavy okolností** (za jakých okolností bude alternativa realizována)
 - jsou situace, které ovlivňují výsledky alternativ. Mají rozhodující vliv na přijatá rozhodnutí. Podobně jako alternativy se stavy okolností musí navzájem vylučovat.
- **Výplaty alternativ** (co alternativa přinese)
 - jedná se o ohodnocení výsledku rozhodnutí při daném stavu okolností. Pro každé rozhodnutí existuje tolik výplat, kolik různých stavů okolností připadá v úvahu.
- **Cíl rozhodování** (čeho má být dosaženo)
 - je volba nejvýhodnějšího rozhodnutí. Volba rozhodnutí závisí na možných alternativách řešení a na faktorech, ovlivňujících výsledky rozhodnutí (Brožová, 2005).
- **Kritéria rozhodování** (podle jakého hlediska vybírá)
 - jsou hlediska hodnocení variant. Každé kritérium představuje pouze určitou vlastnost alternativy. Různá kritéria mohou mít různou důležitost při hodnocení alternativ rozhodnutí. Tato důležitost se označuje jako váha kritéria.
- **Jistota, riziko, nejistota** (co o této budoucí situaci je známo)

Pokud rozhodovatel ví, jaký stav okolností v okamžiku realizace zvoleného rozhodnutí nastane, a předpokládá, že informace jsou pravdivé, rozhoduje tak **za podmínek jistoty**. Taková situace je však spíše výjimečná (Brožová, 2005).

Pokud rozhodovací osoba naopak vůbec nemá představu o tom, jaký stav okolnosti nastane, rozhoduje tak **za podmínek úplné nejistoty**.

Mezi těmito dvěma krajními situacemi jsou případy, kdy rozhodovatel neví s jistotou, jaký bude skutečný stav okolností, ale na základě různých znalostí a zpráv posuzuje, který stav okolností pravděpodobně nastane, v tomto případě rozhoduje **za podmínek rizika**. Samozřejmě se může mýlit. Čím větší je riziko, tím menší je pravděpodobnost, že určitý stav okolnosti nastane a naopak (Brožová, 2005).

Objektivní a subjektivní pravděpodobnosti

Pravděpodobnosti realizace určité situace vstupují téměř do všech výpočtů spojených s výběrem správné varianty řešení a je třeba věnovat značnou pozornost jejich stanovování, protože jejich hodnoty mohou významně ovlivnit výběr rozhodnutí. Podle Šubrta a kolektivu (2011), jejich stanovení může být objektivní nebo subjektivní.

Objektivní pravděpodobnosti jsou stanoveny na základě minulých statistických šetření. Statistické údaje však často nejsou k dispozici nebo mají pouze určitý podpůrný charakter.

Subjektivní pravděpodobnosti jsou určovány na základě osobních přesvědčení rozhodovatele. Subjektivní pravděpodobnosti lze vyjádřit buď číselně, nebo slovně (Šubrt a kol., 2011).

3.1.3 Rozhodovací model

Rozhodovací model zahrnuje takové důležité prvky rozhodovacího procesu, jako jsou alternativy rozhodnutí, stavy okolností a výplaty. Každá alternativa je pro každý stav okolností ohodnocena určitou výplatou - výsledkem, kterým je nejčastěji ekonomický efekt. Každému rozhodnutí odpovídá tolik výplat, kolik různých stavů okolností připadá v úvahu (Brožova a kol., 2007).

Tyto prvky mohou být uspořádány v matici, která se nazývá výplatní matice nebo rozhodovací tabulka. Výplatní maticí či rozhodovací tabulkou se nazývá matice rozměru m

$x \times n$ (kde m jsou alternativy a n jsou stavy okolností), jejímiž prvky jsou jednotlivé výplaty v_{ij} . Rozhodovací tabulky jsou maticovou formou zápisu rozhodovacího modelu (Brožova a kol., 2007).

Tabulka 1: Rozhodovací tabulka - výplatní matice rozhodovacího modelu

		Stavy okolnosti			
		S ₁	S ₂	...	S _n
Alternativy	A ₁	v ₁₁	v ₁₂	...	v _{1n}
	A ₂	v ₂₁	v ₂₂	...	v _{2n}

	A _m	v _{m1}	v _{m2}	...	v _{mn}

3.2 Vícekriteriální rozhodování

Jak uvádí Jablonský (2002), jakékoliv rozhodovací problémy jsou reprezentovány modely vícekriteriálního rozhodování, ve kterých jsou důsledky rozhodnutí hodnoceny podle několika kritérií a kde právě větší množství kritérií způsobuje potíže při hledání řešení.

Podle autora (Jablonský, 2002), hlavním cílem modelů vícekriteriálního rozhodování je zjistit způsob, jak vyřešit nesoulad mezi navzájem protikladnými kritérii. Na základě toho je pak určena jedna varianta, která by měla sloužit jako základ pro konečné rozhodnutí, nebo případně je možné definovat i další cíle rozhodování.

Níže jsou představeny některé běžné příklady pro aplikaci metod vícekriteriálního rozhodování ze světa podnikání, neziskových organizací, vlády, zdravotnictví, vzdělávání a osobního rozhodování:

- Užší výběr uchazečů o zaměstnání
- Výběr projektů nebo investic pro financování
- Výběr programů mikrofinancování nebo pomoci pro podporu
- Upřednostňování místních nebo centrálních vládních výdajů
- Upřednostňování přístupu pacientů ke zdravotní péči
- Hodnocení výzkumných pracovníků nebo studentů pro výzkumné granty nebo stipendia
- Výběr nového domu, auta, smartphonu atd.

3.2.1 Vícekriteriální analýza variant

Zlaugotne a kol. (2020) ve své společné práci charakterizují vícekriteriální analýzu variant jako vícestupňový proces sestávající ze sady metod pro strukturování a formalizaci rozhodovacích procesů. V průběhu let v oblasti vícekriteriální analýzy byla vyvinuta řada technik a softwarů pro řešení určitých problémů. Pro použití metod je důležité identifikovat problém, alternativy a kritéria, která mohou představovat různé druhy nákladů a výnosů, kvalitu zboží a služeb, míry dopadu, sociální metriky a další specifická kritéria relevantní pro daný problém.

Brožova a kol. (2007) dále charakterizuje modely vícekriteriální analýzy variant jako konečnou množinu variant, která je hodnocena podle několika kritérií. Cílem je nalezení takové varianty, která je celkově s ohledem na všechna kritéria hodnocena jako nejlepší, případně varianty seřadit od nejlepší po nejhorší a nebo pouze oddělit efektivní varianty od neefektivních. Rozhodovatel by měl při výběru variant jednat co nejobjektivněji, k čemuž mu slouží sada různých postupů a metod.

Dělení kritérií

Brožová a kolektiv (2003) dále uvádí, že kritéria, podle kterých se vybírá nejvýhodnější varianta, je možné rozdělit podle povahy a kvantifikovatelnosti.

Podle povahy rozlišujeme kritéria na maximalizační a minimalizační

- Kritéria maximalizační: při rozhodování předpokládáme, že nejlepší varianty podle tohoto kritéria mají nejvyšší hodnoty. Dáváme tedy přednost variantám s nejvyššími hodnotami.
- Kritéria minimalizační jsou opakem maximalizačního kritéria. Vycházíme z toho, že nejlepší varianty mají podle tohoto kritéria nejnižší hodnoty. Preferujeme tedy varianty s nejnižšími hodnotami.

Lze kritéria rozlišovat i **podle kvantifikovatelnosti**, a to na kvantitativní a kvalitativní.

- Kritéria kvantitativní: hodnoty variant podle těchto kritérií tvoří objektivně měřitelné údaje, proto se tato kritéria také nazývají objektivní.
- Kritéria kvalitativní: hodnoty variant podle těchto kritérií nelze objektivně změřit, zpravidla se jedná o hodnoty subjektivně hodnocené uživatelem. V takových

případech se používají různé bodovací stupnice nebo relativní hodnocení variant (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Preference kritérií

Při řešení problému je velmi důležité, zda je jedno kritérium preferováno před jiným. Stanovení preferencí kritérií je možná nejobtížnějším úkolem vícekritériální analýzy, který často značně závisí na subjektivním názoru rozhodovatele. I když je to do jisté míry nevýhoda dotyčného přístupu, je to zároveň i velká výhoda, protože rozumně stanovené preference dávají možnost nalézt opravdu dobré řešení (Šubrt a kol., 2011).

Preference kritérií lze vyjádřit různými způsoby. Jsou tři základní přístupy ke stanovení preferencí mezi kritérii:

- aspirační úrovně kritérií
- pořadí kritérií (ordinální informace o kritériích)
- váhy jednotlivých kritérií (kardinální informace o kritériích)

Aspirační úroveň kritéria je hodnota, která má být dosažena, aby varianta byla akceptována podle tohoto kritéria. Pro maximalizační kritérium je to nejnižší přípustná hodnota kritéria a pro minimalizační kritérium je to nejvyšší možná hodnota (Šubrt a kol., 2011).

Pořadí kritérií se vyjadřuje jako posloupnost kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Nezahrnuje však informaci o tom, o kolik je jedno kritérium důležitější než druhé. Tuto informaci obsahují váhy kritérií.

Váha kritéria je hodnota z intervalu $\langle 0;1 \rangle$, která vyjadřuje relativní důležitost jednoho kritéria ve srovnání s jinými kritérii. Součet vah všech kritérií se rovná jedné (Šubrt a kol., 2011).

Varianty se speciálními vlastnostmi

Dominovaná varianta

Varianta je označována jako dominovaná, pokud k ní existuje jiná varianta, která má všechny hodnoty kritérií alespoň stejně dobré a minimálně jednu hodnotu lepší (Jablonský, 2002).

Nedominovaná varianta

Varianta je považována za nedominovanou v tom případě, kdy neexistuje žádná jiná varianta, která by byla lepší nebo rovnocenná (Jablonský, 2002).

Obecně platí, že varianta, která není dominovaná žádnou jinou variantou, je nedominovanou variantou. Často se také nazývá efektivní varianta. Z toho důvodu, že cílem rozhodování je vybrat nejlepší variantu, pro řešení problému lze uvažovat jen nedominované varianty (Šubrt a kol., 2011).

Ideální varianta

Při konstrukci metody výběru kompromisní varianty je občas užitečně vědět, jaká může být v dané rozhodovací situaci potenciálně nejlepší možnost. Hypotetická nebo reálně existující varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejlepších možných hodnot se nazývá ideální variantou (Fiala, Jablonský a Mañas, 1994).

Bazální varianta

Protikladem ideální varianty je bazální varianta. Tato varianta má všechny hodnoty kritérií na nejnižší úrovni (Fiala, Jablonský a Mañas, 1994).

Kompromisní varianta

Kompromisní varianta je nedominovanou variantou, která je nejvhodnější pro řešení problému (Šubrt a kol., 2011).

Výběr kompromisní varianty záleží na použitém postupu řešení. Existuje několik způsobů, jak kompromisní variantu stanovit, například:

- Kompromisní variantou může být varianta, která má největší součet normalizovaných hodnot ukazatelů.
- Kompromisní variantou může být varianta, která má nejmenší vzdálenost od ideální varianty. Vzdálenost od ideální varianty lze chápat jako míru shody s požadavky rozhodovatele na její ohodnocení.
- Kompromisní variantu je možné nalézt pomocí párových porovnání hodnot všech dvojic variant a podle všech kritérií.

- Pokud není cílem najít jedinou variantu řešení, může být vhodným řešením problému nalezení několika efektivních variant řešení a vyloučení neefektivních variant (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

V každém případě musí varianta vybraná jako kompromisní splňovat základní podmínku nedominovanosti. Pokud je varianta dominovaná, nemá smysl ji vůbec považovat za kompromisní. Existuje tedy jiná varianta, která není v žádném kritériu horší a je alespoň v jednom kritériu lepší než tato varianta (Šubrt a kol., 2011).

3.2.2 Metody stanovení vah kritérií

Stanovení vah kritérií je obecně počátečním krokem modelů vícekritériální analýzy variant. Tento proces umožňuje určit, jak velký význam má jedno kritérium ve vztahu k jiným kritériím, což nám dále umožní zjistit, jak jednotlivé varianty splňují požadavky pro výběr správného rozhodnutí (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Dále jsou uvedeny nejčastěji používané metody stanovení vah mezi kritérii seřazené podle informace, kterou tyto metody vyžadují na vstupu. Uvedené postupy lze také kombinovat, ale hlavně by všechno mělo být zaměřeno na dosažení stanoveného cíle analýzy (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií

Metody pracující s ordinální informací o kritériích předpokládají, že řešitel je schopen a ochoten vyjádřit důležitost jednotlivých kritérií tak, že každému kritériu přiřadí svoje pořadové číslo podle jeho důležitosti nebo při porovnání všech dvojic kritérií určí, které kritérium z aktuální dvojice je důležitější než druhé. V obou případech je přípustné označení dvou nebo více kritérií jako rovnocenných (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Metoda Fullerova trojúhelníku

Pokud ordinální informace vyjadřuje pouze vztah mezi každou dvojicí hodnocených kritérií, je možné použít metodu párového porovnávání. Pokud předpokládáme, že v případě, kdy uživatel ohodnotí kritérium i jako důležitější než j , zároveň platí, že kritérium j je považováno za méně důležité než kritérium i , stačí provést počet srovnání

$$N = \frac{n(n-1)}{2}, \text{ kde } n \text{ je počet porovnávaných kritérií}$$

Toto porovnávání se obvykle provádí pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku. U každé dvojice kritérií se zakroužkuje to kritérium, které je považováno za důležitější. Pokud označíme počet zakroužkování i -tého kritéria n_i , pak ohodnocení či váhu tohoto kritéria vypočteme podle vzorce

$$v_i = \frac{n_i}{N}, i = 1, 2, \dots, n$$

Tenoto postup však má jednu značnou nevýhodu, spočívající se v tom, že hodnota n_i pro nejméně důležité kritérium je vždy rovna nule, kvůli čemuž bude i hodnota váhy v_i tohoto kritéria rovna nule. Této situaci se můžeme vyhnout tak, že po ukončení porovnání a vyčíslení hodnot n_i všechny tyto hodnoty zvětšíme o hodnotu jedna. V tomto případě pak budou hodnoty n_i přesně odpovídat hodnotám p_i tak, jak byly tyto hodnoty stanoveny v metodě pořadí (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií

Metody stanovení vah kritérií na základě kardinální informace o jejich preferencích předpokládají, že je uživatel schopen a ochoten určit nejen pořadí důležitosti kritérií, ale také poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. Nejpoužívanějšími metodami této oblasti jsou metoda bodovací, která převádí bodové hodnocení důležitosti kritérií do podoby váhového vektoru, a Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání, která odvozuje váhový vektor z informace o odhadu poměru vah, který je určen přímo uživatelem (Šubrt a kol., 2011).

Bodovací metoda

V rámci této metody důležitost každého kritéria se vyjadřuje určitým počtem bodů v rámci určené bodovací stupnice. Mohou být použity i desetinná čísla a více kritériím je možné přiřadit stejný počet bodů (Šubrt a kol., 2011).

Tato metoda se pro výpočet vah kritérií používá podobně jako metoda pořadí tehdy, kdy jsou kritéria honocena více než jedním expertem. Každý expert ohodnotí každé kritérium určitým počtem bodů. Čím je kritérium důležitější, tím více bodů získá. Výpočet

vah na základě bodového hodnocení se provádí stejně jako při použití metody pořadí. Hodnoty váhového vektoru se normalizují podle vzorce:

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

kde b_j , je součet všech bodů, které jsou j -tému kritériu přiděleny.

Obecný postup spočívá v tom, že nejprve přiřadíme nejvyšší možný počet bodů nejdůležitějšímu kritériu, nejnižší možný počet bodů nejméně důležitému kritériu a poté na danou stupnici umístíme i všechna ostatní kritéria, přičemž vezmeme v úvahu hodnocení nejen těchto dvou kritérií, ale také hodnocení ostatních dříve umístěných kritérií. Je také možné postupovat tak, že v prvním kroku provedeme jakýsi odhad bodového hodnocení kritérií, který pak ještě jednou vyhodnotíme a jakékoliv případné nesrovnalosti odstraníme (Šubrt a kol., 2011).

Saatyho metoda

Tato metoda slouží k hodnocení vah kritérií pouze jedním expertem. Jedná se o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. Pro zjednodušení hodnocení párových porovnání kritérií se zpravidla používá speciální devítibodová stupnice:

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

Zároveň mohou být použity i mezistupňové hodnoty - 2, 4, 6, 8 (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Postup je takový, že expert porovná každou dvojici kritérií a hodnoty preferencí i -tého kritéria vzhledem k j -tému kritériu zapíše do Saatyho matice $S = (s_{ij})$:

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

Pokud slabě preferuje i -té kritérium před j -tým, je $s_{ij} = 3$. Je-li naopak slabě preferováno j -té kritérium před i -tým, zapíše se do Saatyho matice převrácené hodnoty - $s_{ij} = 1/3$. Na diagonále Saatyho matice jsou vždy umístěny hodnoty rovny jedné, jelikož každé kritérium je samo sobě rovnocenné (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

K výpočtu vah se nejčastěji používá postup výpočtu vah jako normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice. Nejprve se vypočítají hodnoty b_i jako geometrický průměr řádků Saatyho matice:

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

A váhy kritérií se pak vypočítají normalizací hodnot b_i podle vztahu:

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

Součet takto normalizovaných vah pro všechna kritéria by měl být roven 1 (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

3.2.3 Metody výběru kompromisních variant

Existuje mnoho metod vícekritériální analýzy, které lze použít k hledání vhodného řešení. Každá metoda vícekritériální analýzy se charakterizuje svojí vlastní metodou výpočtu, pomocí které jsou varianty zařazeny do pořadí a není možné říct s jistotou, že použití konkrétních metod se stejnými vstupními daty přivede ke stejnému konečnému výsledku. Vzhledem k tomu, že různé metody mohou vést k rozdílným řešením, je nutné při vícekritériálním hodnocení variant uplatnit více metod, aby bylo možné ověřit správnost a citlivost výsledků vzhledem k použitým metodám (Zlaugotne a kol., 2020).

Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií

Bodovací metoda a metoda pořadí

Jestliže je model zadán pouze pomocí preferencí variant podle jednotlivých kritérií a preference kritérií nejsou známy, mohou být pro výběr kompromisní varianty použity bodovací metoda nebo metoda pořadí (Šubrt a kol., 2011).

Postup výpočtu je následující:

Krok 1: Každá varianta bude ohodnocena podle každého kritéria číslem b_{ij} .

V případě metody pořadí jsou jednotlivé varianty ohodnoceny čísly od 1 do m tak, aby nejlepší ohodnocení bylo m , kde m je počet variant. V případě stejného ohodnocení je vhodné použití průměrných pořadových čísel.

V případě bodovací metody je nutné použít pro kvantifikaci informací podle jednotlivých kritérií vhodnou stupnici, například 1 až 10 tak, aby nejlepší ohodnocení bylo rovno 10 (Šubrt a kol., 2011).

Krok 2: Celkové ohodnocení každé varianty se pak vypočítá jako součet dílčích hodnot:

$$b_i = \sum_{j=1}^k b_{ij}$$

Krok 3: Varianty se uspořádají sestupně podle hodnot b_i a nejlepší varianta je ta, které odpovídá nejvyšší hodnota b_i .

$$a_I : b_I = \max_{j=1} (b_i)$$

Pokud je třeba vybrat více než jednu variantu, vybere se potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami b_i .

Pokud je nejlepší ohodnocení varianty dáno číslem jedna, uspořádají se varianty podle čísel b vzestupně a nejlepší varianta v tomto případě bude mít nejnižší ohodnocení. Postup je možno rozšířit i o váhy kritérií, čísla b se pak vypočítají jako vážené součty (Šubrt a kol., 2011).

Metody vyžadující aspirační úrovně kritérií

Metody pracující s informacemi o aspiračních úrovních kritérií jsou založeny na porovnávání kriteriálních hodnot všech variant s aspiračními úrovněmi všech kritérií. Tyto metody jsou použitelné, pokud jsou známy nominální informace o kritériích, tedy aspirační hodnoty kritérií a také kardinální ohodnocení variant podle jednotlivých kritérií (Brožova a kol., 2007).

Konjunktivní metoda

Výhodou tohoto postupu je možnost analyzovat akceptovatelné varianty při různých hodnotách aspiračních úrovní. Zpřísnění aspiračních úrovní je také možné použít ke snížení počtu variant při použití metod využívajících kardinální informace (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Postup této metody spočívá v tom, že určujeme množinu akceptovatelných variant podle aspiračních úrovní kritérií. Aby byla varianta přijata, musí splňovat podmínku dosažení aspiračních úrovní podle všech kritérií (Kahraman, 2008).

Pokud jsou stanovené požadavky příliš vysoké, bude množina akceptovatelných variant prázdná. V tomto případě je nutné snížit hranice aspiračních úrovní, aby se požadované aspirační úrovně uvolnily.

Pokud jsou stanovené požadavky naopak příliš volné, bude množina akceptovaných variant příliš rozsáhlá. Musíme v tomto případě stanovit nové, přísnější aspirační úrovně (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Metoda bazické varianty

Za bazickou variantu je považována varianta, která dosahuje nejlepších nebo předem stanovených hodnot podle všech kritérií (Šubrt a kol., 2011).

Postup metody spočívá v porovnání hodnot důsledků jednotlivých variant s odpovídajícími hodnotami v bazické variantě.

Označíme-li y_j^B hodnotu j -tého kritéria v bazické variantě, pro užitek kritéria výnosového typu při volbě i -té varianty platí:

$$u_{ij} = \frac{y_{ij}}{y_j^B}$$

u kritéria nákladového typu je dílčí užitek dán opačným vztahem:

$$u_{ij} = \frac{y_j^B}{y_{ij}}$$

Pro jednotlivé varianty se opět vypočítá agregované funkce užitku a poté jsou varianty seřazeny podle jejich hodnot (Šubrt a kol., 2011).

Metody vyžadující kardinální informaci

Metod, které vyžadují zadání kardinální informace o kritériích ve formě vah a informací o variantách v podobě kritériální matice s kardinálními hodnotami, je více. Existují tři základní přístupy k hodnocení variant, a to podle:

- Maximalizace užitku
- Minimalizace vzdálenosti od ideální varianty
- Preferenční relace (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Z těchto skupin metod probereme jednu ze základních metod hodnocení variant podle maximalizace užitku, a to metodu váženého součtu, jež vychází z výpočtu hodnot užitku pro každou variantu. Poté popíšeme metodu založenou na minimalizaci vzdálenosti od ideální a bazální varianty – metodu TOPSIS.

Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je zvláštním případem metody funkce užitku a je založena na principu maximalizace užitku. Vyžaduje kardinální informace, kritériální matici Y a váhový vektor kritérií \vec{v} . Dotyčná metoda vytváří celkové hodnocení pro každou variantu, a tak ji lze použít jak pro hledání jedné nejvýhodnější varianty, tak pro uspořádání variant od nejlepší po nejhorší (Šubrt a kol., 2011).

Pokud varianta a_i dosahuje podle kritéria j určité hodnoty y_{ij} , přináší tak uživateli užitek, který lze vyjádřit pomocí lineární funkce užitku. Celkový užitek varianty je vyjádřen váženým součtem hodnot dílčích funkcí užitku.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y_{ij}),$$

kde u_j jsou dílčí funkce užitku jednotlivých kritérií a v_j jsou váhy kritérií

Algoritmus metody váženého součtu je následující:

Krok 1: Určíme ideální variantu H s ohodnocením (h_1, \dots, h_n) a bazální variantu D s ohodnocením (d_1, \dots, d_n) .

Krok 2: Vytvoříme standardizovanou kritériální matici R . Její prvky se vypočítají podle vzorce:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Matice \mathbf{R} tedy již představuje matici hodnot funkce užitku z varianty i podle kritéria j , jelikož prvky této matice jsou transformovanými kriteriálními hodnotami tak, že $r_{ij} \in \langle 0;1 \rangle$. Bazální variantě pak odpovídá hodnota nula a ideální variantě odpovídá hodnota jedna.

Krok 3: Pro jednotlivé varianty vypočteme agregovanou funkci užitku

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

Varianty pak seřadíme sestupně podle hodnot $u(a_i)$ a za řešení problému považujeme potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užitku (Šubrt a kol., 2011).

Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS se objevila v 80. letech jako metoda vícekriteriálního rozhodování. Tato metoda je založena na základním předpokladu, že nejlepší řešení má nejkratší vzdálenost od ideální varianty a nejdlejší vzdálenost od varianty bazální. Aplikace metody umožňuje seřadit alternativy podle ukazatele vypočítaného na základě vzdáleností od ideální a bazální varianty (Yoon, Hwang, 1995).

Před provedením výpočtu TOPSIS vyžaduje po uživateli kardinální hodnocení variant podle jednotlivých kritérií a stanovení vah těchto kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Postup výpočtu metodou TOPSIS je dán následujícími kroky:

1. Nejprve by mělo být zajištěno, že všechny minimalizační kritéria jsou převedeny na kritéria maximalizační.
2. Zkonstruujeme normalizovanou kriteriální matici \mathbf{R} , a to podle vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}},$$

kde její sloupce představují vektory jednotkové délky

3. Poté vypočteme prvky vážené kriteriální matice W dle vztahu:

$$w_{ij} = v_j r_{ij}$$

4. Určíme ideální variantu h a bazální variantu d vzhledem k hodnotám matice W .

5. Vypočteme vzdálenosti jednotlivých variant od ideální a bazální varianty podle vzorců:

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

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

6. Vypočteme relativní ukazatel vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Hodnoty tohoto ukazatele se pohybují v rozmezí od 0 do 1, kde ideální varianta nabývá hodnotu 1 a hodnotu 0 nabývá bazální varianta.

7. Varianty seřadíme sestupně podle spočítaných hodnot c_i . Potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami c_i je pak považován za řešení problému (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

4 Aplikace metod vícekritériálního rozhodování

4.1 Výběr notebooku pro osobní užívání

Prvním příkladem, na kterém je v této práci ukázán postup použití metod vícekritériální analýzy, je situace, týkající se mého života a ve které bych si rád koupil nový notebook pro osobní užívání. Takovou potřebu jsem začal mít, když starý notebook, který mi rodiče darovali před pěti lety, přestal plně vykonávat své funkce. Ukázalo se, že má poměrně slabou baterii, která po pěti letech stačila na pouhou hodinu provozu. Tato doba mi nestačila v situacích, kdy jsem si bral notebook například na univerzitu, abych s ním mohl pracovat a dělat si důležité poznámky na přednáškách. Kromě toho, začal notebook poměrně často zamrzat. Pořád se objevoval problém s připojením k internetu. Z nějakého důvodu se nastavení internetového připojení neustále měnilo bez mého vědomí, takže jsem ho musel neustále měnit, abych měl připojení.

To všechno mě přivedlo k závěru, že notebook již odpracoval svůj čas a přestal vyhovovat mým potřebám, a tak jsem se rozhodl, že je čas koupit si nový a spolu s tím použít metody vícekritériální analýzy, abych ukázal postup jejich použití na daném příkladě, který je přitom pro mě relevantní.

4.1.1 Požadavky na nový notebook

Pro výběr vhodného notebooku je nejprve nutné uvést požadavky, které musí splňovat. Požadavky na nový notebook mám docela jednoduché: musím si vybrat levný notebook s operačním systémem Windows, který pro mě bude pohodlný a který budu používat především ke studiu, psaní projektů a prostému trávení času na internetu.

Hlavní podmínkou, kterou musí notebook splňovat, je jeho cena. Vzhledem k poměrně omezeným finančním možnostem si mohu dovolit koupit notebook v cenovém rozpětí až 15 tisíc korun. Vzhledem k tomu, že nehraju počítačové hry a nemám zájem o těžbu kryptoměn, nepotřebuji notebook s výkonným procesorem a video kartou, což poměrně výrazně snižuje potřebné náklady. Částka 15 tisíc korun podle mě stačí k nalezení slušného notebooku, který bude splňovat mé požadavky.

Takové vlastnosti, jako je výkon procesoru a kapacita operační paměti jsou také důležité při výběru notebooku, jelikož záleží na nich, jak rychle bude notebook zpracovávat informace a plnit své funkce. Požadovanou podmínkou pro procesor je, aby byl založen na

bázi Intel Core. Operační paměť by měla být minimálně 8 GB. Kapacita pevného disku nemusí být velká, protože nejsem zvyklý stahovat spoustu filmů a dalších materiálů, takže stačí i jen 256 GB.

Další podmínkou je, aby se mi notebook líbil vizuálně. Na tomto faktoru závisí, jak moc budu při používání cítit pohodlí a spokojenost. Tato podmínka samozřejmě závisí na designu notebooku. Je těžké označit nějaké konkrétní detaily v designu, aby se člověku líbil. Tento subjektivní pocit lze posoudit pouze pohledem na notebook. Každý notebook z řady alternativ tak bude mnou hodnocen na základě jeho vnější složky hodnocením v rozmezí 1 až 10 bodů, kde 10 bodů znamená, že notebook vypadá z mého subjektivního pohledu naprosto úžasně. Kromě toho, bude do hodnocení zahrnut i subjektivní pocit vůči notebooku, který lze celkově označit jako touhu vidět tento notebook na svém stole.

Velkou výhodou nového notebooku bude dobrá výdrž baterie, která vydrží minimálně 5 hodin provozu bez nabíjení. Kromě toho, poměrně velkým přínosem by byla přítomnost portu HDMI, aby bylo možné připojit notebook k televizi a sledovat tak filmy na větší obrazovce.

Značka notebooku pro mě není příliš důležitá, nicméně v procesu výběru notebooků budu upřednostňovat značky ASUS, Acer, Lenovo a HP, protože tyto značky se mezi uživateli dobře osvědčily a s používáním těchto notebooků mám pozitivní zkušenosti.

Pro výběr notebooku tudíž budeme vycházet z následujících kritérií:

- K1** - výkon procesoru - MAX
- K2** - kapacita operační paměti - MAX
- K3** - kapacita pevného disku - MAX
- K4** - výdrž baterie - MAX
- K5** - design - MAX
- K6** - přítomnost portu HDMI - MAX
- K7** - cena - MIN

Vpravo od kritérií je označeno, zda je kritérium maximalizační nebo minimalizační povahy. Další možná kritéria, jako je velikost obrazovky nebo hmotnost, nemají pro mě jakýkoliv význam a proto nejsou zahrnuta do úlohy.

Dále byly označeny aspirační úrovně pro některá kritéria tak, aby splňovaly uvedené požadavky:

Cena - maximálně 15 000 Kč

Operační paměť - minimálně 8 GB

Pevný disk – minimálně 256 GB

Baterie – minimálně 5 hodin provozu

Na základě těchto aspiračních úrovní budou vybrány notebooky, které se pak dostanou do výpočtů a mezi nimiž bude vybrán ten nejlepší. Vzhledem k tomu, že na webech s elektronikou vždy lze nastavit omezení podle různých kritérií, bude to docela snadné a není třeba se obrátet k použití speciálních metod pro vyloučení nevhodných notebooků.

4.1.2 Vstupní data

S ohledem na stanovené aspirační úrovně bylo vybráno 6 notebooků, na jejichž příkladě budou použity metody vícekritériálního rozhodování a bude z nich vybrán ten nejlepší notebook, který by měl nejlépe vyhovovat stanoveným požadavkům. Vzhledem k tomu, že při výběru byly zohledněny aspirační úrovně kritérií, lze říci, že výběrový proces již začal, jelikož jsme vybrali ty notebooky, které vyhovují minimálním požadavkům a vyřadili ty, které nedosahují stanovených aspiračních úrovní.

V následující tabulce jsou představeny vybrané notebooky, včetně jejich charakteristik podle kritérií, které nás zajímají.

Tabulka 2: Doplnění vstupních údajů o noteboocích, vlastní zpracování

Notebook	Procesor	Operační paměť, GB	Pevný disk, GB	Výdrž baterie, hodin	Design	Přítomnost HDMI	Cena, Kč
Acer Aspire 5	Intel Core i3-1215U	8	512	9,5	10	1	14.590
Acer Extensa 15	Intel Core i3-1215U	8	512	8	9	1	14.990
ASUS 15 X515JA	Intel Core i7-1065	16	512	5	6	1	14.489
ASUS VivoBook 15	Intel Core i5-1135G7	12	512	6	7	1	13.490
HP 250 G9	Intel Core i5-1235U	8	512	8,5	5	1	13.490
Lenovo V15	Intel Core i5-1135G7	8	256	5,5	8	1	12.990

Na dané etapě obtížnost pro porovnání notebooků představuje to, že v komponentách notebooků jsou procesory prezentovány pouze jako název. Je třeba vyjádřit výkon procesoru v číselné hodnotě, aby bylo možné tyto hodnoty použít pro další výpočty.

Vzhledem k tomu, že výkon procesoru závisí na řadě ukazatelů, jako je počet jader, frekvence jádra, výrobní technologie atd., výpočet výkonu představuje poměrně složitý proces. Pro zjednodušení byla proto použita speciální platforma PassMark Software, která provádí řadu testů, hodnotících výkon procesoru, a poskytuje tak výsledek, který představuje výkon konkrétního procesoru ve formě číselné hodnoty, podle které lze pak porovnávat výkonnosti jednotlivých procesorů. Přitom čím je větší hodnota, tím je vyšší výkon procesoru.

V následující tabulce je provedena změna názvu procesoru na jeho výkonnost vyjádřenou v jednotkách PCU Mark, převzatých z platformy PassMark Software.

Tabulka 3: Tabulka se vstupními údaji o noteboocích, konečná verze, vlastní zpracování

Notebook	Výkonnost procesoru, CPU Mark	Operační paměť, GB	Pevný disk, GB	Výdrž baterie, hodin	Design	Přítomnost HDMI	Cena, Kč
Acer Aspire 5	11.453	8	512	9,5	10	1	14.590
Acer Extensa 15	11.453	8	512	8	9	1	14.990
ASUS 15 X515JA	8.491	16	512	5	6	1	14.489
ASUS VivoBook 15	9.995	12	512	6	7	1	13.490
HP 250 G9	13.677	8	512	8,5	5	1	13.490
Lenovo V15	9.995	8	256	5,5	8	1	12.990

V tabulce výše jsou uvedeny konečné údaje o noteboocích potřebné k následujícím výpočtům. Nyní můžeme přistoupit k další fázi analýzy – stanovení vah kritérií.

4.1.3 Stanovení vah kritérií pomocí metody Fullerova trojúhelníku

Nejjednodušším způsobem, jak určit důležitost kritérií v tomto příkladu, je podle mého názoru vzájemné porovnání kritérií mezi sebou, což umožní jednoduše určit, zda je jedno kritérium upřednostňováno před jiným. Jako vhodná metoda pro stanovení vah kritérií byla proto zvolena metoda Fullerova trojúhelníku, jejíž postup je poměrně jednoduchý a spočívá právě ve vzájemném porovnání důležitostí kritérií.

Pro přehlednost a snadné porovnání kritérií byla sestavena srovnávací tabulka, kde bylo každé kritérium na jednom řádku porovnáno s jinými kritérii podle sloupců. Pokud bylo

i -té kritérium z i -tého řádku preferováno před j -tém kritériem z j -tého sloupce, pak v této buňce byla jeho preference označena zbarveným kroužkem ⊙. Pokud bylo naopak preferováno j -té kritérium, pak méně důležité i -té kritérium bylo označeno nezabarveným kroužkem ○.

Tabulka 4: Srovnávací tabulka kritérií, vlastní zpracování

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1 – Procesor	X	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
K2 – Operační paměť	○	X	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
K3 – Pevný disk	○	○	X	○	○	○	○
K4 – Baterie	○	○	⊙	X	○	⊙	○
K5 – Design	○	○	⊙	⊙	X	⊙	⊙
K6 – HDMI port	○	○	⊙	○	○	X	○
K7 – Cena	○	○	⊙	⊙	○	⊙	X

Provedeme součet preferencí pro každé kritérium tak, že u každého kritéria sečteme zbarvené kroužky v příslušném řádku.

Následující tabulka ukazuje počet preferencí jednotlivých kritérií před ostatními kritérii. V dalším sloupci je počet preferencí zvýšen o 1, abychom se mohli zbavit nulové váhy kritéria v následujícím výpočtu.

Tabulka 5: Výpočetní tabulka preferencí, vlastní zpracování

Kritérium	Počet preferencí	Počet preferencí + 1	Váha kritéria v_i
K1 – Procesor	6	7	0,2500
K2 – Operační paměť	5	6	0,2143
K3 – Pevný disk	0	1	0,0357
K4 – Baterie	2	3	0,1071
K5 – Design	4	5	0,1786
K6 – HDMI	1	2	0,0714
K7 – Cena	3	4	0,1429
Celkový součet	21	28	1

V posledním sloupci je proveden výpočet normovaných vah kritérií podle rovnice $v_i = \frac{n_i}{N}$, kde n_i je počet preferencí zvýšený o 1 pro i -té kritérium a N je celkový počet preferencí. Například váhu pro první kritérium K1 vypočteme následovně: $v_1 = \frac{7}{28} = 0,25$. Součet vah je roven 1.

Jak vyplývá z výsledků, nejdůležitějším kritériem je výkon procesoru s váhou kritéria $v_1 = 0,2500$, po němž následuje kritérium Operační paměť $v_2 = 0,2143$. Třetím nejdůležitějším kritériem je Design $v_5 = 0,1786$, následovaný cenou $v_7 = 0,1429$. Jako nejméně důležité se umístily kritéria Výdrž baterie $v_4 = 0,1071$, přítomnost portu HDMI $v_6 = 0,0714$ a pak kritérium Pevný disk s nejmenší váhou $v_3 = 0,0357$.

Tyto výsledky dobře odrážejí mé preference kritérií, proto můžeme pokračovat dále ve výběru kompromisní varianty, tedy nejlepšího notebooku.

4.1.4 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr vhodného notebooku použijeme metodu váženého součtu, která je založena na výpočtu užiteků jednotlivých variant a výběru varianty, která přináší největší užitek.

Metoda váženého součtu

Prvním krokem je stanovení ideální a bazální varianty. Ideální varianta h je takovou variantou, která má nejlepší hodnoty podle každého kritéria, zatímco bazální varianta d naopak představuje variantu s nejhorsími hodnotami podle všech kritérií.

Tabulka 6: Stanovení ideální a bazální varianty, vlastní zpracování

	Výkonnost procesoru, CPU Mark	Operační paměť, GB	Pevný disk, GB	Výdrž baterie, hodin	Design	HDMI	Cena, Kč
Ideální varianta h	13.677	16	512	9,5	10	1	12.990
Bazální varianta d	8.491	8	256	5	5	1	14.990
$h - d$	5.186	8	256	4,5	5	0	-2.000

Dalším krokem je výpočet standardizované kritériální matice R , jejíž prvky spočítáme pomocí vzorce:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Tabulka 7: Standardizovaná matice R, vlastní zpracování

Notebook	Výkonnost procesoru	Operační paměť	Pevný disk	Výdrž baterie	Design	HDMI	Cena
Acer Aspire 5	0,5712	0	1	1	1	0	0,2000
Acer Extensa 15	0,5712	0	1	0,6667	0,8000	0	0
ASUS 15 X515JA	0	1	1	0	0,2000	0	0,2505
ASUS VivoBook 15	0,2900	0,5000	1	0,2222	0,4000	0	0,7500
HP 250 G9	1	0	1	0,7778	0	0	0,7500
Lenovo V15	0,2900	0	0	0,1111	0,6000	0	1
Váha kritéria	0,2500	0,2143	0,0357	0,1071	0,1786	0,0714	0,1429

Posledním krokem je výpočet agregované funkce užitku pro jednotlivé varianty podle následujícího vzorce:

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

Varianta s nejvyšší hodnotou užitku je pak vybrána jako nejlepší. Výsledky výpočtu jsou uvedeny v následující tabulce, kde je zároveň určeno pořadí variant podle vypočítané funkce užitku.

Tabulka 8: Výpočet celkových užiteků a určení pořadí variant, vlastní zpracování

Notebook	Σ užiteků	Pořadí varianty
Acer Aspire 5	0,4928	1.
Acer Extensa 15	0,3928	4.
ASUS 15 X515JA	0,3215	6.
ASUS VivoBook 15	0,4178	3.
HP 250 G9	0,4762	2.
Lenovo V15	0,3345	5.

Jak vyplývá z výsledků, nejlepším notebookem je Acer Aspire 5. Druhé místo s poměrně malým rozdílem zaujímá notebook HP 250 G9. Jako třetí se umístil ASUS VivoBook 15.

Z výsledků je zřejmé, že máme dva favority - notebook Acer Aspire 5 a notebook HP 250 G9. Ostatní varianty jsou podle vypočítaných užiteků výrazně horší. Osobně bych mezi těmito dvěma notebooky preferoval Acer Aspire, jelikož podle všech kritérií mi tento notebook vyhovuje a zároveň mě navíc přitahuje z hlediska vnější složky. Existuje tedy požadavek - spokojenost s designem, který notebook HP nesplňuje. Pro tento problém

existuje řešení - nastavit aspirační úroveň u kritéria Design a vyloučit tím notebook, který nesplňuje požadavek. Takový postup je součástí konjunktivní metody.

Konjunktivní metoda

Kdybychom rozhodovali o výběru mezi dvěma nejlepšími variantami – mezi notebooky Acer Aspire 5 a HP 250 G9, pak pro výběr toho nejlepšího je možné použít konjunktivní metodu.

Podle této metody nastavíme aspirační úrovně u kritérií tak, aby byly vyloučeny ty notebooky, které nesplňují naše požadavky. V daném případě mi oba notebooky vyhovují podle všech kritérií kromě designu. U notebooku HP je hodnota spokojenosti s designem příliš malá, což mě neuspokojuje. Nastavíme aspirační úroveň u kritéria Design na vhodnou úroveň spokojenosti - 7 bodů a vyloučíme tím neefektivní variantu:

Tabulka 9: Vyloučení neefektivní varianty pomocí konjunktivní metody, vlastní zpracování

Notebook	Výkonnost procesoru, CPU Mark	Operační paměť, GB	Pevný disk, GB	Výdrž baterie, hodin	Design	Přítomnost HDMI	Cena, Kč
Acer Aspire 5	11.453	8	512	9,5	10	1	14.590
HP 250 G9	13.677	8	512	8,5	5	1	13.490

Notebook značky HP má hodnotu designu 5, což je méně než nastavená mez, takže tento notebook byl vyloučen jako nevhodný. Za nejlepší notebook je pak považován notebook Acer Aspire 5.

4.1.5 Hodnocení výsledků

Upřímně řečeno, od začátku výběrového procesu notebook Acer Aspire 5 mě nejvíce přitahoval ze všech notebooků. Má dostatečně vysoký výkon, velmi dobrou výdrž baterie a vypadá naprosto skvěle. Pravděpodobně, kdybych si vybíral notebook intuitivně a bez výpočtů, vybral bych si právě ho. A i když druhý notebook HP 250 G9 vykazuje téměř stejně dobrý výsledek, a to především kvůli výkonnějšímu procesoru a nižší ceně, intuitivně bych si ho moc nechtěl nakupovat, jelikož nevyhovuje mi z hlediska estetiky a pravděpodobně i kvůli tomu, že mám trochu předpojatý postoj k notebookům značky HP a nepovažuji je za zcela spolehlivé. Takže jsem rád, že konečné řešení odpovídá mému subjektivnímu pocitu.

4.2 Výběr zahraniční dovolené

Druhý příklad se bude týkat výběru města pro dovolenou, z nichž každé je v jiné zemi. Plánuji si v létě odpočinout poté, co úspěšně obhájím bakalářskou práci a složím závěrečné zkoušky. Chtěl bych tam jet spolu se svými dvěma přáteli, které již souhlasili se společnou dovolenou a osobně jim rád poskytnu dobře zvážené řešení ohledně země, kam můžeme jet cestovat. Avšak vzhledem k tomu, že o směru cesty rozhodujeme všichni tři, budou se přátelé také podílet na hodnocení některých kritérií, abychom shrnuli společná přání a každý z nás byl s vybraným místem dovolené spokojen.

V této situaci bude dokonale ukázána možnost použití vícekritériálních metod i v takových životních situacích, ve kterých jsme zvyklí rozhodovat subjektivně, a to především na základě intuice.

4.2.1 Požadavky na dovolenou

Na dobu naší dovolené plánujeme pronajmout byt pro tři osoby v nějakém větším městě v zahraničí, kde bude možnost navštívit zajímavé kulturní památky, projít se po místních turistických cestách, ochutnat místní kuchyni a prostě dobře prožít čas pod teplým sluncem. Důležité je, aby ve městě byla možnost navštívit pláž, protože všichni se chceme vykoupat v moři. Doba odpočinku bude trvat kolem týdnu.

Směr dovolené se bude vybírat z 5 následujících zemí: Chorvatsko, Řecko, Španělsko, Francie a Itálie. Byly námi vybrány tyto země, protože mají přístup k moři a nacházejí se v schengenském prostoru, takže ke vstupu nepotřebujeme vízum a celkově mi a mým přátelům tyto země imponují.

Pak byla vybrána města pro každou z vybraných zemí, a to na základě společných diskusí, kde jsme dospěli k nalezení jednoho města v konkrétní zemi, které bychom nejraději společně navštívili. Bylo dohodnuto, že budeme vybírat cestu mezi následujícími městy: Split (Chorvatsko), Athény (Řecko), Barcelona (Španělsko), Marseille (Francie) a Neapol (Itálie).

Při výběru města pro cestování budeme zvažovat následující kritéria:

K1 - Dostupnost a kvalita moře

K2 - Klimatické podmínky

K3 - Kulturní památky a zábava

K4 - Cena pobytu

K5 - Cena letenky

K6 - Bezpečnost (kriminalita)

K7 - Místní jazykové bariéry a možnost komunikace

Moře

V tomto kritériu bude hodnocena dostupnost a kvalita pláží, které se nacházejí v hranicích města a jsou zdarma pro všechny návštěvníky. Hodnocení bude provedeno na základě zkoumání článků a recenzí o kvalitě míst ke koupání na internetových stránkách.

Pro možnost dalších výpočtů ohodnotíme každé město určitým počtem bodů na desetibodové stupnici podle našich představ o tom, jak dostupné a kvalitní je koupání v moři ve vybraném městě. Vzhledem k tomu, že o cestě rozhodujeme ve třech, já a každý můj přítel poskytne své nezávislé hodnocení pro toto kritérium. Poté bude pro další výpočet použit aritmetický průměr těchto hodnot.

Klimatické podmínky

Upřednostňují se teplé klimatické podmínky s velkým počtem slunečných dnů. Dobře snášíme horké počasí, a tak se nebojíme vysokých teplot během dne. Bylo rozhodnuto, že nejvhodnější průměrná minimální teplota je pro nás kolem 20°C, zatímco optimální průměrná maximální teplota by měla dosahovat 26°C až 28°C.

Pro porovnání měst podle tohoto kritéria, nejprve vezmeme jako základ průměrné minimální a maximální teploty v červnu, tedy v měsíci, kdy plánujeme dovolenou. Poté pro možnost dalšího výpočtu ohodnotíme klimatické podmínky tak, že přiřadíme pro každé město hodnotu na stupnici od 1 do 10, kde 10 označuje nejvhodnější klima.

Vzhledem k tomu, že všechny vybrané země se nacházejí přibližně v jedné klimatické zóně, očekává se, že teplotní rozdíl a množství srážek bude zanedbatelný, nicméně při hodnocení byly zohledněny i další ukazatele, jako je teplota moře a suchost vzduchu.

Kultura a zábava

Toto kritérium zahrnuje subjektivní hodnocení naší touhy a možnosti seznámit se s místní kulturou a možnostmi navštívit zajímavá místa, která nás přitahují. Pro posouzení tohoto kritéria jsme se s přáteli krátce seznámili s přítomností kulturních a zábavních památek v každém z vybraných měst na základě informací z článků a videí na internetu. Poté

jsme dali hodnocení na desetibodové stupnici podle našeho zájmu a touhy seznámit se s kulturou města a země.

Cena pobytu

Cena pobytu v konkrétní zemi pro nás hraje důležitou roli při výběru země, jelikož bychom se rádi vyhnuli zbytečnému utrácení a minimalizovali náklady. Při velkém rozdílu v nákladech za pobyt mezi různými zeměmi bychom raději zvolili zemi s nižšími cenami, ale samozřejmě hrají roli i jiná kritéria.

Vzhledem k tomu, že cena pobytu ve městě závisí na mnoha faktorech, které zahrnují cenu za různé zboží a služby, včetně ceny ubytování, stravování, dopravy atd., bylo rozhodnuto, že k posouzení nákladů na pobyt bude použit obecně uznávaný index spotřebitelských cen (**Cost of Living Index**) vypočítaný na základě nákladů na pobyt v konkrétním městě. Tento index umožní určit relativní náklady na pobyt a porovnat výši nákladů v každém městě vůči ostatním městům. Čím vyšší je index, tím vyšší bude výše nákladů na pobyt v tomto městě.

Cena letenky

Ceny letenek z Prahy do vybraných měst budou převzaty z webových stránek pro jejich nákup a budou zahrnovat jak cenu letenky do vybraného města, tak i cenu zpáteční letenky do Prahy. Cena bude uvedena přibližně na jedno období - 13. - 19. března, s možnou odchylkou 1-2 dny. Bude se hledat "nejlepší" varianta letu, tedy varianta s kratší dobou letu a relativně malou cenou. Taková varianta je vždy zobrazena ve vyhledávači letů SkyScanner, odkud budou ceny letenek převzaty.

Samozřejmě, ceny by měly být převzaty co nejbližší době plánovaného odletu, aby se co nejvíce shodovaly s cenami v době jejich budoucího nákupu. Ale kvůli tomu, že musím ukončit psání bakalářské práce dříve, budou ceny letenek převzaty na konci února.

Kriminalita

Abychom se vyhnuli neočekávaným problémům nebo na ně byli alespoň připraveni, měli bychom posoudit úroveň bezpečnosti pobytu ve městě. Nejjednodušším a nejspolehlivějším způsobem, jak posoudit úroveň bezpečnosti ve vybraných městech, je hodnocení zemí podle obecně uznávaného indexu kriminality (**Crime Index**). Tento index je založen na statistických údajích o zločinech a odhadech zahraničních cestovatelů a

zahrnuje takové faktory, jako jsou krádeže, útoky, drogy atd. Čím vyšší je index, tím vyšší je kriminalita, a tím nižší je úroveň bezpečnosti ve vybraném městě.

Možnosti komunikace

Vzhledem k tomu, že jedeme do jiné země s jiným jazykem, bude užitečné posoudit i možnost domluvit se s místními lidmi. Jelikož jsme se neučili ty jazyky, kterými se mluví ve vybraných zemích a z cizích jazyků umíme nejlépe anglicky, budeme země hodnotit podle úrovně ovládnutí angličtiny v těchto zemích. K tomu nám poslouží obecně známý **English Proficiency Index (EPI)**. Tento index je založen na posouzení ovládnutí angličtiny v zemi nebo regionu osobami, které nejsou jejími nositeli. Cílem EPI je pomoc učitelům, vládám a podnikům činit informovaná rozhodnutí. A stejně nám pomůže posoudit možnost bezproblémové komunikace s místními obyvateli.

4.2.2 Vstupní data

V následující tabulce jsou představeny objektivní údaje o jednotlivých městech podle některých kritérií:

Tabulka 10: Doplnění vstupních údajů o městech, vlastní zpracování

Město	Moře	Klima, Min - Max (°C), srážky, mm	Kultura a zábava	Cena pobytu, CLI	Cena letenky, Kč	Kriminalita, CI	Komunikace, EPI
Split		20°C - 28°C, 50 mm		45,6	7.008	32,3	612
Athény		21°C - 30°C, 5 mm		59,8	7.752	55,9	598
Barcelona		18°C - 26°C, 30 mm		58,7	5.558	49,8	545
Marseille		17°C - 28°C, 25 mm		65,5	5.903	64,7	541
Neapol		18°C - 28°C, 35 mm		57,5	5.355	61,7	548

Pro doplnění chybějících údajů do tabulky a pro možnost následného výpočtu je nutné provést hodnocení následujících kritérií:

K1 – Moře, K2 – Klima, K3 – Kultura a zábava.

Jak bylo uvedeno, tato kritéria budou hodnocena na desetibodové stupnici podle našeho subjektivního hodnocení a získaných znalostí o městech. Pro uvedená kritéria byla zvolena subjektivní metoda hodnocení, protože nebyly nalezeny jiné ukazatele, které by

mohly poskytnout objektivnější a komplexnější data, na jejichž základě lze tato kritéria vyhodnotit.

Uvedena kritéria budou vyhodnocena všemi účastníky výběrového procesu, tedy mnou a mými dvěma přáteli. Pro lepší přehlednost byla vytvořena hodnotící tabulka. Každý z nás vyhodnotí každé město podle uvedených kritérií a připíše mu odpovídající body. Konečné hodnocení odpovídá aritmetickému průměru těchto bodů.

Tabulka 11: Hodnotící tabulka pro několik hodnotitelů, vlastní zpracování

Město	Hodnotitelé	Kritéria		
		Moře	Klima	Kultura a zábava
Split	Já	5	10	7
	Přítel 1	6	8	5
	Přítel 2	6	9	6
	Aritmetický průměr	5,6667	9	6
Athény	Já	6	8	9
	Přítel 1	6	7	9
	Přítel 2	7	8	8
	Aritmetický průměr	6,3333	7,6667	8,6667
Barcelona	Já	10	9	10
	Přítel 1	8	8	8
	Přítel 2	9	9	10
	Aritmetický průměr	9	8,6667	9,3333
Marseille	Já	8	9	6
	Přítel 1	7	8	5
	Přítel 2	8	7	7
	Aritmetický průměr	7,6667	8	6
Neapol	Já	7	9	8
	Přítel 1	6	8	6
	Přítel 2	7	8	8
	Aritmetický průměr	6,6667	8,3333	7,3333

Výpočtem aritmetického průměru byla nalezena konečná ohodnocení měst podle uvedených kritérií. Nyní lze tabulku se vstupními daty aktualizovat doplněním chybějících údajů.

Tabulka 12: Tabulka se vstupními údaji o městech, konečná verze, vlastní zpracování

Město	Moře, body	Klima, body	Kultura a zábava, body	Cena pobytu, CLI	Cena letenky, Kč	Kriminalita, CI	Komunikace, EPI
Split	5,6667	9	6	45,6	7.008	32,3	612
Athény	6,3333	7,6667	8,6667	59,8	7.752	55,9	598
Barcelona	9	8,6667	9,3333	58,7	5.558	49,8	545
Marseille	7,6667	8	6	65,5	5.903	64,7	541
Neapol	6,6667	8,3333	7,3333	57,5	5.355	61,7	548
Povaha kritéria	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN	MIN	MAX

4.2.3 Stanovení vah kritérií pomocí bodovací metody

Bylo rozhodnuto, že k určení vah kritérií bude použita bodovací metoda. Postup této metody je poměrně jednoduchý a srozumitelný pro každého a umožňuje tím snadno stanovit pořadí důležitosti kritérií při hodnocení několika hodnotiteli.

Pro přehlednost a snadnější hodnocení kritérií byla vytvořena hodnotící tabulka. Každé kritérium bude hodnoceno určitým počtem bodů na desetibodové stupnici podle jeho důležitosti. Čím je kritérium důležitější, tím více bodů získá. Každý hodnotitel přidělí nejdůležitějšímu kritériu nejvyšší možný počet bodů, pak nejnižší možný počet bodů přidělí nejméně důležitému kritériu a poté na danou stupnici umístí i všechna ostatní kritéria. V případě stejné důležitosti mohou být kritéria hodnocena stejným počtem bodů.

Tabulka 13: Hodnocení důležitosti kritérií bodovací metodou, vlastní zpracování

Kritérium	Hodnotitelé			Celkem bodů
	Já	Přítel 1	Přítel 2	
K1 - Moře	8	10	6	24
K2 - Klima	2	1	1	4
K3 - Kultura a zábava	10	9	8	27
K4 - Cena pobytu	7	8	10	25
K5 - Cena letenky	5	6	7	18
K6 - Kriminalita	4	5	4	13
K7 - Komunikace	1	4	3	8

Poté, co každý hodnotitel vyhodnotil důležitosti kritérií, lze vypočítat jednotlivé váhy kritérií, a to na základe vztahu:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, i = 1, 2, \dots, n, \text{ kde } b_i \text{ je součtem bodů přiděleným kritériu od všech}$$

hodnotitelů.

V následující tabulce byly vypočítány váhy jednotlivých kritérií dělením celkového počtu bodů kritéria celkovým součtem bodů přiděleným všem kritériím.

Tabilka 14: Výpočet vah kritérií bodovací metodou, vlastní zpracování

Kritérium	Počet bodů	Váha kritéria
K1 - Moře	24	0,2017
K2 - Klima	4	0,0336
K3 - Kultura a zábava	27	0,2269
K4 - Cena pobytu	25	0,2101
K5 - Cena letenky	18	0,1513

K6 - Kriminalita	13	0,1092
K7 - Komunikace	8	0,0672
Celkový součet	119	1

Z výsledků vyplývá, že nejdůležitějším kritériem je touha seznámit se s kulturou a zábavou města s váhou kritéria $v_3 = 0,2269$. Druhým nejdůležitějším kritériem je Cena pobytu $v_4 = 0,2101$, po němž následuje kritérium dostupnost a kvalita moře $v_1 = 0,2017$. Nejméně důležitá kritéria jsou Klima $v_2 = 0,0336$ a Komunikace s váhou kritéria $v_7 = 0,0672$.

4.2.4 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr kompromisní varianty jako hlavní metoda bude použita metoda bazické varianty. Poté pro možnost porovnání a ověření citlivosti výsledků bude použita zásadně jiná metoda - metoda pořadí.

Metoda bazické varianty

Postup této metody spočívá v porovnávání hodnot jednotlivých variant s odpovídajícími hodnotami bazické varianty. Za bazickou variantu je považována ta varianta, která dosahuje nejlepších hodnot z hlediska všech kritérií.

Prvním krokem je sestavení bazické varianty, jejíž hodnoty odpovídají hodnotám ideální varianty. Podle tabulky se vstupními daty zjistíme, že hodnota bazické varianty pro kritérium K1 je 9; pro kritérium K2 je také 9; K3 - 9,3333; K4 - 45,6; K5 - 5.355; K6 - 32,3; K7 - 612. Zápis bazické varianty pak vypadá následovně:

$$z = (9; 9; 9,3333; 45,6; 5.355; 32,3; 612)$$

Dalším krokem je výpočet dílčích užiteků variant, a to za pomoci vzorců:

$$u_{ij} = \frac{y_{ij}}{y_j^B} - \text{výpočet užitku u kritéria maximalizační povahy a}$$

$$u_{ij} = \frac{y_j^B}{y_{ij}} - \text{u kritéria minimalizační povahy, kde } y_j^B \text{ je hodnota } j\text{-tého kritéria v}$$

bazické variantě.

V následující tabulce je proveden výpočet dílčích užiteků pro jednotlivé varianty podle uvedených vzorců.

Tabulka 15: Výpočet dílčích užiteků metodou bazické varianty, vlastní zpracování

Město	Moře	Klima	Kultura a zábava	Cena pobytu	Cena letenky	Kriminalita	Komunikace
Split	0,6296	1	0,6429	1	0,7641	1	1
Athény	0,7037	0,8519	0,9286	0,7625	0,6908	0,5778	0,9771
Barcelona	1	0,9630	1	0,7768	0,9635	0,6486	0,8905
Marseille	0,8518	0,8889	0,6429	0,6962	0,9072	0,4992	0,8840
Neapol	0,7407	0,9259	0,7857	0,7930	1	0,5235	0,8954
Váha kritéria	0,2017	0,0336	0,2269	0,2101	0,1513	0,1092	0,0672

Na závěr jsou vypočteny celkové užítky pro jednotlivé varianty, a to jako skalární součin dílčích užiteků a vah kritérií. Variantu s nejvyšším užitekem lze považovat za nejvhodnější variantu. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 16: Výpočet celkových užiteků a určení pořadí variant, vlastní zpracování

Město	Σ užiteků	Pořadí
Barcelona	0,9006	1.
Split	0,8086	2.
Neapol	0,7940	3.
Athény	0,7747	4.
Marseille	0,7450	5.

Z výsledků bylo zjištěno, že nejlepší variantou dovolené je zřejmě cesta do Barcelony. Druhou nejlepší variantou je město Split, zatímco třetí variantou je italské město Neapol. Je vidět, že hodnota celkového užítku Barcelony je výrazně vyšší než hodnota u druhé varianty. Rozdíly v hodnotách u druhé, třetí a čtvrté varianty jsou však poměrně malé.

Metoda pořadí

Cílem aplikace této metody je vyhodnocení variant zásadně jiným způsobem, aby bylo možné ověřit citlivost a správnost výsledků dosažených při použití předchozí metody. Aplikace této metody nevyžaduje posouzení důležitosti kritérií a je založeno pouze na hodnocení variant jako pořadí od nejlepší po nejhorší, a to podle každého kritéria.

Postup spočívá v přiřazení nejlepší variantě podle každého kritéria největšího počtu bodů, který odpovídá počtu všech variant. Ostatní kritéria získávají odpovídající počet bodů podle pořadí od nejlepšího po nejhorší. V případě stejných hodnot varianty získávají

průměrný počet bodů. Všechny hodnoty pro každou variantu se pak sčítají a varianta s největším počtem bodů je nejlepší variantou.

V následující tabulce byly varianty podle tabulky se vstupními údaji vyhodnoceny podle jejich pořadí. Varianty s nejlepšími hodnotami byly hodnoceny na 5 bodů, zatímco varianty s nejhodnějšími hodnotami byly hodnoceny pouze na 1 bod.

Tabulka 17: Vyhodnocení variant metodou pořadí, vlastní zpracování

Město	Moře	Klima	Kultura a zábava	Cena pobytu	Cena letenky	Kriminalita	Komunikace	Celkem bodů
Split	1	5	1,5	5	2	5	5	24,5
Athény	2	1	4	2	1	3	4	17
Barcelona	5	4	5	3	4	4	2	27
Marseille	4	2	1,5	1	3	1	1	13,5
Neapol	3	3	3	4	5	2	3	23

Získané výsledky a pořadí variant jsou reprezentovány v následující tabulce:

Tabulka 18: Výsledky získané metodou pořadí, vlastní zpracování

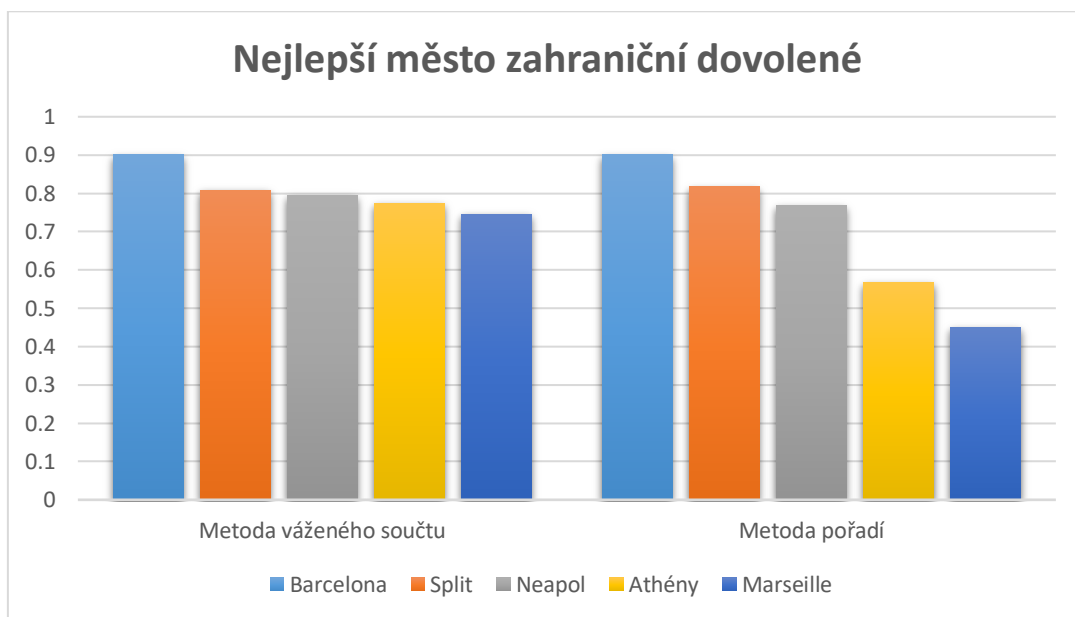
Město	Počet bodů	Pořadí
Barcelona	27	1.
Split	24,5	2.
Neapol	23	3.
Athény	17	4.
Marseille	13,5	5.

Z výsledků vyplývá, že nejlepší variantou dovolené je stále město Barcelona, zatímco druhou a třetí variantami zůstaly města Split a Neapol. Je tedy vidět, že pořadí variant u metody pořadí je zcela podobné jako u metody bazické varianty, a to i přitom, že metoda pořadí nebere v úvahu váhy kritérií.

4.2.5 Hodnocení výsledků

Ve sloupcovém grafu, který je uveden níže jsou představeny výsledky získané metodou bazické varianty a metodou pořadí.

Graf 1: Znázornění výsledků metody bazické varianty a metody pořadí, vlastní zpracování



Z výsledků obou metod je patrné, že jasným favoritem pro zahraniční dovolenou je španelské město Barcelona. Druhé místo obdrželo chorvatské město Split. Pořadí variant v obou metodách je stejné, a to i přitom, že způsob hodnocení variant u každé metody je zásadně odlišný.

Metoda pořadí při hodnocení variant nezohledňuje váhy kritérií, proto u varianty Barcelona při aplikaci dané metody nebyl zohledněn vysoký význam kritérií Kultura a zábava a Dostupnost a kvalita moře, podle kterých má Barcelona nejlepší hodnoty, zatímco druhá v pořadí varianta Split získala nejvyšší počet bodů podle několika kritérií, jejichž význam je poměrně malý. A i přesto Barcelona zůstala na prvním místě.

Výsledky byly prezentovány oběma mým přátelům, se kterými si plánujeme dovolenou. Bylo zjištěno, že uvedené výsledky nám zcela vyhovují. A i když jsme předtím chtěli navštívit Barcelonu, ale zároveň jsme uvažovali o návštěvě dalších měst, po obdržení těchto výsledků jsme si uvědomili, že naše cesta by měla být přesně do Barcelony.

4.3 Výběr dodavatele pro kavárnu Bagel Lounge

Poslední příklad, na kterém bude demonstrována aplikace metod pro podporu rozhodování, se bude týkat výběru dodavatele potravinových surovin pro dílčí kavárnu řetězce restaurací Bagel Lounge.

Vzhledem k tomu, že tato kavárna již má stabilního dodavatele potravin a nemá velkou potřebu hledat nového dodavatele, bude v tomto příkladu ověřena optimalita používání služeb stávajícího dodavatele a bude zvažena možnost výběru jiného, vhodnějšího dodavatele, který bude schopen poskytnout kavárně širší sortiment potravin.

4.3.1 Popis vybrané kavárny

Vybranou kavárnou, pro kterou se bude vybírat dodavatel, je malá kavárna řetězce Bagel Lounge - síť kaváren s bagely a snídaněmi. Byla mnou zvolena tato kavárna, jelikož byl jsem její pracovníkem vloni a kromě toho jsem udržel dobrý vztah s manažerkou kavárny Darií, se kterou jsem pracoval po dobu několika měsíců. Tato kavárna má útulnou atmosféru, dobrou kávu a přívětivý kolektiv.

I přitom, že kavárna už má několik dodavatelů potravin, se kterými je manažerka kavárny celkově spokojena, jeden z dodavatelů má však své nevýhody. Hlavní z nich je, že dodavatel neposkytuje potravinové výrobky v plném rozsahu, které kavárna potřebuje k přípravě pokrmů a nápojů. Když jsem tam pracoval, nebylo mi jasné, proč si některé potraviny kupovali zaměstnanci sami v supermarketu, protože by bylo jednodušší, kdyby byly přivezeny spolu se všemi ostatními produkty. Bylo mi vysvětleno, že daný dodavatel má omezený sortiment potravin a objednávání těchto potravin od jiného dodavatele je nevýhodné, protože kavárna je poměrně malá a nemá potřebu objednávat tyto potraviny ve velkém množství.

Navrhl jsem proto Darii, abych vyhodnotil optimalitu využití služeb daného dodavatele a případně našel pro danou kavárnu jiného, vhodnějšího dodavatele potravin, který by kavárnu zbavil nutnosti chodit do obchodu pro čerstvou zeleninu, a o čem bych také napsal ve své bakalářské práci. Daria s tím souhlasila a byla ochotna mi pomoci vyjádřením jejích požadavků na dodavatele a poskytnutím pomoci při stanovení vah kritérií.

V současné době kavárna využívá služeb tří dodavatelů, jeden z nichž je součástí řetězce:

Dodavatel č. 1 je specializovaným prvkem společnosti a zabývá se dodávkami polévek, omáček, bagelů a polotovarů pro výrobu dezertů. Ten dodavatel je pro kavárnu nezbytný a proto nesmí být nahrazen.

Dodavatel č. 2 – velkoobchod **Vrtal s.r.o.** dodává do kavárny nápoje, jako je minerální voda, sladké a alkoholické nápoje. Tento dodavatel má širokou nabídku nápojů a za dobrou cenu. Kavárna je zcela spokojena s poskytovanými službami dodavatele a je pro ni pohodlně, aby nápoje byly dodávány od samostatného dodavatele, proto v této práci není cílem najít náhradu stávajícímu dodavateli nápojů.

Dodavatel č. 3 - **Bidfood.cz** se zabývá dodávkami do kavárny potravin hlavně živočišného původu, jako je maso, ryby, vejce, sýr a mléko. Tento dodavatel poskytuje kvalitní potraviny a za dobrou cenu, ale problém je, že má omezený sortiment.

Vede to k tomu, že zbytek potravin potřebných k přípravě pokrmů, mezi nimiž je čerstvá zelenina, ovoce a saláty, se zpravidla nakupuje v běžném supermarketu, což znamená, že kavárna pro tyto produkty nemá zvláštního dodavatele. To znamená, že současný dodavatel není zdaleka dokonalý a pravděpodobně lze najít jiného dodavatele, který bude schopen uspokojit potřeby kavárny ještě lépe než ten současný.

Mým cílem je proto najít dodavatele, který by mohl nahradit dodavatele č. 3 tím, že bude moci poskytnout kavárně služby alespoň stejně dobré kvality, a který bude schopen dodávat i další potraviny (zelenina, salát atd.), které zaměstnanci kavárny obvykle nakupují v supermarketu.

Před výběrem vhodných dodavatelů se nejprve seznámíme se současným dodavatelem kavárny - Bidfood.cz, za kterého budeme hledat lepší náhradu.

Bidfood.cz

Bidfood Czech Republic je významným výrobcem a dodavatelem potravin do gastronomie a maloobchodu. Společnost vyvíjí a vyrábí některé potraviny pod vlastními značkami. Nejznámější jsou zmrazené a chlazené potraviny Nowaco nebo zmrzliny Prima s řadami výrobků Mrož a Pegas. Potraviny i související sortiment rozváží zdarma po celé republice.

Dodání potravin do provozovny se zpravidla uskutečňuje již následující pracovní den, což je poměrně rychle. Doručení probíhá i v sobotu, tedy 6 dnů v týdnu. V e-shopu

společnosti lze vidět, že sortiment obchodu je poměrně široký, jsou zde všechny potřebné živočišné produkty, ale čerstvých rostlinných produktů je opravdu poměrně málo, což způsobuje, že potřeby kavárny nemohou být kompletně uspokojeny.

Cena za doručení je stanovena pouze u malých objednávek nepřesahujících 1500 Kč a pohybuje se kolem 200 Kč. Kavárna zpravidla objednává potraviny za větší částku, proto doručení má zdarma. Na internetu je spousta recenzí tohoto obchodu, z nichž většina je pozitivní, ale občas se objeví i negativní, ve kterých se píše o dodávkách potravin s končící dobou trvanlivosti. Kavárna se však s podobnými situacemi nesečkala. Za více než rok spolupráce s kavárnou se firma osvědčila z hlediska kvality potravin, jelikož byly dodané suroviny vždy čerstvé a kvalitní.

4.3.2 Požadavky na nového dodavatele

Hlavní podmínkou Darie je, že nový dodavatel musí mít kvalitní potraviny. Je samozřejmě nutné, aby dodavatel měl veškerou potřebnou certifikaci své činnosti a dodržoval všechny nutné podmínky pro zachování kvality výrobků při jejich skladování. Samostatným přáním Darie je také možnost objednání potravinových výrobků na internetu, protože díky tomu je proces objednání pohodlnější a rychlejší. Ideální je, aby byla dodavatelská firma osvědčená a měla dobré recenze od jiných provozoven. Potraviny by měly být dodány nejpozději třetí pracovní den po jejich objednání. Ceny potravin nejsou příliš důležité, ale poměrně velký význam mají jiné cenové ukazatele, jako například podmínky pro doručení. Široký sortiment a možnost objednat všechny suroviny v jednom obchodě je samozřejmě velkým přínosem a podle Darie je to jediná výhoda, která bude odlišovat nového dodavatele od stávajícího.

Při hodnocení dodavatelů tedy budeme vycházet z následujících kritérií:

- K1** – Kvalita potravin
- K2** – Velikost sortimentu
- K3** – Dodací lhůta
- K4** – Recenze od provozoven a uživatelů
- K5** – Cena

Dále uvedeme, jak bude probíhat hodnocení dodavatelů podle jednotlivých kritérií.

Kvalita

Kvalita potravin je důležitou podmínkou, která musí být dodržena při výběru dodavatele. Při hodnocení tohoto kritéria se však setkáváme s problémem, který spočívá v tom, že objektivně posoudit kvalitu potravin není možné, dokud nevyužijeme služeb jednotlivých dodavatelů. Samozřejmě, každá vybraná firma má certifikaci o dodržování norem a deklaruje vysokou kvalitu svých výrobků, ale nemůžeme tomu bezpodmínečně věřit. Během analýzy společností nebyl identifikován žádný způsob, jak posoudit kvalitu potravin, kromě čtení recenzí od jiných uživatelů, což však také není příliš objektivním posouzením. Z tohoto důvodu byl každý vybraný dodavatel původně hodnocen podle tohoto kritéria jako vhodný a kvalita potravin jako vysoká, jelikož lze takový předpoklad učinit s ohledem na pozitivní hodnocení většiny recenzí. V rozhodovací tabulce bylo toto kritérium přitom označeno jako "Nelze posoudit".

Velikost sortimentu

Dodavatelé podle tohoto kritéria budou hodnoceny podle dostupnosti těch surovin, které jsou nezbytné pro provoz kavárny. Pro hodnocení bylo vybráno 28 nezbytných potravin různých druhů, které se neustále používají k přípravě pokrmů, dezertů a nápojů. Seznam nezbytných potravin zahrnoval výrobky různých druhů z takových kategorií, jako jsou masné výrobky, ryby, mléčné výrobky, čerstvá a konzervovaná zelenina, čerstvé a mražené ovoce, zeleň a bylinky, potraviny pro přípravu nápojů atd.

Na stránkách každé dodavatelské firmy byla pak ověřena dostupnost těchto 28 potravin vhodných pro potřeby kavárny a množství dostupných potravin bylo vzato jako hodnota pro hodnocení dodavatelů podle daného kritéria.

Dodací lhůta

Jak bylo zmíněno v požadavcích, dodací lhůta nesmí překročit 3 pracovní dny, což je pro každou firmu zcela realizovatelný úkol. Informace o dodacích lhůtách budou převzaty z internetových stránek vybraných dodavatelů.

Recenze od uživatelů a provozoven

Vzhledem k tomu, že recenze od uživatelů jsou jedním z mála dostupných kritérií, podle kterých lze posoudit dodavatele, nelze je nebrát v úvahu. Posouzení recenzí o společnostech probíhalo především na stránkách Googlu, kde je největší počet recenzí. Pokud existovaly recenze na dalších zdrojích, jako je firmy.cz nebo Facebook, pak se také braly v úvahu.

Hodnocení dodavatelů podle tohoto kritéria bude provedeno subjektivním způsobem, v závislosti na spokojenosti s recenzemi bude každému dodavateli přiřazen odpovídající počet bodů na pětibodové stupnici.

Cena

Cena poskytovaných služeb a potravin je samozřejmě jedním z nejdůležitějších kritérií pro posouzení vhodnosti dodavatelů. Při pokusu o zjištění cen potravin jsem však narazil na problém, že na internetových stránkách dodavatelů není uvedena cena potravinových výrobků. U většiny dodavatelů lze cenu produktů zjistit až po pořízení zákaznického účtu, zatímco u jiných dodavatelů je cena stanovena individuálně, v závislosti na stanovených podmínkách partnerství. Snažil jsem se kontaktovat prostřednictvím e-mailu dodavatele s žádostí o poskytnutí cen některých potravin za účelem provedení studie o výběru dodavatele, nicméně jsem obdržel odmítnutí nebo pouhé ignorování ze strany všech potenciálně vhodných dodavatelů. Z tohoto důvodu se cena potravin nebude zohledňovat, budou však zohledněny další cenové ukazatele, jako je cena dodání a minimální výše objednávky. Vycházíme tedy z předpokladu, že cena potravin u dodavatelů je přibližně stejná.

Pro hodnocení dodavatelů podle tohoto kritéria byla Daria seznámena s dodacími podmínkami každého dodavatele a na základě získaných informací vyhodnotila dodavatele na pětibodové stupnici podle vhodnosti dodacích podmínek pro kavárnu.

4.3.3 Možné varianty dodavatelů

S ohledem na uvedené požadavky byly nalezeny 3 dodavatelské společnosti, které splňují minimální požadavky: dostupnost potřebné certifikace, dostupnost zpětné vazby o službách společnosti, vysoká kvalita potravinových výrobků, možnost objednání na internetu, a hlavně možnost objednat u jednoho dodavatele více druhů potravin (včetně čerstvé zeleniny a salátu), než u stávajícího.

1. FANY Gastroservis

FANY Gastroservis je velkoobchodní firmou, jejíž cílem je poskytování zákazníkům v gastronomii komplexních služeb v oblasti dodávek potravin a doplňkového sortimentu. Aktuální nabídka firmy zahrnuje více než 7500 druhů zboží a jsou v ní zastoupeny výrobky všech významných výrobců i dovozců v České republice.

Objednání u dodavatele může být provedeno všemi dostupnými způsoby: jak ve speciálním e-shopu, tak prostřednictvím e-mailu a telefonicky. Jednou z výhod dodavatele je to, že dodání se provádí každý den v týdnu a objednané potraviny jsou dodávány do 24 hodin. V e-shopu obchodu je také představen široký sortiment zboží různého druhu. Velikost sortimentu by měla vyhovovat jakémukoli stravovacímu zařízení. Jak se uvádí na internetových stránkách společnosti, firma extrémně dbá na dodržování všech hygienických, bezpečnostních a dalších norem a předpisů, a potvrzující to certifikáty jsou k dispozici na webu. Kromě toho společnost motivuje zákazníky širokou nabídkou věrnostních programů a každý měsíc připravuje speciální cenovou nabídku plnou akčních výrobků.

Podmínkou pro doručení je dosažení minimální hodnoty objednávky 3000 Kč. Minimální hodnota pro doručení mraženého zboží je přitom 2 000 Kč. Doprava je zdarma. Recenzí obchodu na internetu je poměrně mnoho, z nichž většina je pozitivní. V nich zákazníci zaznamenávají vysokou kvalitu potravin a jejich spokojenost se službami. Existuje však i několik negativních recenzí, podle kterých zákazníkům nebyla doručena jejich objednávka.

2. Makro Cash & Carry

Makro je široce známou mezinárodní společností zaměřenou na velkoobchodní prodej širokého sortimentu potravinářského i nepotravinářského zboží registrovaným podnikatelům, obchodníkům a dalším subjektům. Společnost je atraktivním místem nákupů jak pro maloobchodníky, tak pro velkoobchodníky i velkoodběratele.

Objednání potravin na internetových stránkách společnosti je snadné a pohodlné. Dodací lhůta je zveřejněna hned po objednání, obvykle netrvá déle než 2 dny. Dodávka potravin přitom probíhá každý den. Kvalita potravin je vysoká, protože se prodávají pouze ověřené produkty od certifikovaných výrobců. Obchod má také široký sortiment potravin, zde jsou všechny potřebné suroviny pro stabilní provoz kavárny.

Jedinou nevýhodou, kterou se podařilo odhalit při sběru dat o firmě, je poměrně vysoká cena za doručení potravin do provozovny, která činí 325 korun za jeden dovoz. Recenze od uživatelů jsou zcela pozitivní. Kromě toho je možné vidět mnoho recenzí od správců provozoven v oblasti stravování, což je pravděpodobně způsobeno širokou popularitou společnosti.

3. Refi-CZ

Refi-CZ je velkoobchod s potravinami a dodavatel do gastronomických provozů. Firma nabízí dodávky potravin vlastními vozy do hotelů, jídelen a restaurací zdarma po celé České republice.

Stejně jako ostatní dodavatelé, Refi-CZ vyhláší vysokou kvalitu svých služeb a potravinových výrobků. Dodání zboží probíhá 5 dnů v týdnu. Dodací lhůty firma neuvádí, na svých internetových stránkách však deklaruje vysokou prioritu v rychlosti doručení. Lze proto předpokládat, že k dodání dojde do 3 pracovních dnů. Objednávky produkce jsou stejně jako u jiných společností prováděny prostřednictvím e-shopu, který ukazuje širokou škálu potravinových výrobků. Design e-shopu však nepůsobí dobrým dojmem.

Cena potravin je stanovena individuálně na základě dohody o smluvních podmínkách a závisí na předpokládaných objemech objednávek. Náklady na dopravu jsou přitom zahrnuty v ceně potravin. Tento dodavatel má na internetu poměrně málo recenzí, což vede k závěru, že firma není příliš populární. Recenze a hodnocení poskytovaných služeb jsou však zcela pozitivní.

4.3.4 Tvorba vstupních dat

Níže je představena tabulka s vyplněnými údaji o dodavatelích podle jednotlivých kritérií.

Tabulka 19: Doplnění vstupních údajů o dodavatelích, vlastní zpracování

Kritérium / Dodavatel	Kvalita	Sortiment dostupných položek, ks	Dodací lhůta, dny	Recenze	Cena, Min. objednávka; Cena dodání
Bidfood.cz	Nelze posoudit	15	1 - 2	Pozitivní, až na malé výjimky	Od 1500 Kč/Do 1500 Kč; Zdarma/200 Kč
FANY Gastro servis		27	1	Pozitivní, až na malé výjimky	Od 3000 Kč; Zdarma
Makro		28	1 - 2	Zcela pozitivní	Není stanovena; 325 Kč
Refi-CZ		22	2 - 3	Zcela pozitivní	Podle dohody; Zdarma

Poté byli dodavatelé podle kritéria Cena ohodnoceni Dariai na pětibodové stupnici v souladu s vhodností jejich cenových podmínek pro dodání potravin do kavárny. Hodnocení kritéria Recenze bylo převedeno do číselné podoby.

Kromě toho bylo rozhodnuto vyloučit kritérium Kvalita z rozhodovací tabulky, protože vzhledem k nemožnosti posoudit dodavatele a přidělit dodavatelům hodnocení podle tohoto kritéria, přítomnost kritéria v následných výpočtech nebude mít žádný vliv na získané výsledky.

Níže uvedená tabulka tak poskytuje konečnou verzi vstupních dat o dodavatelích, potřebných pro následující výpočty.

Tabulka 20: Tabulka se vstupními údaji o dodavatelích, konečná verze, vlastní zpracování

Kritérium / Dodavatel	Sortiment dostupných položek, ks	Dodací lhůta, dny	Recenze, body	Cena, body
Bidfood.cz	15	2	4	5
FANY Gastroservis	27	1	4	3,5
Makro	28	2	5	2
Refi-CZ	22	3	5	3
Pováha kritéria	MAX	MIN	MAX	MAX

4.3.5 Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho metody

Ke stanovení vah kritérií byla použita Saatyho metoda, která představuje metodu párového porovnání kritérií a umožňuje porovnání každého kritéria s ostatními kritérií. Tato metoda slouží k hodnocení pouze jedním hodnotitelem, kterým je v daném případě Daria.

K hodnocení kritérií byla použita již zmíněna klasická devítibodová stupnice. Každá dvojice kritérií byla ohodnocena body, odpovídajícími síle preference jednoho kritéria před druhým. V případě preference j -tého kritéria před i -tým se zapisují převrácené hodnoty, například v případě silné preference $-\frac{1}{5}$.

Vzhledem k tomu, že nejsme schopni posoudit a porovnat kvalitu potravin u jednotlivých dodavatelů, nemá vůbec smysl brát v úvahu toto kritérium při jakýchkoli výpočtech, jelikož to žádným způsobem neovlivní konečný výsledek. Z tohoto důvodu nebylo kritérium kvality zohledněno při určování váhy kritérií.

Byla kritéria hodnocena metodou párového porovnání v tabulce uvedené níže. K nalezení vah kritérií se nejprve vypočítají geometrické průměry jednotlivých řádků a váhy jsou pak zjištěny dělením geometrických průměrů řádků a celkovým součtem geometrických průměrů.

Tabulka 21: Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho metody, vlastní zpracování

	Sortiment	Dodací lhůta	Recenze	Cena	Geometrický průměr	Váha kritéria
Sortiment	1	7	9	1	2,8173	0,4511
Dodací lhůta	1/7	1	5	1/5	0,6148	0,0984
Recenze	1/9	1/5	1	1/9	0,2229	0,0357
Cena	1	5	9	1	2,5900	0,4147
					6,2450	1

Nejdůležitějším kritériem je Cena s váhou kritéria $v_5 = 0,4511$. Druhým kritériem je Sortiment $v_2 = 0,4147$. Nejméně důležitými kritérii jsou kritéria Dodací lhůta $v_3 = 0,0984$ a Recenze $v_4 = 0,0357$.

4.3.6 Výběr kompromisní varianty

Výběr kompromisní varianty bude proveden metodou TOPSIS, která je založená na určení vzdálenosti od ideální varianty a umožňuje seřadit varianty od nejlepší po hejhorší.

Metoda TOPSIS

Pro aplikaci metody TOPSIS, nejprve musíme transformovat minimalizační kritérium Dodací lhůta na maximalizační. Pro transformaci kritériálních hodnot odečteme nejhorší kritériální hodnotu a necháme znaménko plus.

Tabulka 22: Transformace minimalizačního kritéria Dodací lhůta na maximalizační, vlastní zpracování

Kritérium / Dodavatel	Sortiment dostupných položek, ks	Dodací lhůta, dny	Recenze, body	Cena, body
Bidfood.cz	15	1	4	5
FANY Gastroservis	27	2	4	3,5
Makro	28	1	5	2
Refi-CZ	22	0	5	3

Prvním krokem metody je výpočet prvků kritériální matice \mathbf{R} , a to podle vztahu:

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

Společně s tím vypočteme prvky normalizované kritériální matice \mathbf{W} vynásobením prvků r_{ij} váhami kritérií. U spočítaných hodnot w_{ij} pak určíme ideální variantu h a bazální variantu d .

Tabulka 23: Výpočet prvků kriteriálních matic R a W, vlastní zpracování

Dodavatel	r_{i2}	r_{i3}	r_{i4}	r_{i5}	w_{i2}	w_{i3}	w_{i4}	w_{i5}	
Bidfood.cz	0,3182	0,4082	0,4417	0,7053	0,1435	0,0402	0,0158	0,2925	
FANY Gastroservis	0,5728	0,8165	0,4417	0,4937	0,2584	0,0803	0,0158	0,2047	
Makro	0,5940	0,4082	0,5522	0,2821	0,2680	0,0402	0,0197	0,1170	
Refi-CZ	0,4667	0	0,5522	0,4232	0,2105	0	0,0197	0,1755	
Váha kritéria	0,4511	0,0984	0,0357	0,4147	h_j	0,2680	0,0803	0,0197	0,2925
					d_j	0,1435	0	0,0158	0,1170

Dále vypočteme vzdálenosti od ideální a bazální varianty podle vztahů:

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

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

A v posledním kroku pak nalezneme hodnoty ukazatele vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty podle vzorce:

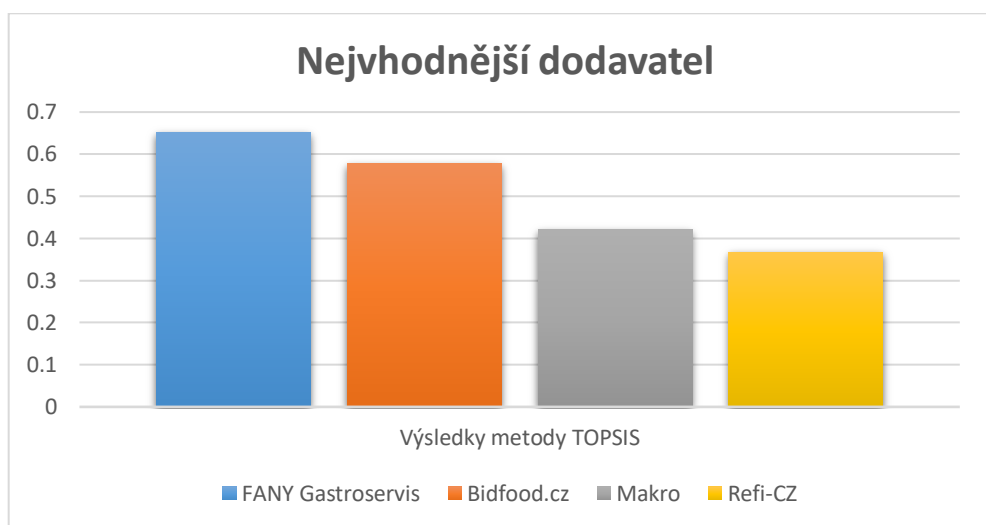
$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Tabulka 23: Výpočet vzdáleností od ideální a bazální varianty a ukazatele vzdálenosti c_i pro jednotlivé varianty, vlastní zpracování

Dodavatel	w_{i2}	w_{i3}	w_{i4}	w_{i5}	d_i^+	d_i^-	c_i
Bidfood.cz	0,1435	0,0402	0,0158	0,2925	0,1309	0,1800	0,5790
FANY Gastroservis	0,2584	0,0803	0,0158	0,2047	0,0884	0,1654	0,6517
Makro	0,2680	0,0402	0,0197	0,1170	0,1800	0,1309	0,4210
Refi-CZ	0,2105	0	0,0197	0,1755	0,1531	0,0890	0,3676
h_j	0,2680	0,0803	0,0197	0,2925			
d_j	0,1435	0	0,0158	0,1170			

Konečná ohodnocení jednotlivých dodavatelů byla uspořádána a reprezentována v následujícím sloupcovém grafu.

Graf 2: Znázornění výsledků metody TOPSIS, vlastní zpracování



Z výsledků je zřejmé, že nejlepší ohodnocení má dodavatel FANY Gastroservis s hodnotou ukazatele $c_2 = 0,6517$. Jako druhý se umístil současný dodavatel Bidfood.cz s hodnotou $c_1 = 0,5790$. Dále jako třetí v pořadí se umístila společnost Makro s hodnotou $c_3 = 0,4210$ a jako nejhorší se ukázal velkoobchod Refi-CZ s hodnotou $c_4 = 0,3676$.

4.3.7 Hodnocení výsledků

Z výsledků vyplývá, že nejvhodnějším dodavatelem potravin pro kavárnu je FANY Gastroservis. Jeho ohodnocení je podle získaných výsledků o 12,5 procenta vyšší než u současného dodavatele Bidfood.cz. Výhodou tohoto dodavatele oproti současnému je širší nabídka potravin a také rychlé dodání do 24 hodin, které se přitom provádí každý den. Nevýhodou FANY Gastroservis jsou však poměrně vysoké cenové podmínky pro dodávky, což také hraje velkou roli pro kavárnu.

Tak dodavatel Makro vykazuje stejně široký sortiment potravin jako FANY Gastroservis, ale jeho cenové podmínky vyžadují platbu 325 korun za doručení bez ohledu na výši nákupu, což je pro kavárnu nevyhovující podmínkou, takže využití služeb společnosti nebylo považováno za vhodné.

Velkoobchod Refi-CZ také poskytuje větší nabídku potravin než současný dodavatel, nicméně na webu firmy je uvedeno poměrně málo informací o podmínkách dodávek. Zároveň je firma nepopulární a nemá dostatečný počet recenzí, abychom si mohli být jistí s vysokou kvalitou služeb. Webové stránky firmy mají navíc nepříjemný a nepohodlný design, kvůli kterému se společnost neukázala jako spolehlivý dodavatel.

Pro objednání potravin od FANY Gastroservis je nutné objednání potravin za cenu dvojnásobnou než u současného dodavatele Bidfood.cz, což je pro malou kavárnu poměrně přísnou podmínkou, kterou nemůže vždy splnit. Nicméně, široký sortiment dodavatele a rychlé dodání, stejně jako široká nabídka věrnostních benefitních programů a nabídka akčních zboží byly vzaty v úvahu a byly služby dodavatele považovány manažerkou za dobrou alternativu k současnému dodavateli.

Nakonec bylo rozhodnuto, že kvůli vysoké hranice minimální objednávky mohou být služby dodavatele FANY Gastroservice použity kavárnou k velkým objednávkám potravin, zatímco současný dodavatel Bidfood.cz může být nadále používán jako stálý dodavatel, ale k objednání menších objemů produkce. Manažerka mi slíbila, že kontaktuje společnost, aby upřesnila podrobnější podmínky pro spolupráci, a pokud se jí všechno bude líbit, možná se tak FANY Gastroservis stane dalším partnerem kavárny.

5 Výsledky a diskuse

5.1 Výběr notebooku pro osobní užívání

Při výběru notebooku pro osobní užívání byla ke stanovení vah kritérií použita metoda Fullerova trojúhelníku, podle které bylo zjištěno, že největší důležitost mají kritéria výkonnost procesoru a operační paměť.

Pro výběr kompromisní varianty byla nejprve aplikována metoda váženého součtu, podle níž byly notebooky seřazeny od nejlepšího po nejhorší. Z nich byly vybrány dva notebooky-favority Acer Aspire 5 a HP 250 G9, které vykazovaly blízké hodnoty celkového užítku.

Tabulka 24: Notebooky seřazené podle metody váženého součtu, vlastní zpracování

Notebook	Σ užiteků	Pořadí varianty
Acer Aspire 5	0,4928	1.
HP 250 G9	0,4762	2.
ASUS VivoBook 15	0,4178	3.
Acer Extensa 15	0,3928	4.
Lenovo V15	0,3345	5.
ASUS 15 X515JA	0,3215	6.

Pro výběr nejvhodnějšího notebooku byla pak použita konjunktivní metoda, podle které byl notebook HP 250 G9 vyloučen, protože nevyhovoval mým požadavkům podle kritéria Design.

Tabulka 25: Vyloučení nevhodného notebooku konjunktivní metodou, vlastní zpracování

Notebook	Výkonnost procesoru, CPU Mark	Operační paměť, GB	Pevný disk, GB	Výdrž baterie, hodin	Design	Přítomnost HDMI	Cena, Kč
Acer Aspire 5	11.453	8	512	9,5	10	1	14.590
HP 250 G9	13.677	8	512	8,5	5	1	13.490

Nejlepším notebookem se tak stal notebook Acer Aspire 5, který jsem si už koupil a mohu pevně říci, že s jeho výběrem jsem velmi spokojen.

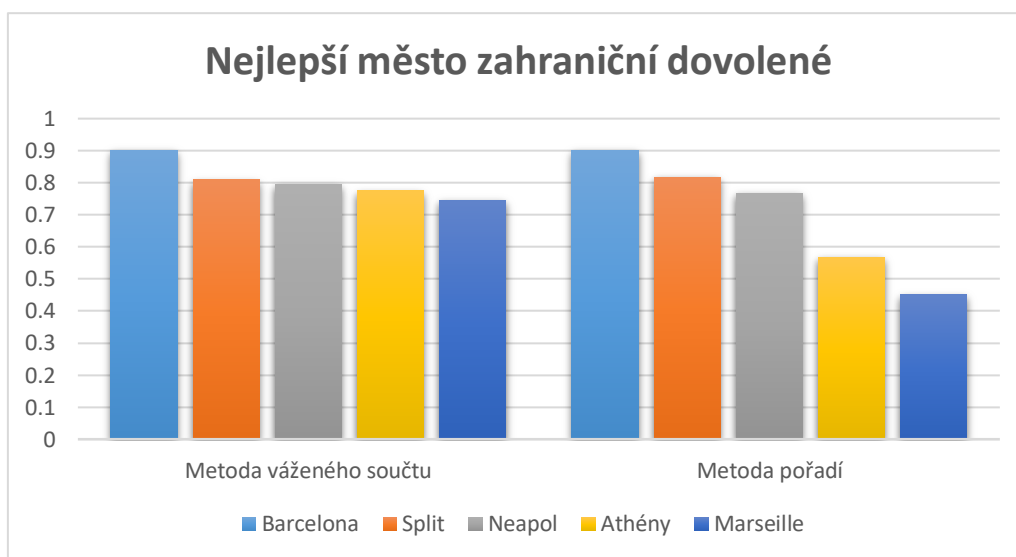
5.2 Výběr zahraniční dovolené

Situace s výběrem zahraniční dovolené byla komplikovaná tím, že účastníků výběrového procesu bylo několik, a aby bylo možné zohlednit názory všech účastníků, bylo nutné vytvoření tabulek pro hodnocení několika hodnotitelů.

Ke stanovení vah kritérií byla použita bodovací metoda, kde každý hodnotitel nezávisle udělil své hodnocení každému kritériu. Jako nejdůležitější se ukázala kritéria Kultura a zábava a Cena pobytu.

K výběru nejvhodnějšího města pro dovolenou byla nejprve použita metoda bazické varianty, podle které nejlepší ohodnocení získalo španělské město Barcelona, zatímco druhé místo zaujalo město Split v Chorvatsku. Pro ověření výsledků byla pak použita metoda pořadí, podle níž byla města uspořádána úplně stejně.

Graf 1: Znazornění výsledků metody bazické varianty a metody pořadí, vlastní zpracování



Jelikož výsledky obou použitých metod byly shodné, stačilo nám to, abychom se shodli, že nejlepším městem pro dovolenou je Barcelona.

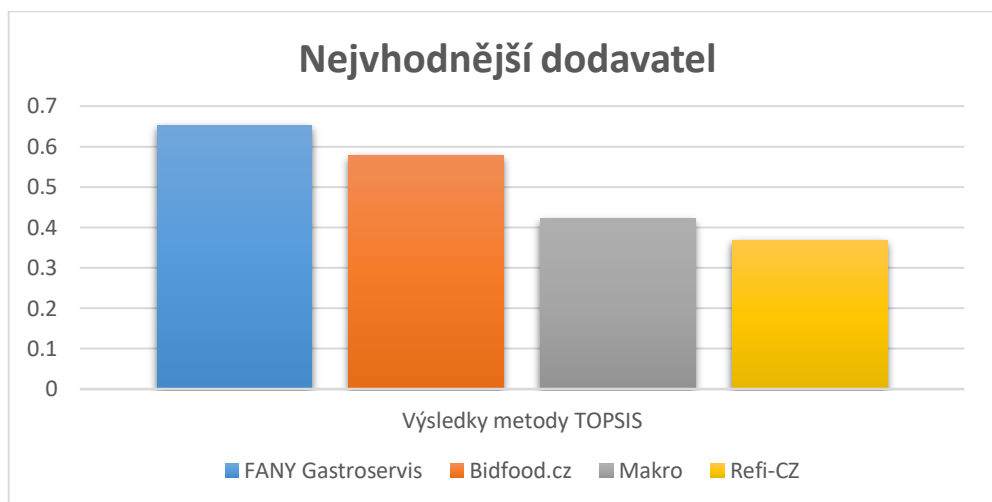
5.3 Výběr dodavatele pro kavárnu Bagel Lounge

Poslední příklad související s hledáním dodavatele pro vybranou kavárnu byl komplikován nedostatkem dostupných informací a absencí zkušeností s využíváním služeb všech dodavatelů. Tak kvůli nemožnosti posoudit kvalitu potravin a služeb jednotlivých dodavatelů nebylo kritérium Kvalita vyhodnoceno ani zohledněno. U kritéria Cena byly hodnoceny pouze cenové podmínky dodání, zatímco cena potravin u dodavatelů nebyla zohledněna kvůli neposkytnutí informací o ní.

Stanovení vah kritérií bylo provedeno Saatyho metodou, podle které bylo zjištěno, že nejdůležitějšími kritérii jsou cenové podmínky a sortiment potravin nezbytných pro provoz kavárny.

Pro výběr nejlepšího dodavatele byla použita metoda TOPSIS, zaměřující se na výpočet vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Jako nejlepší se ukázal dodavatel FANY Gastroservis, zatímco současný dodavatel kavárny Bidfood.cz skončil druhý.

Graf 2: Znázornění výsledků metody TOPSIS, vlastní zpracování



Dosažené výsledky byly pak prezentovány manažerce kavárny Darii, která se podílela na hodnocení kritérií a dodavatelů.

Navzdory širokému sortimentu a rychlému dodání dodavatele FANY Gastroservis, který je ohodnocen jako nejvhodnější, cenové podmínky pro dodání potravin jsou u tohoto dodavatele mnohem přísnější než u současného, kvůli čemuž kavárna není schopna plně nahradit současného dodavatele novým. Bylo však rozhodnuto, že služby dodavatele FANY Gastroservis mohou být použity k objednání velkých objemů potravin, zatímco současný dodavatel může být dále používán k doručování menších objednávek.

Předtím však stojí za to dozvědět se více o dalších podmínkách partnerství, které nemusí být veřejně uvedeny. Pro objektivnější posouzení je také vhodné porovnání cen potravin, které lze zjistit až po pořízení clientského účtu, což se týká i kvality potravin a služeb, kterou lze vyhodnotit pouze na základě získaných zkušeností vyplývajících ze spolupráce s dodavatelem.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce je seznámení s modely pro podporu optimálního rozhodování a jejich následné uplatnění na příkladu konkrétních situací, týkajících se výběru notebooku pro osobní užívání, výběru zahraniční dovolené a výběru dodavatele pro restauraci.

V teoretické části práce byly popsány základní principy a pojmy spojené s rozhodovacím procesem a metodami vícekritériálního rozhodování. Byly také popsány metody použité ke stanovení vah kritérií a výběru kompromisní varianty, včetně postupů jejich použití.

V praktické části práce byly popsány metody aplikovány ve zmíněných situacích. V prvním příkladě pomocí metody váženého součtu a konjunktivní metody byl pro nákup vybrán notebook Acer Aspire 5, se kterým jsem naprosto spokojen. Ve druhém příkladě, po aplikaci metody bazické varianty a metody pořadí, bylo pro zahraniční dovolenou vybráno španělské město Barcelona, kam v létě jistě pojedeme s přáteli.

V posledním příkladě, na základě několika individuálních schůzek s manažerkou kavárny, byly definovány její požadavky na vhodného dodavatele. Manažerka se také podílela na procesu hodnocení, kde hodnotila vhodnost jednotlivých dodavatelů podle některých kritérií a ohodnotila důležitosti kritérií pomocí Saatyho metody.

Po aplikaci metody TOPSIS se nejlepším dodavatelem ukázal FANY Gastroservis, který nabízí širší sortiment potravin a rychlejší doručení oproti současnému dodavateli, má však dvojnásobnou minimální výši objednávky pro doručení. Získané výsledky byly představeny manažerce kavárny. Došlo k závěru, že i když má tento dodavatel oproti současnému několik výhod, vzhledem k vyšší minimální ceně objednávky se kavárna nemůže zcela vzdát současného dodavatele ve prospěch nového. Navzdory tomu bylo navrženo využití služeb dodavatele FANY Gastroservis k uskutečnění větších objednávek, zatímco současný dodavatel může být nadále používán k dodání menších objemů potravin.

Ve všech uvedených situacích použité metody vícekritériální analýzy umožnily určit nejlepší variantu rozhodnutí a nebo alespoň vyloučit z úvahy nevhodné varianty, čímž se výrazně zúžil počet variant, které stojí za zvážení. A zatímco použité metody poskytují konečné hodnocení variant na základě provedených výpočtů, v některých případech je

vhodné zkontrolovat, aby vybraná varianta splňovala všechny požadavky potřebné k úspěšnému dosažení stanoveného cíle.

Aplikace metod vícekriteriální analýzy variant v této práci ukázala, že jsou dobrým pomocníkem při hledání řešení. Mohou být použity jak na jednoduchých příkladech, ve kterých jsme zvyklí rozhodovat pouze na základě intuice, tak na těch složitějších, kde je zapotřebí systémovější přístup k problému, aby bylo možné učinit skutečně zvážené rozhodnutí.

Závěrem lze shrnout, že metody vícekriteriální analýzy jsou dobrou podporou k nalezení vhodného řešení, nejsou však řešitelem problémů, a odpovědnost za přijaté rozhodnutí vždy zůstává na tom, kdo rozhodnutí realizuje.

7 Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje

BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA Milan a ŠUBRT Tomáš. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. ISBN 80-213-1019-7.

BROŽOVÁ, Helena, ŠUBRT Tomáš a HOUŠKA Milan. *Modely pro řízení znalostí a podporu rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. ISBN 978-80-213-1633-1.

BROŽOVÁ, Helena. *Rozhodovací modely*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. ISBN 80-213-1390-0.

FIALA, Petr, JABLONSKÝ Josef a MAŇAS Miroslav. *Vícekriteriální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994. ISBN 80-7079-748-7.

FOTR, Jíří a Lenka ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. Praha: Ekopress, 2016. ISBN 978-80-87865-33-0.

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

KAHRAMAN, Cengiz. *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments*. Springer Optimization and Its Applications. Volume 16. Springer Science + Business Media, 2008. ISBN 978-0-387-76812-0.

ŠUBRT, Tomáš a kolektiv. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

YOON, K. P., and HWANG, C.-L. *Multiple attribute decision making: An introduction*. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-104. Thousand Oaks, CA: Sage, 1995. ISBN 0-8039-5486-7.

Internetové zdroje

1000minds. *Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA/MCDM)*. © 2022 1000minds. Dostupné z: <https://www.1000minds.com/decision-making/what-is-mcdm-mcda>.

Bagel Lounge Cz. *Bagel Lounge – Síť kaváren s bagely a snídaněmi*. 2023. Dostupné z: <https://bagellounge.cz/>.

Bidfood.cz | Výrobce a distributor potravin. *Bidfood.cz – Distribuce*. [cit. 03.03.2023]. Dostupné z: <https://www.bidfood.cz/distribuce>.

Climates to Travel - world climate guide. *Climate - Europe - list of the countries*. 2023. [cit. 20.02.2023]. Dostupné z: <https://www.climatestotravel.com/continents/europe>.

CZC.cz. *ASUS VivoBook 15 (X1500, 11th gen Intel), černá*. CZC.cz - rozumíme vám i elektronice. 2023. [cit. 03.02.2023]. Dostupné z: https://www.czc.cz/asus-vivobook-15-x1500-11th-gen-intel-cerna_4/358707/produkt.

CZC.cz. *Lenovo V15 G2 ITL, černá*. CZC.cz - rozumíme vám i elektronice. 2023. [cit. 03.02.2023]. Dostupné z: https://www.czc.cz/lenovo-v15-g2-itl-cerna_11/343593/produkt.

DATART. *Notebook Acer Extensa 15 (EX215-55-379B) šedý*. DATART - Opravdový elektrospecialista. 2023. [cit. 03.02.2023]. Dostupné z: <https://www.datart.cz/notebook-acer-extensa-15-ex215-55-379b-nx-egyec-002-sedy.html>.

DATART. *Notebook HP 250 G9 (6S7A0EA#BCM) stříbrný*. DATART - Opravdový elektrospecialista. 2023. [cit. 03.02.2023]. Dostupné z: <https://www.datart.cz/notebook-hp-250-g9-6s7a0ea-bcm-stribrny.html>.

EF. *EF EPI 2022 – English Proficiency Index*. Copyright © Signum International AG 2023. [cit. 20.02.2023]. Dostupné z: <https://www.ef.com/wwen/epi/>.

Electroworld.cz. *ASUS 15 X515JA-BQ2549W šedý*. Electro World - bez starostí. 2023. [cit. 03.02.2023]. Dostupné z: <https://www.electroworld.cz/asus-15-x515ja-bq2549w-sedy>.

FANY Gastroservis. *Vše pro gastronomii - FANY Gastroservis*. Copyright © 2017 FANY Gastroservis s.r.o. [cit. 04.03.2023]. Dostupné z: <https://www.fany.cz/>.

Makro. *MAKRO DISTIBUCE*. 2023. © Makro Cash & Carry ČR s.r.o. [cit. 04.03.2023]. Dostupné z: <https://www.makro.cz/distribuce>.

MOBILEPOINT. *ACER Aspire 5 (A515-57-38WU) (NX.K2UEC.001)*. 2023. [cit. 03.02.2023]. Dostupné z: <https://www.mobilepoint-eshop.cz/acer-aspire-5--a515-57-38wu-nx-k2uec-001/>.

NUMBEO. *Europe: Cost of Living Index by City 2023*. Copyright © 2009-2023. [cit. 20.02.2023]. Dostupné z: https://www.numbeo.com/cost-of-living/rankings_by_country.jsp?title=2023®ion=150.

NUMBEO. *Europe: Crime Index by City 2023*. Copyright © 2009-2023. [cit. 20.02.2023]. Dostupné z: https://www.numbeo.com/crime/region_rankings.jsp?title=2023®ion=150.

PassMark Software - CPU Benchmark Charts. *PassMark - CPU Benchmarks - List of Benchmarked CPUs*. Copyright © 2023 PassMark® Software. [cit. 07.02.2023]. Dostupné z: https://www.cpubenchmark.net/cpu_list.php.

Refi-CZ. *Dodavatel kvalitních surovin pro gastronomii a potravinářskou výrobu*. Copyright © 2010 [cit. 04.03.2023]. Dostupné z: <http://www.refi-cz.cz/>.

Skyscanner. *Porovnejte levné lety a rezervujte si letenky kamkoliv | Skyscanner*. © Skyscanner Ltd 2002-2023. [cit. 25.02.2023]. Dostupné z: <https://www.skyscanner.cz/>.

Vrtal s.r.o. *Vrtal s.r.o. | Velkoobchod s nápoji*. Copyright © 2001 [cit. 03.03.2023]. Dostupné z: <https://vrtal.cz/>.

ZLAUGOTNE, Beate, ZIHARE Lauma, BALODE Lauma, KALNBAIŲKĪTE Antra, KHABDULLIN Aset & BLUMBERGA Dagnija. *Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison*. Environmental and Climate Technologies. 2020. [cit. 07.11.2022]. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0028>.