

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství (PEF)



Bakalářská práce

Aplikace vícekritériálního rozhodování pro firmu

Dalibor Palatka

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dalibor Palatka

Ekonomika a management

Název práce

Aplikace vícekritériálního rozhodování pro firmu

Název anglicky

Application of multicriteria decision making for an organization

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je výběr nejlepší možné varianty prostoru pro zřízení soukromé ordinace. Na základě preferenci rozhodovatele bude vhodnou metodou stanoven seznam relevantních kritérií. Vytvořený model vícekritériální analýzy variant bude použit pro výběr vhodné varianty.

Metodika

Práce bude metodicky rozdělena do dvou hlavních částí. První část bude obsahovat teoretickou rešerši zabývající se vícekritériálním rozhodováním a vysvětlením metod, které budou použity v praktické části.

Praktická část práce bude rozdělena metodicky do tří hlavních postupových kroků:

1. Fáze Intelligence obsahuje definici problému firmy, která se rozhoduje mezi čtyřmi možnými prostory s množstvím různých kritérií pro zřízení soukromé ordinace.
2. Fáze Design se zabývá tvorbou vah kritérií a početními metodami, vedoucími k výběru kompromisní varianty.
3. Fáze Choice se zabývá samotným výběrem a zhodnocením nejvhodnější varianty. V této části se dojde k hodnocení výsledného řešení.

Doporučený rozsah práce

30-40 s.

Klíčová slova

Vícekritériální rozhodování, matematický model, rozhodovací proces, investice

Doporučené zdroje informací

FIALA, Roman. Základy managementu. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2009. ISBN 978-80-87035-24-5.

FOTR, Jiří a Jiří DĚDINA. Manažerské rozhodování. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1993. ISBN isbn80-7079-939-0.

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

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 16. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Aplikace vícekriteriálního rozhodování pro firmu" 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 14. 3. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Romanu Kvasničkovi, Ph.D. za jeho ochotu a cenné rady.

Aplikace vícekriteriálního rozhodování pro firmu

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce je „Aplikace vícekriteriálního rozhodování pro firmu“. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí.

První část je zaměřena na vysvětlení a charakterizaci pojmu rozhodování a popis celého procesu, který je součástí této činnosti. Jsou zde vysvětleny pojmy důležité pro pochopení tohoto tématu. Dále je podrobněji popsána vícekriteriální analýza variant spolu s jejími jednotlivými prvky jako jsou varianty, kritéria a metody výběru kompromisních variant.

Druhá část práce je prakticky zaměřena na vyřešení problému konkrétní firmy, souvisejícího s výběrem nejvhodnějšího prostoru pro zřízení soukromé ordinace. Jsou zde popsány jednotlivé varianty výběru a kritéria jejich hodnocení. Závěrem je vyhodnocení celého procesu, vedoucího k nalezení nejvhodnější varianty prostor.

Cílem je nalezení nejlepší možné varianty, k němuž se dojde v průběhu této práce aplikací vybrané metody vícekriteriálního rozhodování a jejím praktickým využitím v podniku při daném rozhodovacím problému.

Klíčová slova: vícekriteriální rozhodování, matematický model, rozhodovací proces, kritéria, varianta, váhy kritérií, TOPSIS, Saatyho metoda, podnik

Application of multicriteria decision making for an organization

Abstract

The topic of this bachelor thesis is "Application of multi-criteria decision making for the firm". The thesis is divided into two main parts.

The first part focuses on explaining and characterizing the concept of decision making and describing the process involved. Concepts important for understanding this topic are explained. Next, multi-criteria analysis of alternatives is described in detail, along with its various elements such as variants, criteria, and methods for selecting trade-offs.

The second part of the thesis is practically focused on solving the problem of a specific company related to the selection of the most suitable space for the establishment of a private practice. The different selection options and the criteria for their evaluation are described. Finally, an evaluation of the whole process leading to finding the most suitable space option is presented.

The aim is to find the best possible option, which will be achieved in the course of this work by applying the selected multi-criteria decision-making method and its practical application in the enterprise for the given decision problem.

Keywords: multi-criteria decision making, mathematical model, decision-making process, criteria, variant, criteria weights, TOPSIS, Saaty method, organization

2	Úvod	10
3	Cíl práce a metodika.....	11
3.1	Cíl práce.....	11
3.2	Metodika.....	11
4	Teoretická východiska	12
4.1	Rozhodování	12
4.1.1	Proces rozhodování a jeho prvky.....	12
4.1.2	Riziko a rozhodování	14
4.2	Vícekriteriální analýza variant.....	15
4.2.1	Varianty a kriteriální matice	15
4.2.2	Kritéria.....	16
	Volba kritérií	17
	Dělení kritérií	17
	Preference kritérií	18
	Váhový vektor a stanovení vah kritérií.....	18
4.2.3	Metody výběru kompromisních variant	22
5	Vlastní práce	25
5.1	Popis rozhodovacího problému	25
5.2	Kritéria hodnocení.....	25
5.2.1	Nájemné s poplatky.....	26
5.2.2	Dopravní dostupnost	26
5.2.3	Plocha.....	27
5.2.4	Náklady na úpravy	27
5.2.5	Reprezentativnost budovy	27
5.3	Varianty.....	27
5.3.1	Varianta A - Štefánikova	27
5.3.2	Varianta B – Pivovarská.....	29
5.3.3	Varianta C – Klimentská	30
5.3.4	Varianta D – Koněvova	32
5.3.5	Varianta E - Kladenská	33
5.4	Stanovení vah kritérií	35
5.5	Výběr nejlepší varianty	39
6	Výsledky a diskuse.....	44
7	Závěr	45
8	Seznam použitých zdrojů	46

9	Seznam obrázků, tabulek a grafů	48
9.1	Seznam obrázků	48
9.2	Seznam tabulek	48
9.3	Seznam grafů	49

1 Úvod

Tématem bakalářské práce je „Aplikace vícekriteriálního rozhodování pro firmu“. Mnoho lidí se s rozhodováním ve svém profesním životě setkává na denní bázi. Volba finálních rozhodnutí mívá krátkodobé, ale i dlouhodobé následky. Některá ovlivňují pouze jednotlivce, ale ta důležitější například i celou pracovní skupinu. Méně významná rozhodnutí lidé činí spíše intuitivně, než aby se zamysleli a zvážili veškeré možné varianty a jejich následky. Není však výjimkou, že i zdánlivě banální volba může mít pro firmu a její zaměstnance fatální dopad. Vedoucí pracovníci, kteří rozhodnutí provádí, mají tedy velkou míru zodpovědnosti a měli by se rozhodovat racionálně. V některých případech je vhodné využít právě některé z matematických metod.

Metod určených pro racionalizaci rozhodování existuje více. Při správném zadání a postupu je možné díky nim například vybrat nejlepší variantu řešení.

V této práci je využita metoda vícekriteriální analýzy variant na příkladu z praxe. Jedná se o výběr pronájmu nejvhodnějšího prostoru pro zřízení soukromé ordinace.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je výběr nejlepší možné varianty prostoru pro zřízení soukromé ordinace s využitím modelu vícekritériální analýzy variant. Práce zahrnuje popis veškerých variant, tvorbu kritérií a jejich vah a metody výběru kompromisní varianty, spolu s dalšími kroky vedoucími k výběru nejvhodnějšího prostoru.

2.2 Metodika

Teoretická část práce je založena na odborné rešerši, zabývající se vícekritériálním rozhodováním a popsáním metod, z nichž některé jsou použity ve druhé části práce.

Praktická část práce je metodicky rozdělena do tří fází: (Zare et al., 2016)

1. Fáze Intelligence: obsahuje definici problému firmy, která se dle různých kritérií rozhoduje o pronájmu jednoho z pěti možných prostorů ke zřízení soukromé ordinace.
2. Fáze Design: zabývá se početními metodami vedoucími k výběru kompromisní varianty. Obsahuje popis souboru variant a kritérií s výpočtem jejich vah, spolu s užitím konkrétní metody vícekritériální analýzy variant vedoucím k výběru kompromisní varianty.
3. Fáze Choice: věnuje se samotnému výběru a zhodnocení vybrané varianty. V této části dochází k výslednému řešení problému.

3 Teoretická východiska

3.1 Rozhodování

Rozhodování je jedním ze základních kognitivních procesů lidského chování, podle kterého dochází k výběru jedné, nebo více možností, ze širší skupiny alternativ podle stanovených kritérií. (Wang a Ruhe, 2007) Cílem této činnosti je tedy volba nejlepšího možného východiska pro daný řešený problém.

3.1.1 Proces rozhodování a jeho prvky

Každému procesu rozhodování předchází identifikace daného problému, který je třeba řešit. Jedná se zároveň o nejdůležitější prvek celého postupu a jeho správné pochopení mnohdy značně ovlivňuje výsledné rozhodnutí. (Lunenburg, 2010)

Po vyjasnění problému se v procesu rozhodování dále setkáme s následujícími prvky: (Šubrt et al., 2011)

1. Alternativy

V každém rozhodovacím modelu volíme jednu mezi dvěma a více alternativami. Je to tedy souhrn všech možných řešení (voleb) daného případu.

2. Objekt rozhodování

Objektem je celková problémová situace, která vyžaduje rozhodování.

3. Subjekt rozhodování

Subjekt je inteligentní rozhodovatel, na kterém záleží výsledek a postup řešení problému.

4. Stav okolností

Stavy okolností jsou souborem působení neinteligentního hráče, na základě kterých rozhodovatel upřednostňuje jednotlivé alternativy. Ve většině případů rozhodování se jedná o přírodní působení, která subjekt rozhodování (tj. rozhodovatel) nemůže ovlivnit.

5. Rozhodovací kritérium

Jedná se o kritérium, které ovlivňuje volbu alternativy rozhodovatele. Jako příklad můžeme uvést výši dosažitelného zisku.

6. Výplaty alternativ

Výplatami alternativ rozumíme ohodnocení jednotlivých možných voleb, mezi kterými rozhodovatel vybírá. Výplaty mohou tedy představovat velikost užitku z daného rozhodnutí.

7. Vektor rizika

Riziko může a nemusí být při daném řešení problému známo. Jedná se o odhad, s jakou pravděpodobností nastanou jednotlivé stavy okolností.

8. Cíl rozhodování

Cílem je dosažení nejhodnější alternativy volbou rozhodovatele.

Celý proces rozhodování lze rozdělit na následujících 6 částí, přičemž může být podle potřeby libovolně opakován: (Schoenfeld, 2011)

1. Identifikace problému
2. Vytvoření alternativ
3. Hodnocení alternativ
4. Výběr alternativy
5. Implementace rozhodnutí
6. Hodnocení rozhodnutí

1. Identifikace problému

V první části se jedná především o získávání a analýzu informací, které souvisí s možným vznikem problému v budoucnosti, nebo s již existujícím, který může být indikován různými způsoby. Jedná se například o odchylky od plánů, nebo kritiku z vnějšího prostředí.

2. Vytvoření alternativ

V následující fázi je zapotřebí vyhledat alternativy, kterými se problém vyřeší. V tomto kroku dochází ke shromáždění veškerých informací potřebných k jejich stanovení. Klade se důraz také na dostatečný počet těchto alternativ.

3. Hodnocení alternativ

Ve třetí fázi se pracuje s porovnáváním stanovených alternativ. Analyzují se veškeré důsledky jejich voleb.

4. Výběr alternativy

Následujícím krokem je výběr nejpříznivější alternativy. V této fázi může docházet k eliminaci nevyhovujících variant, které nesplňují určité požadavky a k porovnávání variant přípustných. Cílem může být také jejich seřazení od nejlepší varianty po nejhorší.

5. Implementace rozhodnutí

Předposledním krokem je implementace. Jedná se o aplikaci finálního rozhodnutí v reálném světě.

6. Hodnocení rozhodnutí

V poslední fázi dochází k hodnocení alternativy, která byla vybrána pro vyřešení problému. Dochází k porovnání reálných výsledků s cíli, kterých mělo být dosaženo. (Fiala, 2009)

3.1.2 Riziko a rozhodování

Podle pravděpodobnosti nastání jednotlivých stavů okolností, tedy rizika, rozlišujeme následující případy rozhodování: (Šubrt et al., 2011)

1. Rozhodování za jistoty

Jedná se o případ, kdy můžeme počítat se stoprocentní pravděpodobností nastání daného stavu okolnosti, přičemž ostatní nastat nemohou. Pravděpodobnost jistého jevu je vždy rovna 1. S rozhodováním za jistoty pracujeme i ve vícekritériálních modelech, kdy

subjekt rozhodování (rozhodovatel) zná veškeré parametry plynoucí z hodnocení variant a kritérií.

2. Rozhodování za rizika

Při rozhodování za rizika rozhodovatel zná, nebo alespoň předpokládá pravděpodobnosti nastání všech možných stavů okolností.

3. Rozhodování za nejistoty

Rozhodovatel nezná a nemůže odhadnout pravděpodobnosti nastání jednotlivých stavů okolností. Vektor rizika tedy v takovém případě neexistuje. Jedná se o opačný případ rozhodování za jistoty. Výběr nejvhodnější alternativy se v tomto případě odvíjí od míry pesimismu nebo optimismu rozhodovatele.

3.2 Vícekriteriální analýza variant

Model vícekriteriální analýzy variant je typem vícekriteriálního rozhodování, kdy se rozhodovatel snaží najít z množiny přípustných variant jednu nejlepší, tedy optimální, vyřadit takové, které jsou neefektivní a stanovit množinu variant efektivních, seřadit varianty od nejlepší po nejhorší, nebo rozdělit varianty na přijatelné a nepřijatelné. (Zmeškal, 2009) Při vícekriteriální analýze variant je třeba pracovat s několika rozhodovacími kritérii, která se spolu neshodují a mohou být dokonce protikladná. To znamená, že varianta, která dosahuje nejlepších hodnot podle jednoho kritéria, nemusí být dobře hodnocena podle kritéria jiného. Cílem této analýzy je tedy najít kompromis mezi těmito protichůdnými kritérii. (Kampf, 2002)

3.2.1 Varianty a kriteriální matice

Variantami jsou reálné možnosti, ze kterých rozhodovatel vybírá tu nejvhodnější. (Šubrt et al., 2011) Spolu s kritérii jsou hlavními prvky vícekriteriální analýzy variant. Existují však i varianty, které mohou být hypotetické a být součástí modelu rozhodování.

- **Bazální varianta**

Jedná se o teoretickou, nebo reálnou variantu, která je složena z nejhorších hodnot všech kritérií.

- **Ideální varianta**

Ideální varianta je teoretická, nebo reálná varianta, která naopak od bazální obsahuje nejlepší ohodnocení podle všech kritérií.

Při řešení úloh a hledání optimálního řešení ve vícekritériální analýze variant se využívá tzv. kritériální matice.

Tabulka 1 - kritériální matice

	Y_1	Y_2	...	Y_k
X_1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1k}
X_2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2k}
...
X_n	y_{n1}	y_{n2}	...	y_{nk}

Zdroj: Kubišová, 2014

Y_{ij} jsou reálná čísla, kde $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, k$, jsou tzv. kritériální hodnoty varianty X_i podle kritéria Y_j . (Kubišová, 2014)

3.2.2 Kritéria

Kritériem je hledisko, podle kterého rozhodovatel usuzuje, která z variant je výhodnější než jiná a může tak dojít ke konečnému hodnocení.

„Každé vybrané kritérium slouží v rozhodovací úloze k tomu, abychom dané varianty podle něj vyhodnocovali, eventuálně porovnávali či uspořádali. Jakým způsobem budeme toto porovnávání uskutečňovat závisí na povaze každého kritéria.“ (Ramík, 1999) Jak již samotný název modelu napovídá, rozhodovatel musí brát při řešení problému v úvahu více těchto kritérií. Ta by měla splňovat následující požadavky: (Fotr et al., 2006)

1. Úplnost

Soubor kritérií musí obsahovat veškeré podstatné vlastnosti variant, podle kterých se subjekt bude rozhodovat. Neúplnost by znamenala opomenutí některých takových důležitých aspektů.

2. Operacionalita

Je třeba, aby každé kritérium bylo jednoznačně definováno a bylo měřitelné buď kvalitativně, nebo kvantitativně. Jednodušší a jasnější je však práce s kvantitativně ohodnocenými kritérii.

3. Neredundance

Každé kritérium musí být jedinečné a nesmí dojít k tomu, aby do modelu vcházelo více stejných aspektů variant, které by se překrývaly.

4. Minimální rozsah

Pro zjednodušení práce s modelem a co nejrychlejšímu dosažení výsledku by měl být počet kritérií minimální.

Jelikož jsou některé z těchto požadavků protichůdné, musí se mezi nimi dojít ke kompromisu.

Volba kritérií

Při samotné tvorbě a vzniku kritérií je důležité znát především cíle řešení problému. Není to nic složitého, protože tyto dvě složky spolu úzce souvisejí. Cíle jsou zpravidla chápány jako nejlepší hodnoty kritérií, které mohou být buď minimalizační, nebo maximalizační. Subjekt by měl být před volbou kritérií také seznámen s možnými nepříznivými dopady variant na okolí a měl by si mezi nimi vyjasnit rozdíly. (Fotr et al., 2006)

Dělení kritérií

Kritéria potřebná pro výběr nejlepší varianty můžeme dělit několika způsoby. Záleží na jejich povaze a zda je možné je kvantifikovat.

Povaha kritéria může být buď maximalizační, nebo minimalizační. Pokud jsou nejvyšší hodnoty u dané varianty považovány za nejlepší, jedná se o maximalizační kritérium. Minimalizační kritérium je přesným opakem, tedy nejnižší hodnoty jsou chápány jako ty nejvhodnější.

Pro pozdější práci s kritérii je však vhodné povahy kritérií sjednotit. Tedy pracovat buď jen s maximalizačními nebo minimalizačními. Abychom docílili převodu například

minimalizačních kritérií na maximalizační, stačí vynásobit hodnoty kritérií s minimalizační povahou číslem -1. Způsobů pro takový převod existuje ale více.

Podle kvantifikovatelnosti rozlišujeme kritéria kvalitativní a kvantitativní. Pokud jsou hodnoty variant objektivně měřitelné a lze je číselně vyjádřit, jedná se o kvantitativní kritérium. Kvalitativní kritéria bývají pouze subjektivním názorem uživatele a jsou slovně vyjádřena. (Šubrt et al., 2011)

Preference kritérií

Preference kritérií slouží v procesu vícekritériálního rozhodování k vyjádření důležitosti daného kritéria. Z velké části se jedná o subjektivní názor rozhodovatele. Existuje více způsobů, jak může být preference vyjádřena:

- **Aspirační úrovně:** Aspirační úroveň neudává přesnou důležitost kritéria, slouží pouze k vyjádření minimální hranice, které má být dosaženo, aby bylo kritérium přijatelné. Jedná se o nominální informaci.
- **Pořadí:** Metoda pořadí slouží k seřazení kritérií podle jejich důležitosti. Nelze s ní ale zjistit kolikrát je jedno kritérium důležitější nad jiným. Jedná se o ordinální informaci.
- **Váhy:** Váhy kritérií vyjadřují důležitost daného kritéria hodnotou z intervalu $< 0; 1 >$. Platí, že součet vah kritérií je roven jedné a čím vyšší hodnotu kritérium má, tím je důležitější. Jedná se o kardinální informaci.
- **Nemusí být vyjádřena:** S modelem vícekritériální analýzy variant je ale možné pracovat i v případě, že preference kritérií není žádným způsobem vyjádřena.

(Šubrt et al., 2011)

Váhový vektor a stanovení vah kritérií

Nejpřesnější metoda pro vyjádření preference je stanovení vah kritérií, jelikož nám přesně udává, kolikrát jsou daná kritéria preferována, nebo dispreferována nad jinými. Váhovým

vektorem poté nazýváme takový vektor, který tuto míru důležitosti kritérií Y_1, \dots, Y_k vyjadřuje.

$$\vec{v} = (v_1, v_2, \dots, v_k), \text{ kde } v_i > 0 \text{ pro } i = 1, 2, \dots, k \text{ a } \sum_{i=1}^k v_i = 1 \quad (1)$$

Hodnota v_i je váha i -tého kritéria. (Kubišová, 2014)

Existují jednoduché i složitější metody pro stanovení vah kritérií. Jejich náročnost se odvíjí především z hlediska času, který je třeba na získání informací od hodnotitele, ale i od složitosti samotného typu informace. (Olivková, 2011)

Je možné použít několik metod pro stanovení těchto vah. Zde jsou uvedeny některé z nich:

- **Bodová metoda**

Rozhodovatel si zvolí vlastní stupnici bodování (např. interval $\langle 1; 10 \rangle$). Podle důležitosti poté kritéria oboduje. Čím vyšší hodnotu přiřadí, tím je kritérium důležitější. (Kubišová, 2014)

- **Alokace 100 bodů**

Rozhodovatel disponuje 100 body, které rozdělí mezi kritéria podle důležitosti. (Fotr et. al., 2006)

- **Metoda pořadí**

Nejprve si rozhodovatel stanoví pořadí kritérií Y_1, \dots, Y_k od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Následně přidělí poslednímu z nich hodnotu 1 a předposlednímu o 1 vyšší. Každé další důležitější kritérium zase získává hodnoty o 1 vyšší než předchozí, přičemž nejdůležitější má hodnotu k . (Kubišová, 2014)

- **Fullerův trojúhelník**

Tato metoda využívá párové srovnání kritérií. Při porovnávání kritéria s ostatními se využívá zápis do dvou řádků. V prvním je vždy uvedeno stejné číslo. Jedná se o označení kritéria, které je porovnáváno s ostatními. Ve druhém řádku se nachází kritéria s vyššími

číselnými označeními. Není vyžadováno seřazení podle významnosti. Jednotlivé řádky jsou uspořádány pod sebou a tvoří trojúhelníkovité schéma. Rozhodovatel následně vyznačí ze všech možných různých dvojic tu důležitější. Důležitost každého kritéria je poté zobrazena hodnotou, která vyjadřuje, kolikrát bylo dané kritérium rozhodovatelem zvoleno. Výsledná váha v_i kritéria se vypočítá z následujícího vztahu, kde n_i je počet preferencí daného kritéria a N je celková suma preferencí všech kritérií. (Ramík, 1999)

$$v_i = \frac{n_i}{N} \quad (2)$$

- **Saatyho metoda**

Jedná se znovu o metodu párového srovnání s využitím tabulky. Tato metoda využívá škálu preferovanosti. Rozhodovatel do políček zapisuje hodnoty, vyjadřující kolikrát je sloupcové kritérium preferováno nad řádkovým. (Fotr et al., 2006) Nejčastější podoba této stupnice vypadá následovně: (Kubišová, 2014)

- | | |
|---|-----------------------------|
| ○ Stejně důležitá kritéria Y_i a Y_j | $s_{ij} = s_{ji} = 1,$ |
| ○ Slabě preferované kritérium Y_i nad Y_j | $s_{ij} = 3, s_{ji} = 1/3,$ |
| ○ Silně preferované kritérium Y_i nad Y_j | $s_{ij} = 5, s_{ji} = 1/5,$ |
| ○ Velmi silně preferované kritérium Y_i nad Y_j | $s_{ij} = 7, s_{ji} = 1/7,$ |
| ○ Absolutně preferované kritérium Y_i nad Y_j | $s_{ij} = 9, s_{ji} = 1/9.$ |

Y_i představuje důležitost kritéria i -tého řádku a Y_j j -tého sloupce. s_{ij} a s_{ji} představují jednotlivé hodnoty, které vzniknou párovým porovnáním. Vše se zapisuje do tzv. Saatyho matice. (Kubišová, 2014)

Tabulka 2 - Saatyho matice

	Y ₁	Y ₂	.	.	.	Y _k
Y ₁	S ₁₁	S ₁₂	.	.	.	S _{1k}
Y ₂	S ₂₁	S ₂₂	.	.	.	S _{2k}
.
.
.
Y _k	S _{k1}	S _{k2}	.	.	.	S _{kk}

Zdroj: Kubišová, 2014

Pro další práci je potřeba, aby matice byla zcela konzistentní. Problém nekonzistence nastává především u rozsáhlejších úloh, kdy může lehce nastat chyba při zadávání poměrů vah. Matice, která je dokonale konzistentní, splňuje následující vztah pro každou trojici i, j, t : (Kubišová, 2014)

$$S_{ij} = S_{ik} * S_{kj} \quad (3)$$

Konzistence vyjadřuje princip toho, že pokud je preferováno například A před B a zároveň B před C, musí v tom případě A být preferované před C. Konzistenci při řešení praktických problémů je možné vyjádřit následovně:

$$I_s = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

kde λ_{max} = maximální vlastní číslo matice,

n = počet kritérií

Tento index by měl být vždy menší než 0,1, aby matice splňovala konzistentnost. (Vlčková a Friebeľ, 2015)

Nejpoužívanější způsob pro odhad vah pro konzistentní matice je tzv. metoda logaritmických nejmenších čtverců, při které se využívá geometrický průměr řádků a samozřejmě normalizace. (Kubišová, 2014)

$$v_i' = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}} \text{ pro } i = 1, 2, \dots, k. \quad (5)$$

$$v_i = \frac{v_i'}{\sum_{i=1}^k v_i'} \text{ pro } i = 1, 2, \dots, k. \quad (6)$$

Nesmí se zapomenout, že z jednotlivých metod vždy nejdříve vzniknou nenormované váhy kritérií. Pokud máme tyto váhy srovnávat, musí být normovány tak, aby jejich součet byl roven jedné. (Fotr et al., 2006)

3.2.3 Metody výběru kompromisních variant

Existuje více metod, které lze pro výběr kompromisní varianty použít. Každá z nich má svůj specifický postup řešení problému, podle kterého je možné dojít k výsledku. Může se dokonce stát, že při použití různých metod rozhodovatel nedojde ke stejnému konečnému výsledku, přestože vstupní data by byla u všech stejná. (Zlaugotne et al., 2020)

Metody lze rozdělit na skupiny podle toho, jaký typ informace pro svůj postup vyžadují. Mezi ty, které žádnou informaci o preferencích kritérií nepotřebují, patří metoda bodovací a metoda pořadí. S potřebou znalosti aspiračních úrovní kritérií se setkáme v konjunktivní a disjunktivní metodě výběru kompromisní varianty. Mezi metody, které zase vyžadují informaci ordinální, patří například lexikografická metoda. (Šubrt et al., 2011)

Nejpoužívanějšími metodami pro výběr kompromisní varianty jsou takové, které využívají kardinální informaci o preferencích daných kritérií. Tyto metody jsou nejpřesnější, ale zároveň časově nejnáročnější.

Těchto metod existuje mnoho. Jako nejznámější lze uvést Metodu váženého součtu, ELECTRE, TOPSIS (Technique for Order of Preference by similarity to Ideal Solution), PROMETHEE, VIKOR, AHP (The Analytic Hierarchy Process), MAUT (The Multi-Attribute Utility Theory). (Kumar et al., 2017)

Mezi ty jednodušší a v praxi oblíbené patří následující: (Kubišová, 2014)

- **Metoda váženého součtu**

Při použití této metody je zapotřebí zavést funkci užitku y_{ij}' varianty podle všech kritérií. Rozlišujeme, zda se jedná o užitek varianty X_i podle maximalizačního nebo minimalizačního kritéria Y_j . Na základě toho volíme jeden ze dvou následujících vzorců:

$$y_{ij}' = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (7)$$

$$y_{ij}' = \frac{H_j - y_{ij}}{H_j - D_j} \quad (8)$$

kde D_j představuje nejnižší hodnotu kritéria a H_j tu nejvyšší.

První uvedený vzorec se využije při hodnocení podle maximalizačního a druhý podle minimalizačního kritéria.

Celkový užitek varianty, a tedy pro rozhodovatele nejdůležitější hodnotu, získáme váženým součtem jednotlivých užiteků varianty podle daných kritérií. (Kubišová, 2014)

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k y_{ij}' * v_j \quad (9)$$

- **Metoda TOPSIS**

Metodou TOPSIS hledáme nejlepší variantu z hlediska vzdálenosti od bazální a ideální varianty. Je zapotřebí postupovat podle jednotlivých kroků: (Šubrt et al., 2011)

1. Konstrukce normalizované kritériální matice $R = (r_{ij})$ podle vzorce:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad (10)$$

2. Tvorba normalizované vážené kritériální matice $W = (w_{ij})$ ze vztahu:

$$W_{ij} = v_j * r_{ij} \quad (11)$$

Z matice W zjistíme ideální variantu H s ohodnocením (h_1, \dots, h_m) a bazální variantu D (d_1, \dots, d_m) .

3. Výpočet vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty podle vzorců:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2} \quad (12)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2} \quad (13)$$

kdy výše postavený vzorec představuje výpočet vzdálenosti od ideální varianty a níže postavený od varianty bazální.

Hlavním kritériem, na kterém záleží pozdější pořadí alternativ, je právě tato vzdálenost od ideální, či bazální varianty. (Vavrek, 2017)

Varianty s vyšší vzdáleností od bazální varianty jsou považovány za lepší, než ty s kratší. A naopak čím jsou varianty blíže té ideální, jsou lépe hodnoceny než ty, které vykazují vzdálenost větší.

4. Výpočet relativních ukazatelů vzdáleností variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (14)$$

Varianta s nejvyšší hodnotou c_i je v tomto případě považována za nejlepší.

- **Metoda AHP**

Metoda AHP je nejpoužívanější metodou výběru kompromisních variant. (Kubišová, 2014) Spočívá v rozkladu složitého problému na části, které jsou hierarchicky uspořádané, a tím jej zjednodušuje. Tyto jednotlivé prvky hierarchické struktury jsou zpravidla: cíl (nejvyšší úroveň), kritéria (2. nižší úroveň), varianty (nejnižší úroveň). Na každé z uvedených úrovní se poté provede Saatyho metoda párového porovnání, čímž se zjistí jejich důležitost. Poté se rozhodovatel zaměří na syntézu a výběr nejvhodnější varianty. (Šubrt et al., 2011) Za nejlepší variantu je považována ta s nejvyšší syntetickou váhou.

4 Vlastní práce

V praktické části práce jsou využity informace z předchozí teoretické rešerše. Je zaměřena především na využití vícekritériálního modelu výběru variant TOPSIS při řešení problému firmy, se kterým jsem se setkal v mé vlastní praxi. Saatyho metoda je další aplikovanou metodou v procesu výběru varianty, která slouží pro stanovení vah kritérií. Nedílnou součástí je samozřejmě i podrobný popis samotných variant a kritérií. V závěru práce dojde k výběru a hodnocení vybrané varianty.

4.1 Popis rozhodovacího problému

Práce se zabývá problémem jednatele společnosti, který se rozhoduje o pronájmu jednoho z pěti prostorů. Vybraná varianta má později sloužit k poskytování vlastních lékařských služeb. Nabídky prostorů byly inzerovány na začátku roku 2022 na internetovém portálu sreality.cz a byly ověřeny zaměstnancem společnosti, který se osobně přesvědčil o pravdivosti a úplnosti inzerovaných nabídek. Všech pět prostorů bylo uznáno vedením společnosti jako vyhovující. Zapotřebí je však vybrat pouze jeden, který bude optimální z hlediska předem stanovených kritérií. Mezi další účastníky procesu výběru nejlepšího prostoru patří dva experti - manažeři projektu pověřeni jednatelem společnosti. Právě na nich záleží důležitá rozhodnutí při procesu řešení celého rozhodovacího problému.

4.2 Kritéria hodnocení

Při výběru první části kritérií se vycházelo z objektivních informací, které byly dostupné již v samotných inzerovaných nabídkách jednotlivých prostor na internetovém portálu. Jedná se o měsíční nájemné včetně veškerých poplatků, dopravní dostupnost a užitnou plochu. Kritéria mají kvantitativní povahu, jelikož jsou známy jejich přesné hodnoty u jednotlivých variant. Další informace o prostorech vycházejí ze subjektivního názoru zaměstnance společnosti, který se účastnil osobních prohlídek. Kritéria jsou zprvu kvalitativně ohodnocena, ale později dochází k jejich kvantifikaci použitím bodové stupnice (viz tabulka 18 a 19). Z tohoto pohledu je hodnocena reprezentativnost budovy, ve které se prostor nachází. Především se jedná o její vnější stav. Posledním kritériem je hrubý odhad

potřebného času a finančních nákladů pro přípravu prostoru k provozu činnosti. Těchto pět hlavních kritérií je v následující části práce podrobněji popsáno.

4.2.1 Nájemné s poplatky

Kritérium Nájemné s poplatky má povahu minimalizační. Představuje měsíční náklady společnosti za využívání daných prostor bez DPH včetně energií a služeb. Jedná se o kvantitativní kritérium. Ceny odpovídají situaci na trhu v roce 2022.

4.2.2 Dopravní dostupnost

Dopravní dostupnost je název pro skupinu kvantitativně vyjádřených kritérií s maximalizační povahou. Vyjadřuje strategické umístění prostoru a přístupnost potenciálním klientům. V tomto hlavním kritériu je obsažena vzdálenost od centra, dostupnost MHD a možnost parkování zdarma v blízkosti prostoru. Všechna tato kritéria jsou stejně důležitá a bodově ohodnocena na stupnici 0 až 3. Výsledné hodnocení kritéria Dopravní dostupnost je poté tvořeno součtem těchto bodů na stupnici 0 až 9 a má také maximalizační povahu. Způsob bodového hodnocení je uveden v tabulce 3.

Tabulka 3 - způsob hodnocení dopravní dostupnosti

Dostupnost MHD		Parkování zdarma		Vzdálenost od centra	
Počet dostupných typů MHD	Bodové ohodnocení	Počet parkovacích míst	Bodové ohodnocení	Počet km od centra	Bodové ohodnocení
1	1	1-3	1	2 a více	1
2	2	4-6	2	0-2	2
3	3	7 a více	3	0	3

Zdroj: vlastní zpracování

Pozn.: Omezená doba parkování zdarma (1 hodina) snižuje bodové hodnocení počtu míst o 33,3%, jelikož očekávaná doba strávená klientem v ordinaci je 90 minut.

4.2.3 Plocha

Jedná se o kvantitativní kritérium s maximalizační povahou, které představuje užitnou plochu pro provoz lékařských služeb. Jednotkami jsou m².

4.2.4 Náklady na úpravy

Kritérium je kvalitativně vyjádřeno z důvodu hrubého odhadu počátečních finančních nákladů a času, které budou třeba pro nutné úpravy prostor z důvodu povolení k rekolaudaci na lékařské zařízení a dalších požadavků na přání jednatele. V pozdější části práce dochází k převodu kvalitativního vyjádření hodnocení na kvantitativní pomocí bodové stupnice. Kritérium je minimalizační.

4.2.5 Reprezentativnost budovy

Jedná se o kvalitativní kritérium. Vyjadřuje stav a vzhled budovy, ve které se prostor nachází. O vnější i vnitřní stav budovy musí být dobře pečováno. Později je kvalitativní vyjádření převedeno na kvantitativní bodové ohodnocení. Kritérium má maximalizační povahu.

4.3 Varianty

4.3.1 Varianta A - Štefánikova

První prostor se nachází v ulici Štefánikova na Praze 5. Rozloha je 160 m². Měsíční nájemné činí 64 000 Kč a poplatky 11 200 Kč. Časové a finanční náklady do úprav nejsou žádné. Prostor může být pro svůj účel využíván okamžitě díky dokončené kolaudaci na lékařské zařízení. Dopravní dostupnost je hodnocena celkem 7 body. Popis výsledného hodnocení je uveden v tabulce 5. Pro dopravu lze využít metro, tramvaj i autobus. Parkování zdarma v blízkosti prostoru je možné jedině v obchodním centru, ale pouze na omezenou dobu jedné hodiny. Předpokládá se však velké množství parkovacích míst k dispozici. Budova působí velice reprezentativně. Přibližná poloha a vzdálenost od centra města je zobrazena na obrázku 1.

Pro přehlednost byla vytvořena tabulka 4, obsahující veškeré hodnoty kritérií této varianty.

Tabulka 4 - hodnoty kritérií varianty A

Tabulka hodnot kritérií (varianta A)	
Nájemné s poplatky	75 200 Kč
Dopravní dostupnost	7
Plocha	160 m ²
Náklady na úpravy	žádné nebo nízké
Reprezentativnost budovy	velice reprezentativní

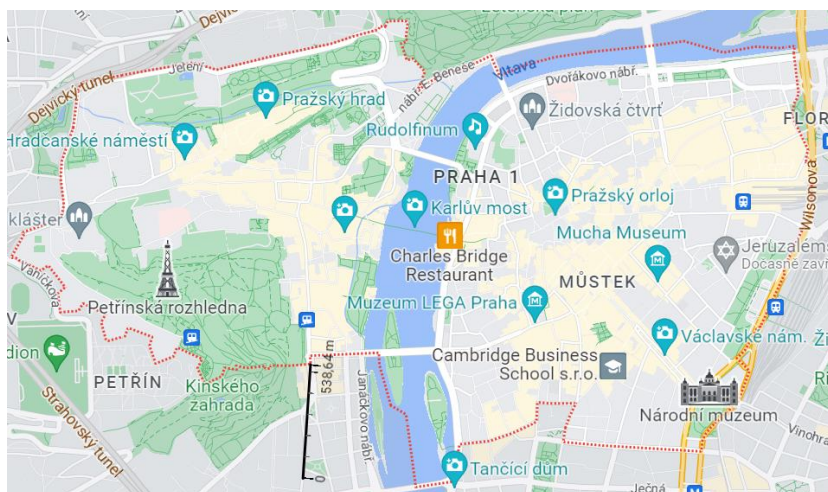
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 5 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty A

	Možnost využití MHD	Parkování zdarma	Vzdálenost od centra
Počet bodů	3	2	2
Celkem	7		

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 1 - poloha varianty A



Zdroj: Google.com -

<https://www.google.com/maps/place/Praha+1/@50.0855107,14.3937383,14z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x470b94e91381d33f:0x2600af105c240cf2!8m2!3d50.0887101!4d14.4155981!16zL20vMDZ3Mnk3>

4.3.2 Varianta B – Pivovarská

Prostor v ulici Pivovarská na Praze 5 má rozlohu 139 m². Nájem činí 54 900 Kč / měsíc včetně poplatků. Dopravní dostupnost je hodnocena 7 body. Popis hodnocení je uveden v tabulce 7. V blízkosti se nachází stanice metra, zastávky tramvají i autobusů. Parkování zdarma je možné v blízkém obchodním centru po dobu jedné hodiny. Opět se předpokládá velký počet parkovacích míst k dispozici. Budova, ve které se prostor nachází, působí podle názoru pověřeného zaměstnance velice reprezentativně. Přibližná poloha prostoru je zobrazena na obrázku 2. Je třeba počítat s přepažením místností, ale další náklady do úprav prostoru nejsou nutné. Nevýhodou je nedokončená rekolaudace na lékařské zařízení. Hodnoty kritérií varianty B jsou uvedeny v následující tabulce 6.

Tabulka 6 - hodnoty kritérií varianty B

Tabulka hodnot kritérií (varianta B)	
Nájemné s poplatky	54 900 Kč
Dopravní dostupnost	7
Plocha	139 m ²
Náklady na úpravy	střední
Reprezentativnost budovy	velice reprezentativní

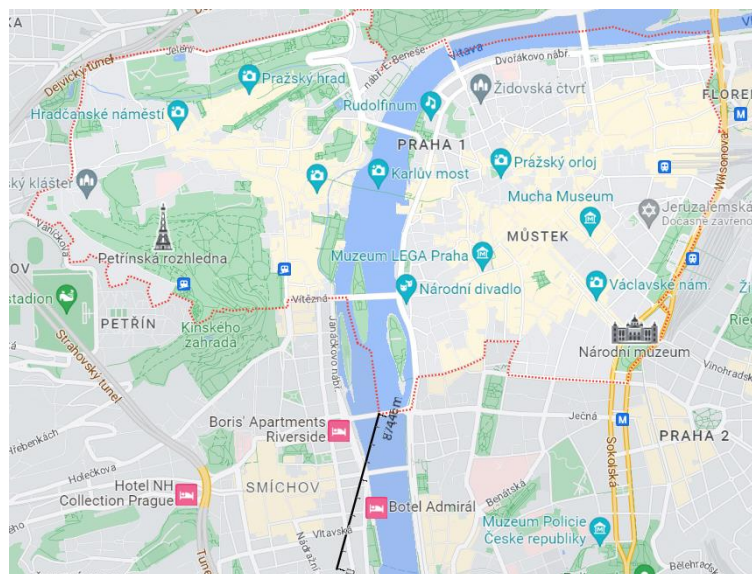
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 7 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty B

	Možnost využití MHD	Parkování zdarma	Vzdálenost od centra
Počet bodů	3	2	2
Celkem	7		

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 2 - poloha varianty B



Zdroj: Google.com -

<https://www.google.com/maps/place/Praha+1/@50.0855107,14.3937383,14z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x470b94e91381d33f:0x2600af105c240cf2!8m2!3d50.0887101!4d14.4155981!16zL20vMDZ3Mnk3>

4.3.3 Varianta C – Klimentská

Další prostor se nachází v ulici Klimentská na Praze 1. Rozloha je 174 m². Měsíční nájemné činí 34 800 Kč a poplatky 21 750 Kč. Budova byla subjektivním názorem zaměstnance ohodnocena jako reprezentativní. V prostoru je zapotřebí zajistit výměnu podlahy, což zvyšuje počáteční náklady a časově oddaluje možnosti jeho využívání. Potřeba rekolaudace prostoru na lékařské zařízení čas také navyšuje. V blízkosti se nachází stanice metra a je možné využít i dopravu tramvají a autobusů. Je možné parkovat pouze v přilehlých ulicích za poplatek. Přibližná poloha prostoru je zobrazena na obrázku 3.

Výsledné hodnocení dopravní dostupnosti je 6 bodů (viz. tabulka 9). Tabulka 8 shrnuje veškeré výše uvedené informace k variantě C.

Tabulka 8 - hodnoty kritérií varianty C

Tabulka hodnot kritérií (varianta C)	
Nájemné s poplatky	56 550 Kč
Dopravní dostupnost	6
Plocha	174 m ²
Náklady na úpravy	střední až vysoké
Reprezentativnost budovy	reprezentativní

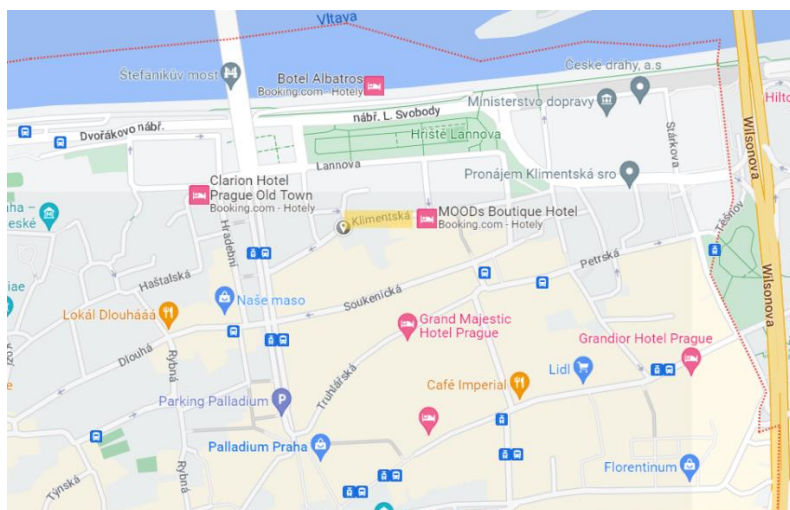
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 9 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty C

	Možnost využití MHD	Parkování zdarma	Vzdálenost od centra
Počet bodů	3		3
Celkem	6		

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 3 - poloha varianty C



Zdroj: Google.com -

<https://www.google.com/maps/place/Praha+1/@50.0855107,14.3937383,14z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x470b94e91381d33f:0x2600af105c240cf2!8m2!3d50.0887101!4d14.4155981!16zL20vMDZ3Mnk3>

4.3.4 Varianta D – Koněvova

Prostor v ulici Koněvova na Praze 3 má rozlohu 71 m². Nájemné činí 23 000 Kč / měsíc včetně poplatků. V blízkosti se nachází pouze tramvajové a autobusové stanice, nikoli stanice metra. Prostor leží dále od centra, což je vidět na obrázku 4, kde je jeho přibližná poloha zobrazena. Parkování zdarma je možné přímo v areálu, ale pouze pro 5 vozů. Celková dopravní dostupnost je ohodnocena 5 body (tabulka 11). Budova nepůsobí příliš reprezentativním dojmem. Bude třeba drobných nákladů na úpravy prostoru a rekolaudace na lékařské zařízení. Stejně jako u předchozích variant byla vytvořena přehledná tabulka 10 s veškerými údaji.

Tabulka 10 - hodnoty kritérií varianty D

Tabulka hodnot kritérií (varianta D)	
Nájemné s poplatky	23 000 Kč
Dopravní dostupnost	5
Plocha	71 m ²
Náklady na úpravy	střední
Reprezentativnost budovy	málo reprezentativní

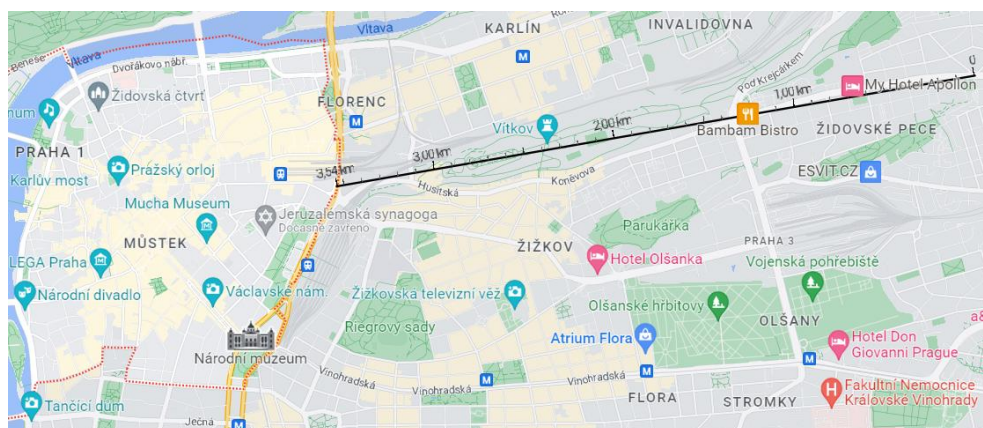
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 11 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty D

	Možnost využití MHD	Parkování zdarma	Vzdálenost od centra
Počet bodů	2	2	1
Celkem	5		

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 4 - poloha varianty D



Zdroj: Google.com -

<https://www.google.com/maps/place/Praha+1/@50.0855107,14.3937383,14z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x470b94e91381d33f:0x2600af105c240cf2!8m2!3d50.0887101!4d14.4155981!16zL20vMDZ3Mnk3>

4.3.5 Varianta E - Kladenská

Poslední z prostor se nachází v Kladenské ulici na Praze 6. Nájem činí 47 625 Kč / měsíc včetně poplatků. Rozloha je 177 m². Budova působí reprezentativně. Přestože se prostor nachází dále od centra, dopravní dostupnost je hodnocena 7 body (tabulka 13). V blízkosti prostoru se nachází stanice metra, tramvaje i autobusu. K dispozici je téměř neomezený počet parkovacích míst zdarma, což je ve srovnání s ostatními prostory velkou výhodou. Přibližná poloha a vzdálenost varianty E od centra města je zobrazena na obrázku 5. Stejně jako u varianty C bude zapotřebí vyměnit podlahu, navíc i přepažit jednu místnost. Počáteční náklady do předělávek budou tedy vyšší. Prostor není zkolaudován na lékařské zařízení. Tabulka 12 s uvedenými hodnotami všech kritérií pro tuto variantu je uvedena níže.

Tabulka 12 - hodnoty kritérií varianty E

Tabulka hodnot kritérií (varianta E)	
Nájemné s poplatky	47 625 Kč
Dopravní dostupnost	7
Plocha	177 m ²
Náklady na úpravy	vyšší
Reprezentativnost budovy	reprezentativní

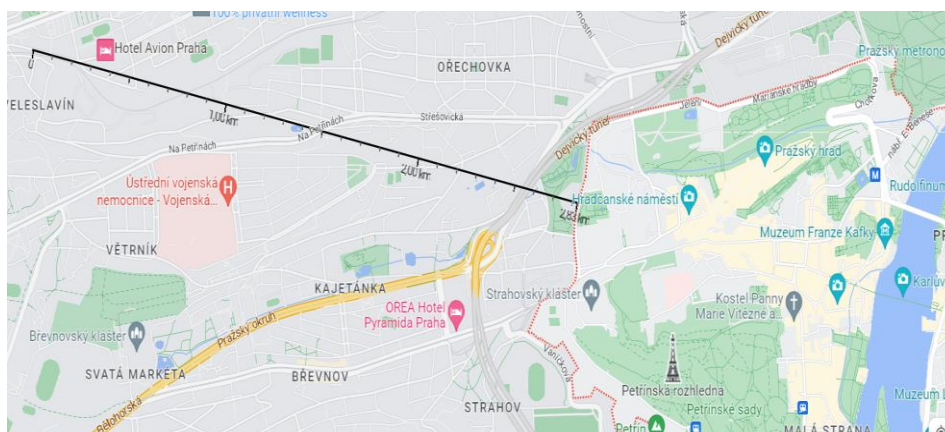
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 13 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty E

	Možnost využití MHD	Parkování zdarma	Vzdálenost od centra
Počet bodů	3	3	1
Celkem	7		

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 5 - poloha varianty E



Zdroj: Google.com -

<https://www.google.com/maps/place/Praha+1/@50.0855107,14.3937383,14z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x470b94e91381d33f:0x2600af105c240cf2!8m2!3d50.0887101!4d14.4155981!16zL20vMDZ3Mnk3>

4.4 Stanovení vah kritérií

Pro lepší přehlednost získaných informací slouží kritériální matice (viz tabulka 14), shrnující všechny získané informace o kritériích a všech jednotlivých variantách.

Tabulka 14 - kritériální matice

		Kritéria				
Varianty		Nájemné s poplatky	Dopravní dostupnost	Plocha	Náklady na úpravy	Reprezentativnost
	Varinata A	75 200 Kč	7	160 m ²	žádné nebo nízké	velice reprezentativní
	Varinata B	54 900 Kč	7	139 m ²	střední	velice reprezentativní
	Variant A C	56 550 Kč	6	174 m ²	střední až vysoké	reprezentativní
	Variant A D	23 000 Kč	5	71 m ²	střední	málo reprezentativní
	Variant A E	47 625 Kč	7	177 m ²	vysoké	reprezentativní

Zdroj: vlastní zpracování

Pro stanovení vah kritérií, byla v následujícím kroku použita Saatyho metoda párového porovnání. Na tvorbě preferencí kritérií pracovali dva experti s různými názory na důležitost jednotlivých kritérií. Hodnotilo se podle doporučené Saatyho stupnice (viz kapitola 3.2.2). K výpočtu geometrických průměrů byl využit vztah (5) (viz teoretická část) a pro jejich normalizaci vztah (6) (viz teoretická část). Výsledkem jsou tedy dvě různé matice párového porovnání jednotlivých kritérií.

Tabulka 15 - Saatyho matice podle experta 1

Kritéria	Nájemné s poplatky	Dopravní dostupnost	Plocha	Náklady na úpravy	Reprezentativnost	Geometrický průměr	Váhy
Nájemné s poplatky	1,00	3,00	1,00	5,00	4,00	2,26793316	0,354397
Dopravní dostupnost	0,33	1,00	0,33	3,00	2,00	0,92210791	0,144092
Plocha	1,00	3,00	1,00	5,00	4,00	2,26793316	0,354397
Náklady na úpravy	0,20	0,33	0,20	1,00	0,50	0,36709777	0,057364
Reprezentativnost	0,25	0,50	0,25	2,00	1,00	0,57434918	0,08975
					Celkem	6,39942117	1

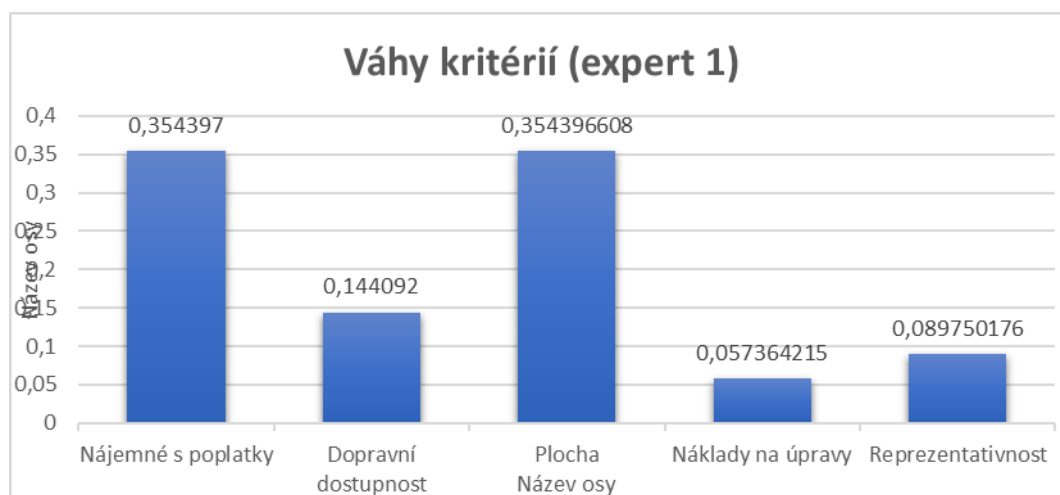
Zdroj: vlastní zpracování

Podle experta 1 mají největší váhu kritéria Nájemné s poplatky a Plocha. Tato kritéria jsou podle něj stejně důležitá. Po těchto kritériích se jeví jako významné i kritérium Dopravní

dostupnost, přestože není ani z poloviny tak důležité, jako kritéria předchozí. Nejméně významnými kritérii jsou poté Reprezentativnost a Náklady na úpravy.

Výsledky vah kritérií podle experta 1 jsou zpracovány do následujícího grafu.

Graf 1 - váhy kritérií podle experta 1



Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 16 - Saatyho matice podle experta 2

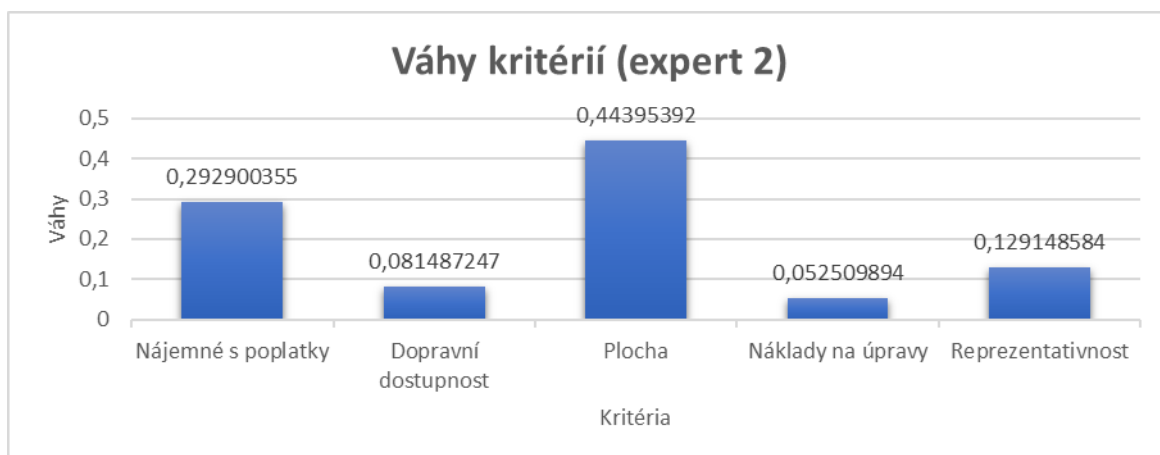
Kritéria	Nájemné s poplatky	Dopravní dostupnost	Plocha	Náklady na úpravy	Reprezentativnost	Geometrický průměr	Váhy
Nájemné s poplatky	1,00	4,00	0,50	5,00	3,00	1,97435049	0,2929
Dopravní dostupnost	0,25	1,00	0,20	2,00	0,50	0,54928027	0,081487
Plocha	2,00	5,00	1,00	6,00	4,00	2,99255574	0,443954
Náklady na úpravy	0,20	0,50	0,17	1,00	0,33	0,35395292	0,05251
Reprezentativnost	0,33	2,00	0,25	3,00	1,00	0,87055056	0,129149
					Celkem	6,74068998	1

Zdroj: vlastní zpracování

Expert 2 považuje za nejdůležitější kritérium Plocha. Druhým kritériem v pořadí důležitosti je Nájemné s poplatky. Jako třetí nejdůležitější se podle tohoto modelu umístilo kritérium Reprezentativnost. Dalším v pořadí je kritérium Dopravní dostupnost. V pořadí jako poslední tedy vychází opět kritérium Náklady na úpravy.

Graf zobrazující váhy kritérií podle experta 2 je zobrazen níže.

Graf 2 - váhy kritérií podle experta 2



Zdroj: vlastní zpracování

Jelikož se preference expertů liší, v dalším kroku je zapotřebí dojít ke kompromisu. Názory obou expertů jsou rovnocenné. K finálním vahám se tedy dojde tak, že všechny váhy u obou expertů jsou vyděleny číslem 2 a následně sečteny váhy stejných kritérií dohromady. Po tomto procesu vznikají finální váhy kritérií, které vyjadřují kompromisní preference obou expertů.

Tabulka 17 - matice s finálními vahami kritérií

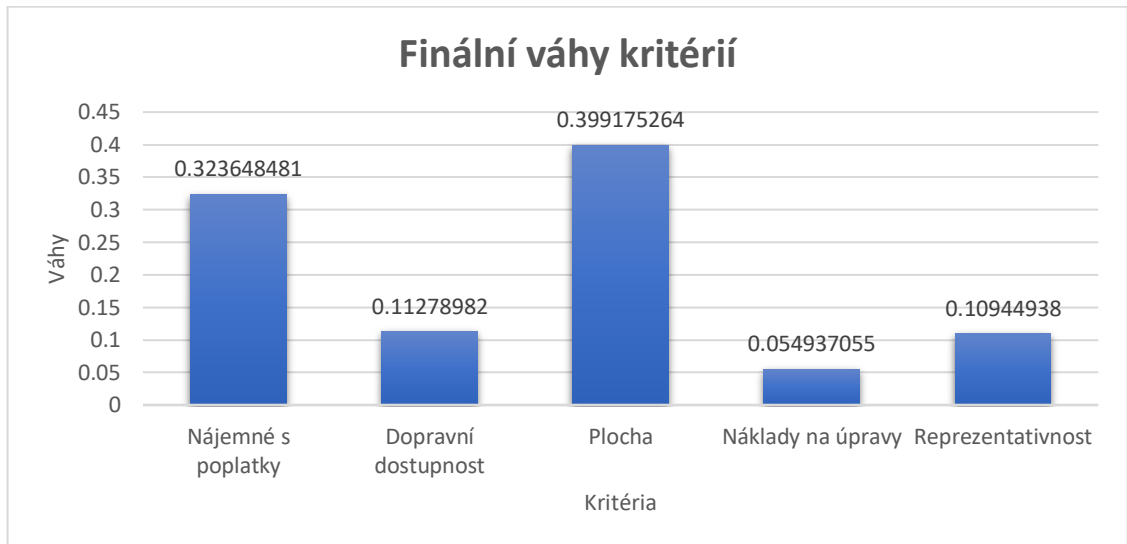
	Váhy podle manažera 1	Váhy podle manažera 2	Celkem
Nájemné s poplatky	0,177198304	0,14645018	0,323648
Dopravní dostupnost	0,072046197	0,04074362	0,11279
Plocha	0,177198304	0,22197696	0,399175
Náklady na úpravy	0,028682107	0,02625495	0,054937
Reprezentativnost	0,044875088	0,06457429	0,109449
		Celkem	1

Zdroj: vlastní zpracování

Po spojení názorů obou expertů na preference kritérií, se dochází k závěru, že nejdůležitějším kritériem pro výběr prostoru je Plocha, následně Nájemné s poplatky.

Na třetím místě v pořadí důležitosti je kritérium Dopravní dostupnost a těsně za ním se nachází Reprezentativnost. Nejméně důležitým kritériem zůstává Náklady na úpravy.

Graf 3 - finální váhy kritérií



Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Výběr nejlepší varianty

Pro výběr nejlepší varianty byla zvolena metoda TOPSIS, založena na porovnání vzdáleností jednotlivých variant od bazální a ideální. Vychází se z již vytvořené kritériální matice (tabulka 14), kde dochází jen ke změně kvalitativních vyjádření preferencí na kvantitativní. V následujících tabulkách 18 a 19 je tento převod zobrazen.

Tabulka 18 - převod kritéria Náklady na úpravy

Kvalitativní vyjádření	Kvantitativní vyjádření
žádné nebo nízké	1
střední	3
střední až vysoké	5
vysoké	7

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 19 - převod kritéria Reprezentativnost

Kvalitativní vyjádření	Kvantitativní vyjádření
velice reprezentativní	5
reprezentativní	3
málo reprezentativní	1

Zdroj: vlastní zpracování

Po převodu kvalitativních kritérií na kvantitativní získáváme upravenou původní kritériální matici (tabulka 20).

Tabulka 20 - kritériální matice (upravená)

		Kritéria				
Varianty		Nájemné s poplatky	Dopravní dostupnost	Plocha	Náklady na úpravy	Reprezentativnost
	Varinata A	75 200 Kč	7	160 m ²	1	5
	Varinata B	54 900 Kč	7	139 m ²	3	5
	Varianta C	56 550 Kč	6	174 m ²	5	3
	Varianta D	23 000 Kč	5	71 m ²	3	1
	Varianta E	47 625 Kč	7	177 m ²	7	3
	váhy	0,323648	0,11279	0,399175	0,054937	0,109449
	povaha	min	max	max	min	max

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je patrné, které varianty prostorů dominují, nebo naopak zaostávají v jednotlivých kritériích za ostatními variantami. Nejlépe hodnocené kritérium Nájemné s poplatky má jednoznačně varianta D, na druhou stranu dosahuje nejhorších hodnot u kritérií Plocha a Reprezentativnost. Nejdražším, a tedy i nejhůře hodnoceným prostorem z hlediska kritéria Nájemné s poplatky, je varianta A. Kritérium Dopravní dostupnost je nejlépe hodnocené u variant A, B a E. Varianta D má naopak dopravní dostupnost nejsložitější. Z hlediska plochy dominuje varianta E se svými 177 m². Náklady na úpravy jsou nejméně významným kritériem, nicméně nejlépe je na tom z tohoto hlediska varianta A. Uvést do provozu variantu E bude zase naopak nejsložitější a nejdražší. Z hlediska stavu budovy, ve které se prostor nachází, dominují varianty A a B.

Upravenou matici je v dalším kroku třeba normalizovat podle vztahu (10). Po provedení vznikne normalizovaná kritériální matice R.

Tabulka 21 - normalizovaná kritériální matice R

	Nájemné s poplatky	Dopravní dostupnost	Plocha	Náklady na úpravy	Reprezentativnost
Varinata A	0,620998049	0,485362672	0,4790183	0,103695169	0,601929265
Varinata B	0,453361608	0,485362672	0,416147148	0,311085508	0,601929265
Varianta C	0,46698723	0,416025147	0,520932401	0,518475847	0,361157559
Varianta D	0,189932914	0,346687623	0,212564371	0,311085508	0,120385853
Varianta E	0,393285001	0,485362672	0,529913994	0,725866186	0,361157559

Zdroj: vlastní zpracování

Následně jsou veškeré prvky matice R vynásobeny příslušnými vahami kritérií. Při výpočtech se vychází ze vztahu (11).

Výsledkem procesu je nově vzniklá normalizovaná vážená kritériální matice W.

Tabulka 22 - normalizovaná vážená kritériální matice W

	Nájemné s poplatky	Dopravní dostupnost	Plocha	Náklady na úpravy	Reprezentativnost
Varinata A	0,200984777	0,054744056	0,19121213	0,005696702	0,065880556
Varinata B	0,146729578	0,054744056	0,166115538	0,017090105	0,065880556
Varianta C	0,151139483	0,046923476	0,207943191	0,028483508	0,039528334
Varianta D	0,061471408	0,039102897	0,084850383	0,017090105	0,013176111
Varianta E	0,127285904	0,054744056	0,211528419	0,039876911	0,039528334

Zdroj: vlastní zpracování

Jelikož je metoda TOPSIS založena na principu hledání nejlepší varianty nejvzdálenější od bazální a nejbližší od ideální, v dalším kroku je zapotřebí tyto dvě teoretické alternativy stanovit. K tomu je využita právě normalizovaná vážená kritériální matice W (viz tabulka 22).

Ideální varianta H by měla nejnížší možné nájemné s poplatky, nevyšší ohodnocení dopravní dostupnosti, největší užitnou plochu, nejnížší náklady na úpravy a nejvíce body ohodnocenou reprezentativnost. S využitím hodnot z matice W se taková varianta zapíše následovně:

$$H = (0,061471408; 0,054744056; 0,211528419; 0,005696702; 0,065880556)$$

Jedná se o postupně vypsané nejlepší hodnoty jednotlivých kritérií ze stanovených variant. Z dostupných variant tedy budeme hledat takovou, která se se svými hodnotami nejvíce blíží právě této ideální variantě H.

Přesným opakem ideální varianty je varianta bazální. Opět se jedná jen o teoretickou alternativu, od které by se měl prostor v jednotlivých hodnotách kritérií co nejvíce lišit. Při výběru nejhorších možných hodnot kritérií z matice W tedy vzniká bazální varianta D, kterou lze zapsat takto:

$$D = (0,200984777; 0,039102897; 0,084850383; 0,039876911; 0,013176111)$$

V dalším kroku dochází k výpočtu vzdálenosti variant od ideální varianty d_i^+ a od bazální varianty d_i^- . Vychází se ze vztahů (12) a (13) (viz teoretická část).

Pro přehlednost jsou vzdálenosti od ideální a bazální varianty zaznamenány v následující tabulce. V levém sloupci se nachází vzdálenosti jednotlivých variant od ideální varianty H. V pravém sloupci jsou naopak uvedeny hodnoty vzdáleností těchto variant od bazální.

Tabulka 23 - vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty

	d_i^+	d_i^-
Varinata A	0,140984864	0,124513101
Varinata B	0,09726816	0,114408457
Varianta C	0,096581868	0,136094833
Varianta D	0,1385624	0,141362013
Varianta E	0,078703711	0,149726197

Zdroj: vlastní zpracování

Posledním krokem metody TOPSIS je výpočet relativních indexů vzdáleností variant od bazální varianty. Prostřednictvím tohoto finálního ukazatele, bude možné určit pořadí vhodnosti výběru daných prostorů. K výpočtu indexu se využije vztah (14).

Tabulka 24 - finální tabulka pro hodnocení

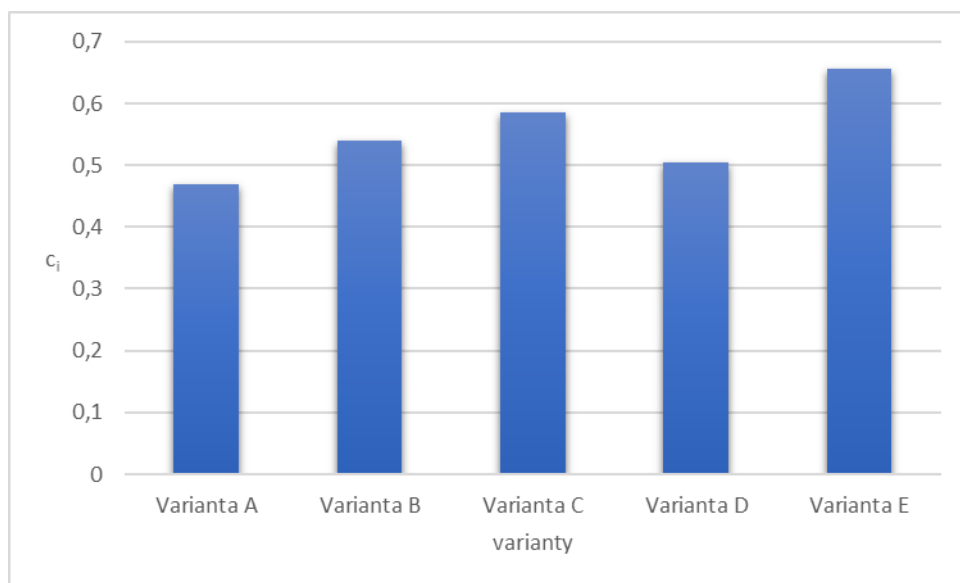
	d_i^+	d_i^-	c_i	pořadí
Varinata A	0,140984864	0,124513101	0,468979494	5
Varinata B	0,09726816	0,114408457	0,540486986	3
Varianta C	0,096581868	0,136094833	0,584909587	2
Varianta D	0,1385624	0,141362013	0,505000658	4
Varianta E	0,078703711	0,149726197	0,65545794	1

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků relativních indexů vzdáleností od bazální varianty lze jednoznačně určit, který prostor je nejvhodnější dle zvolených kritérií a jejich vah. Dále je možné stanovit i pořadí všech ostatních prostorů. Platí, že s větším indexem c_i roste vhodnost dané varianty.

V následujícím grafu jsou prostory seřazeny sestupně, podle pořadí, které bylo stanoveno na základě vzdálenosti od bazální varianty metodou TOPSIS.

Graf 4 - vhodnost variant



Zdroj: vlastní zpracování

Nejlépe hodnoceným prostorem je podle metody TOPSIS a dle daných kritérií jednoznačně varianta E. Její vzdálenost od bazální varianty je největší vzhledem k ostatním prostorům. Druhým nejvhodnějším je varianta C. S relativním indexem vzdálenosti 0,540486986 se na třetím místě v pořadí nachází varianta B. Na čtvrtém místě se nachází varianta D, a je tedy druhým nejméně vhodným prostorem. Metodou TOPSIS nejhůře hodnocený prostor je varianta A, jelikož se svými hodnotami kritérií nejvíce blíží bazální variantě.

5 Výsledky a diskuse

Cílem práce byl výběr kompromisní varianty prostoru, který nejvíce vyhovuje vybraným kritériím. Soubory samotných variant a kritérií byly stanoveny na základě konzultací a spolupráce s vedením a zaměstnanci firmy. V práci jsou použity dostupné a vyhovující varianty pro zřízení soukromé ordinace. Váhy kritérií byly stanoveny Saatyho metodou a pro výběr kompromisní varianty byla zvolena metoda TOPSIS.

Při tvorbě vah kritérií nedošlo k jednotnému názoru dvou expertů, kteří na nich pracovali, tudíž došlo ke kompromisnímu rozdělení vah mezi jednotlivá kritéria, přičemž názory obou expertů byly rovnocenné. Za nejdůležitější kritérium byla zvolena velikost plochy, následované nájemným s poplatky. Na třetím místě v pořadí důležitosti se umístila dopravní dostupnost a na čtvrtém reprezentativnost. Nejméně důležitým kritériem se staly náklady na úpravy prostoru.

Pro výběr kompromisní varianty prostoru byla zvolena metoda TOPSIS, založená na porovnávání relativních vzdáleností variant od bazální a ideální. Po výpočetním procesu bylo stanoveno pořadí vhodnosti jednotlivých variant. Následně vyšlo najevo, že nejlepším prostorem je varianta E, což lze vysvětlit tím, že se jedná o variantu s největší užitnou plochou, která je nejdůležitějším kritériem. Nájemné s poplatky jsou zároveň druhé nejnižší v porovnání s ostatními variantami. Relativní vzdálenost od bazální varianty c_i byla v tomto případě nejvyšší a dosáhla hodnoty 0,65545794.

Druhým nejvhodnějším prostorem podle metody TOPSIS je poté varianta C, která by mohla být doporučena jako alternativní, v případě nemožnosti volby varianty E. Prostor v ulici Pivovarská (varianta B) je třetím nejlepším prostorem a na čtvrtém místě se nachází varianta D. Nejméně vhodným prostorem, s nejmenší relativní vzdáleností od bazální varianty, je varianta A, kterou tedy rozhodně nelze doporučit.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo za využití metod vícekriteriálního rozhodování nalézt a doporučit nejvhodnější prostor pro zřízení soukromé ordinace. Součástí se staly i odborná literární rešerše zaměřená právě na problematiku rozhodování a popsání základních prvků a pojmů s tím spojených.

Ve druhé části, prakticky zaměřené na řešení výše zmíněného problému, je využito poznatků z první, teoretické, části práce. S využitím vybraných metod určených pro vícekriteriální rozhodování bylo stanoveno pořadí vhodnosti variant.

Došlo se k závěru, že varianta E musí být doporučena pro realizaci, jelikož hodnoty jejích kritérií se jeví jako nejlepší v porovnání s ostatními dostupnými variantami. Jedná se o prostor v Kladenské ulici na Praze 6. Vhodnou alternativou je však i varianta C, která se umístila jako druhá. Mohla by být zvolena například při náhlých změnách souvisejících s dostupností nejlépe hodnoceného prostoru.

7 Seznam použitých zdrojů

Knižní publikace

FIALA, Roman. Základy managementu. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2009. ISBN 978-80-87035-24-5.

FOTR, Jiří. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. Praha: Ekopress, 2006, 409 s. ISBN 80-869-2915-9.

KAMPF, Rudolf. Vícekriteriální rozhodování - Metoda WSA. Scientific Papers of the University of Pardubice. 2002, 10.

KUBIŠOVÁ, Andrea. Operační výzkum. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2014, 178 s. ISBN 978-80-87035-83-2.

KUMAR, Abhishek, et al. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, 69: 596-609.

LUNENBURG, Fred C. The decision making process. In: National Forum of Educational Administration & Supervision Journal. 2010.

RAMÍK J. Vícekriteriální rozhodování – analytický hierarchický proces (AHP). Karviná Slezská univerzita v Opavě, 1999. 211s.

SCHOENFELD, A. H. How we think: A theory of goal-oriented decision making and educational applications. New York: NY: Routledge, 2011.

ŠUBRT, Tomáš et al. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

VAVREK, Roman. Váha parametru TOPSIS techniky a jeho vplyv na hodnotenie obcí v Slovenskej republike. Scientific papers of the University of Pardubice. Series D, Faculty of Economics and Administration. 39/2017, 2017.

VLČKOVÁ, Miroslava a Ludvík FRIEBEL. Návrh metodiky na hodnocení kvality dat finančního účetnictví metodou AHP. Český finanční a účetní časopis. 2015, 10(2), 12.

WANG, Yingxu a Guenther RUHE. The Cognitive Process of Decision Making. In'l Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence. 2007.

ZARE, Mojtaba. Multi-criteria decision making approach in E-learning: A systematic review and classification. Applied Soft Computing. 2016.

Internetové a elektronické zdroje

Google.com

<https://www.google.com/maps/place/Praha+1/@50.0855107,14.3937383,14z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x470b94e91381d33f:0x2600af105c240cf2!8m2!3d50.0887101!4d14.4155981!16zL20vMDZ3Mnk3>

OLIVKOVÁ, Ivana. APLIKACE METOD VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ PŘI HODNOCENÍ KVALITY VEŘEJNÉ DOPRAVY. 87 Perner's Contacts [online]. Pardubice, 2011, 6(4), 293-303 [cit. 2019-07-08]. ISSN 1801-674X. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/23_2011/Olivkova.pdf

ZLAUGOTNE, Beate, Lauma ZIHARE, Lauma BALODE, Antra KALNBALKITE, Aset KHABDULLIN a Dagnija BLUMBERGA. Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison. Environmental and Climate Technologies [online]. 2020, 24(1), 454-471 [cit. 2022-11-11]. ISSN 2255-8837. Dostupné z: doi:10.2478/rtuect-2020-0028

ZMEŠKAL, Zdeněk. Vícekriteriální hodnocení variant a analýza citlivosti při výběru produktů finančních institucí [online]. In: . Ostrava, 2009, s. 6 [cit. 2022-11-09]. Dostupné z: https://www.ekf.vsb.cz/share/static/ekf/www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/frpfi-history/cs/2009/prispevky/dokumenty/Zmeskal.Zdenek_1.pdf

8 Seznam obrázků, tabulek a grafů

8.1 Seznam obrázků

Obr. 1 - poloha varianty A.....	28
Obr. 2 - poloha varianty B.....	30
Obr. 3 - poloha varianty C.....	31
Obr. 4 - poloha varianty D.....	33
Obr. 5 - poloha varianty E.....	34

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 - kritériální matice	16
Tabulka 2 - Saatyho matice	21
Tabulka 3 - způsob hodnocení dopravní dostupnosti.....	26
Tabulka 4 - hodnoty kritérií varianty A	28
Tabulka 5 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty A	28
Tabulka 6 - hodnoty kritérií varianty B.....	29
Tabulka 7 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty B	29
Tabulka 8 - hodnoty kritérií varianty C.....	31
Tabulka 9 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty C	31
Tabulka 10 - hodnoty kritérií varianty D.....	32
Tabulka 11 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty D	32
Tabulka 12 - hodnoty kritérií varianty E.....	33
Tabulka 13 - hodnocení dopravní dostupnosti varianty E.....	34
Tabulka 14 - kritériální matice	35
Tabulka 15 - Saatyho matice podle experta 1.....	35
Tabulka 16 - Saatyho matice podle experta 2.....	36
Tabulka 17 - matice s finálními vahami kritérií	37
Tabulka 18 - převod kritéria Náklady na úpravy.....	39
Tabulka 19 - převod kritéria Reprezentativnost	39
Tabulka 20 - kritériální matice (upravená).....	40
Tabulka 21 - normalizovaná kritériální matice R	40

Tabulka 22 - normalizovaná vážená kritériální matice W	41
Tabulka 23 - vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty	42
Tabulka 24 - finální tabulka pro hodnocení	42

8.3 Seznam grafů

Graf 1 - váhy kritérií podle experta 1	36
Graf 2 - váhy kritérií podle experta 2	37
Graf 3 - finální váhy kritérií	38
Graf 4 - vhodnost variant	43