

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Modelování procesu optimálního vyhledávání
nemovitostí na základě metody AHP**

Vasilii Chernov

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Modelování procesu optimálního vyhledávání nemovitostí na základě metody AHP" 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 15.03.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Prof. RNDr.Heleně Brozové CSc za odborné vedení bakalářské práce.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vasilii Chernov

Systémové inženýrství a informatika
Informatika

Název práce

Modelování procesu optimálního vyhledávání nemovitostí na základě metody AHP

Název anglicky

Modeling of optimal real estate search process based on AHP method

Cíle práce

Cílem práce je nejprve navrhnout vhodnou strukturu matematického modelu pro nalezení optimálního bydlení.

Metodika

V průběhu práce budou analyzovány komponenty, které ovlivňují proces a priority hledání bydlení. Matematický model bude zkonstruován na základě Analytického hierarchického procesu (AHP), který umožňuje řešení problému výběru domu se zahrnutím všech různých požadavků klienta.

Doporučený rozsah práce

45

Klíčová slova

analytický hierarchický proces, optimální vyhledávání, objekt nemovitosti, rozhodování.

Doporučené zdroje informací

Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process Authors: Saaty, Thomas L., Vargas, Luis G.

The Analytic Hierarchy Process – What It Is and How It Is Used Author: R.W. Saaty.

Your First Year in Real Estate: Making the Transition from Total Novice to Successful Professional Dirk Zeller (Author)

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

Vedoucí práce

prof. RNDr. Helena Brožová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2021

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2021

Modelování procesu optimálního vyhledávání nemovitostí na základě metody AHP

Abstrakt

Závěrečná práce je věnována analýze procesu optimálního vyhledávání realitních objektů na základě analytického hierarchického procesu. Vyhledání nemovitosti odborníkem je proces, který je často ovlivněn osobními zájmy realitní kanceláře, což narušuje proces výběru možností pouze na základě preferencí klienta.

Analytický hierarchický proces (AHP) pomáhá osobám s rozhodovací pravomocí vybrat nejlepší řešení z několika možností a kritérií výběru. AHP byl navržen tak, aby optimalizoval rozhodování, když čelíte kombinaci kvalitativních, kvantitativních a někdy protichůdných faktorů, které jsou brány v úvahu.

Cílem bakalářské práce je vyvinout model pro optimální nalezení realitních objektů.

V průběhu bakalářské práce byla zkoumána předmětná oblast a byly identifikovány strukturální komponenty zajišťující rozdělení prioritních parametrů při hledání bydlení. Dále byl popsán matematický model založený na analytickém hierarchickém procesu, který poskytuje nejvýhodnější řešení problému výběru bydlení podle požadavků klienta.

Navrhovaný model umožňuje jednotlivcům snadněji najít vhodné bydlení bez nutnosti zapojení dalších osob. Kromě úspory peněz na realitní kanceláři tato metoda eliminuje subjektivní vliv vnějších názorů na výběrový proces.

Klíčová slova: analytický hierarchický proces, optimální vyhledávání, objekt nemovitosti, rozhodování.

Modeling of optimal real estate search process based on AHP method

Abstract

The final work is devoted to the analysis of the process of optimal search of real estate objects based on the analytical hierarchical process. Property search by an expert is a process that is often influenced by the personal interests of the real estate agent, which distorts the process of selecting options based solely on the client's preferences.

The Analytical Hierarchy Process (AHP) helps decision makers select the best solution from several options and selection criteria. AHP was designed to optimize decision making when faced with a combination of qualitative, quantitative, and sometimes conflicting factors that are taken into consideration.

The aim of this bachelor thesis is to develop a model for optimal finding of real estate objects.

In the course of the bachelor thesis, the subject area has been investigated and structural components providing the distribution of priority parameters in the housing search have been identified. Furthermore, a mathematical model based on an analytical hierarchical process was described, which provides the most advantageous solution to the problem of housing selection according to the client's requirements.

The proposed model allows individuals to find suitable housing more easily without the need for the involvement of other persons. In addition to saving money on the real estate agent, this method eliminates the subjective influence of outside opinions on the selection process.

Keywords: optimal search, real estate object, decision making, analytical hierarchical process.

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Cíl práce a metodika	10
3 Teoretický základ vyhledávání řešení pro odůvodnění výběru výzkumné metody	11
3.1 Charakteristika procesu hledání realitních objektů v teorii rozhodování.....	11
3.2 Volba metody řešení hledání realitních objektů.....	11
3.3 Konstrukce matematického modelu pro nalezení řešení založeného na metodě analytický hierarchický proces.....	14
4 Postup při výběru nejvhodnějšího bydlení	18
4.1 Popis problému a modely	18
4.2 Výběr nejvhodnějšího bytu ke koupi Podkapitola úroveň 3	22
4.3 Výběr nejvhodnějšího bytu k pronájmu	28
5 Možnosti rozhodovacích technik. Důvody výběru metody analýzy hierarchií ..	34
5.1 Odůvodnění výběru kritérií optimality pro vyhledávání realitních objektů.....	34
6 Závěr	37
7 Seznam použitých zdrojů	38
8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk.....	39
8.1 Seznam obrázků	39
8.2 Seznam tabulek	40

1 Úvod

Realitní kancelář je druh podnikání zabývající se zprostředkováním a poradenskými službami při prodeji a nákupu nebo pronájmu rezidenčních a komerčních nemovitostí. V poslední době si díky rychlému rozvoji výstavby a zlepšení finanční pohody obyvatel může kdokoli koupit vlastní bydlení, přičemž si vybere jeho umístění, uspořádání, počet pater, počet pokojů atd.

Každý den jsou realitní společnosti kontaktovány klienty s otázkami prodeje, koupě nebo pronájmu bydlení. Hledání vhodné možnosti pro klienta je dlouhý a pracný úkol. Vzhledem k tomu, že realitní společnosti mají rozsáhlou základnu nabídek, tráví realitní kanceláře spoustu času hledáním nejlepší možnosti, která splňuje požadavky klienta. Optimalizace a strukturování tohoto procesu, pomocí matematických nástrojů, usnadní práci realitních společností, zvýší poměr produktivity jejich zaměstnanců a také eliminuje možnost ovlivnění subjektivního názoru realitní kanceláře při hledání nabídek.

Předmětem výzkumu bakalářské práce je podpořit vyhledávání nemovitostí zaměstnanci realitní společnosti s využitím analytického hierarchického procesu.

2 Cíl práce a metodika

Cílem bakalářské práce je navrhnout strukturu modelu pro optimální hledání realitních objektů

K dosažení tohoto cíle je nutné provést následující úkoly:

- prostudovat předmětovou oblast a určit základní prvky, které tvoří prioritní parametry při hledání bydlení;
- prozkoumat použitelnost metody analýzy hierarchie pro vyhledávání realitních objektů;
- popsat matematický model založený na metodě analýzy hierarchie, který poskytuje optimální řešení problému výběru bytového fondu podle požadavků klienta;

Bakalářská práce se skládá ze tří kapitol, anotace, úvodu, závěru, bibliografie a aplikací.

V první kapitole jsou formovány teoretické základy hledání řešení k ospravedlnění volby výzkumné metody, charakterizován je proces hledání realitních objektů, jsou zvažovány metody hledání řešení, matematický model pro nalezení řešení postaveno na základě analytického hierarchického procesu.

Druhá kapitola simuluje systém pro hledání řešení pro realitní společnost.

V závěru jsou shrnuty výsledky bakalářské práce.

3 Teoretický základ vyhledávání řešení pro odůvodnění výběru výzkumné metody

3.1 Charakteristika procesu hledání realitních objektů v teorii rozhodování

Rozhodnutí je výběr konkrétního řešení, akcí zaměřených na dosažení cíle a způsobů využití dostupných zdrojů. Subjektem každého rozhodnutí je osoba, která rozhoduje.

V užším smyslu rozhodování je závěrečným aktem analýzy možností, tj. Výsledkem volby. Proces racionálního nebo iracionálního výběru alternativ s cílem dosáhnout vědomého výsledku se také nazývá rozhodování. Úkol rozhodování je zaměřen na určení nejlepšího nebo optimálního postupu k dosažení stanovených cílů.

Cílem je konečný výsledek nebo předběžná ideální reprezentace požadovaného výsledku. V tomto případě bude cílem získat nemovitost, která v důsledku hledání splňuje požadavky klienta.

V širším smyslu se hledání vztahuje k touze něco dosáhnout nebo najít. Konkrétně v případě hledání nemovitosti je cílem najít takovou, která splňuje požadavky klienta. Protože hledání realitního objektu probíhá v čase, je představen koncept procesu vyhledávání nemovitostí. Tento proces se skládá ze sledu kroků a postupů a je zaměřen na získání vhodné nemovitosti.

Proces rozhodování lze rozdělit na dvě operace. Jedná se o proces, při kterém odborníci poskytují doporučení ohledně výběru nejlepší možnosti a rozhodnutí je nakonec přijímáno přímo rozhodujícím subjektem.

Nejprve se podívejme na různé metody hledání řešení.

3.2 Volba metody řešení hledání realitních objektů

Existuje mnoho metod pro hledání řešení. Tabulka 1 ukazuje nejpoužívanější metody hledání řešení.

Carnegie model	Model koše	Analytický hierarchický proces
Manažeři se podílejí na hledání řešení; mohou se konečně rozhodnout pouze v	Tento model je navržen tak, aby hledal řešení, kde jsou cíle, záměry, alternativy a	Analytický hierarchický proces představuje prvky, které hierarchicky definují

<p>koalici, kteří mají stejnou představu o cílech a prioritách problému. Manažeri však nemají dostatek času na zpracování všech informací o problému, často se rozhoduje, že nenajdou optimální řešení problému, ale zajistí spokojenost členů koalice. Při zvažování problémů přijme koalice rozhodnutí, které je všemi členy vnímáno jako uspokojivé, ale to nezaručuje optimální řešení problému. Výhodou této metody je, že spolu s kvantitativními a racionálními indikátory může konečné rozhodnutí zahrnovat kvalitativní, jako je neformální názor manažerů, jejich zkušenosti, názory a intuice.</p>	<p>řešení špatně definovány, pro každý krok rozhodovacího procesu je charakteristická nejistota a nejsou k dispozici úplné informace, které jsou k rozhodnutí nutné. Proces hledání řešení nevypadá jako řada kroků, které začínají problémem, ale končí řešením. Problémy, potenciální řešení, osoby s rozhodovací pravomocí a příležitosti pro výběr jsou sloučeny do čtyř „proudů“. Pokud se problém, řešení a účastník náhodou spojí v jednom bodě, pak lze problém vyřešit, ale pokud řešení na daný problém nezapadá, může zůstat nevyřešen. Rozhodnutí tedy nelze objednávat a nejsou výsledkem logické postupné sekvence.</p>	<p>podstatu problému, čímž rozkládají problémy na jednodušší komponenty a zpracovávají posloupnosti úsudku rozhodovatele párovým porovnáním. Výsledkem je numerická intenzita, která určuje míru interakce prvků v hierarchii. V průběhu řešení této metody je syntetizováno více úsudků, upřednostněna kritéria a nalezena alternativní řešení.</p>
---	---	--

Tabulka 1 - Metody hledání řešení. Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 1 ukazuje, že analytický hierarchický proces je vhodnou metodou pro vyhledávání realitních objektů, protože cíle, úkoly a alternativy jsou dobře definovány, problém musí být vyřešen bezchybně a k jeho řešení je nutné identifikovat všechny ukazatele a zpracovat všechny informace přijaté od klienta.

Analytický hierarchický proces je matematickým nástrojem systematického přístupu ke komplexním problémům při rozhodování. Je to také metodický základ pro řešení problémů s výběrem alternativ prostřednictvím jejich multikriteriální klasifikace, tj. Pomáhá vybrat nejlepší řešení z několika alternativ s ohledem na několik kritérií. Tato metoda nepředepisuje

rozhodovateli žádné správné rozhodnutí, ale umožňuje mu interaktivně najít možnost, která nejlépe odpovídá jeho chápání podstaty problému a požadavků na jeho řešení. Subjekt s rozhodovací pravomocí je jedna osoba nebo skupina lidí, kteří zvolí nejlepší postup a jsou za rozhodnutí odpovědní. V roce 1970 tuto metodu vyvinul Thomas Saaty. Metoda byla rozšířena do manažerské praxe a stále se zde aktivně používá. Dále byla vyvinuta za účelem optimalizace rozhodování, kdy je nutné brát v úvahu kvalitativní, kvantitativní a někdy protichůdné faktory. Analytický hierarchický proces má velké množství analogií v různých oblastech.

Například analytický hierarchický proces je podobný teorii pravděpodobnosti. Vzhledem k tomu, že součet priorit alternativ je roven jedné a jejich hodnoty jsou kladné, můžeme je porovnat s pravděpodobností výběru alternativ. A pravděpodobnosti hypotéz lze považovat za priority faktorů ovlivňujících hodnocení alternativ. Vzorec pro celkovou pravděpodobnost je tedy v aplikaci podobný metodě pro výpočet alternativ.

Model rozhodování ve zvolené metodě je znázorněn ve formě orientovaného grafu. Alternativy, hlavní kritérium pro hodnocení alternativ a faktory ovlivňující hodnocení alternativ, jsou uzly grafu. Odkazy určující vliv některých uzlů jsou vyjádřeny prioritou ostatních uzlů vzhledem k orientovaným hranám grafu.

Analytický hierarchický proces je také podobný teorii nezáporných matic. Protože při výpočtu hodnocení se spoléháme na matematické metody výpočtu vlastních vektorů pro nezáporné matice.

Specifickým případem aplikace zvolené metody je technologie rozhodování pomocí expertních systémů založených na Bayesovské metodě odvození.

Z hlediska metody řešení a vedení procedury párování je inverzní problém této metody podobný trénování neuronové sítě, lze tedy říci, že zvolená metoda má podobnosti s teorií umělých neuronových sítí.

Výhodou metody analýzy hierarchie je její vysoká univerzálnost, protože se používá v různých situacích:

- při rozhodování o řízení na mezistátní úrovni, o problémech průmyslové a soukromé problémy,
- při analýze možných scénářů vývoje situace,
- při přidělování zdrojů,
- sestavování hodnocení zákazníků,
- přijímání personálních rozhodnutí a dalších různých problémů v podnikání, průmysl, zdravotnictví a školství.

Metoda také odráží přirozený směr lidského myšlení, strukturuje složitý problém srozumitelným a racionálním způsobem rozhodování ve formě hierarchie, porovnává a provádí kvantitativní posouzení alternativních řešení. Metoda tedy dává ne pouze způsob, jak identifikovat nejvýhodnější řešení, ale také umožňuje kvantifikovat stupeň preference pomocí hodnocení. To přispívá k úplné a přiměřené identifikaci preference osoby s rozhodovací pravomocí.

Nevýhodou zvolené metody je potřeba získat velké množství informací od odborníků. Tato metoda je vhodná pro ty případy, kdy je většina údajů založena na preferencích osoby, decision maker, v procesu výběru nejlepšího řešení od mnoha existujících alternativ.

Popis problému v metodě analýzy hierarchie je následující: existuje mnoho alternativ, to znamená variant řešení B_1, B_2, \dots, B_k , každá z nich je hodnocena seznamem kritérií K_1, K_2, \dots, K_n , je nutné určit nejlepší řešení.

Abychom plně porozuměli zvolené metodě hledání řešení, je nutné sestavit její matematický model.

3.3 Konstrukce matematického modelu pro nalezení řešení založeného na metodě analytický hierarchický proces

Matematický model je matematické vyjádření algoritmu metody analýzy hierarchií. Algoritmus metody hierarchické analýzy se skládá z bodů:

- popis problému a stanovení cíle;
- určení hlavních kritérií a alternativ;
- vytvoření hierarchie ve formě stromu: od cíle přes kritéria až po alternativy;
- konstrukce matice párových srovnání kritérií podle cíle a alternativ podle kritérií;
- aplikace metody analýzy získaných matic;
- stanovení vah alternativ podle hierarchického systému.

Prvním krokem je identifikace problému a zamýšleného výsledku. V tomto případě jde o nalezení bytu, který splňuje požadavky klienta. Dále je nutné vybudovat hierarchickou strukturu, která zahrnuje cíl, kritéria, alternativy a další zvažované faktory ovlivňující výběr. Hierarchická struktura je grafické znázornění problému ve formě obráceného stromu, kde každý prvek, s výjimkou nejvyššího, závisí na jednom nebo více z výše uvedených prvků. Tato struktura odráží pochopení problému ze strany osoby s rozhodovací pravomocí a také pomáhá

analyzovat všechny aspekty problému a ponořit se hlouběji do podstaty problému, čímž se stává nástrojem pro vysoce kvalitní modelování komplexních problémů.

Hodnoty přiřazené klientem se používají k vytvoření matice $n \times n$. Hodnoty v párových srovnávacích maticích odrážejí relativní důležitost jednoho objektu nad druhým na stejné úrovni. Dva objekty, které jsou na stejné úrovni, jsou porovnány vzhledem k jednomu objektu vyšší úrovně a výsledky jsou zaznamenány v symetrické matici. Tato stupnice má 9 stupňů preference, které mají následující významy:

- stejně výhodné = 1;
- o něco lepší (horší) = 3 (1/3);
- lepší (horší) = 5 (1/5);
- mnohem lepší (horší) = 7 (1/7);
- zásadně lepší (horší) = 9 (1/9)
- pro přechodný názor se používají dílčí skóre 2, 4, 6 nebo 8.

Čísla z této stupnice se používají k zobrazení, kolikrát je položka s vyšším hodnocením preferencí dominantní nad položkou s nižším hodnocením vzhledem ke společnému kritériu nebo vlastnosti. Hodnota priority tedy přímo souvisí s kvalitou řešení.

Matice pomocí následujícího matematického modelu: prvky hlavní úhlopříčky budou vždy rovny jedné, tj. $a_{ij} = 1$, protože každé kritérium má pro sebe stejnou důležitost; prvky nad hlavní úhlopříčkou se vypočítají podle vzorce a prvky pod hlavní úhlopříčkou se vypočítají podle vzorce (1.2).

$$a_{ij} = \begin{cases} p_i - p_j, \text{ jestli } p_i > p_j \\ 1/p_i - p_j, \text{ jestli } p_i < p_j \\ 1, \text{ jestli } p_i = p_j \end{cases} \quad (1.1)$$

Kde

a_{ij} -maticový prvek,

p_i, p_j - priority stanovené klientem.

Potom platí

$$a_{ji} = 1/a_{ij} \quad (1.2)$$

Kde

a_{ij}, a_{ji} - maticové prvky.

To znamená, že v procesu plnění matice je prvek i důležitější než prvek j , pak je buňka (i, j) odpovídající řádku i a sloupci j vyplněna celým číslem číslo a a je vyplněna buňka (j, i) odpovídající řádku j a sloupci i reciproční (zlomek). Plnění tabulky se provádí řádek po řádku. Čím důležitější je kritérium, tím vyšší hodnocení bude v odpovídajícím řádku matice.

Matice pro porovnání alternativ je postavena stejným způsobem, tj. podobné matice jsou zpracovány pro porovnání možností (alternativ) podle každé kritérium.

Výpočet preferencí prvků v Saatyho maticích probíhá ve dvou krocích. Nejprve použijeme geometrický průměr:

$$\bar{A}_{Gi} = \sqrt[n]{a_{i1} * a_{i2} * \dots * a_{in}}, (1.3)$$

\bar{A}_{Gi} - geometrický průměr,

n - počet sloupců matice,

a_{ij} - prvek matice.

Tyto hodnoty pak pomocí normalizace přepočítáme na váhy.

$$v_i = \frac{\bar{A}_{Gi}}{\sum_i^n \bar{A}_{Gi}}, (1.4)$$

Získané hodnoty nastavují „váhy“ kritérií z hlediska stanovený cíl. Tyto hodnoty matice se také nazývá váhový sloupec pro cíle kritérií.

Stejným postupem se vypočítají i preference alternativ podle jednotlivých kritérií.

Celkovou preferenci jednotlivých alternativ pak vypočítáme jako součet násobků vah jednotlivých kritérií a preference alternativ podle daného kritéria.

$$P_i = w_1 * b_{i1} + w_2 * b_{i2} + \dots + w_n * b_{in}, (1.5)$$

Kde

P_i - „Váha“ alternativy podle cíle,

w_j - váha i -tého kritéria kritéria,

b_{ij} - preference i -té alternativy podle j -tého kritéria (1.8)

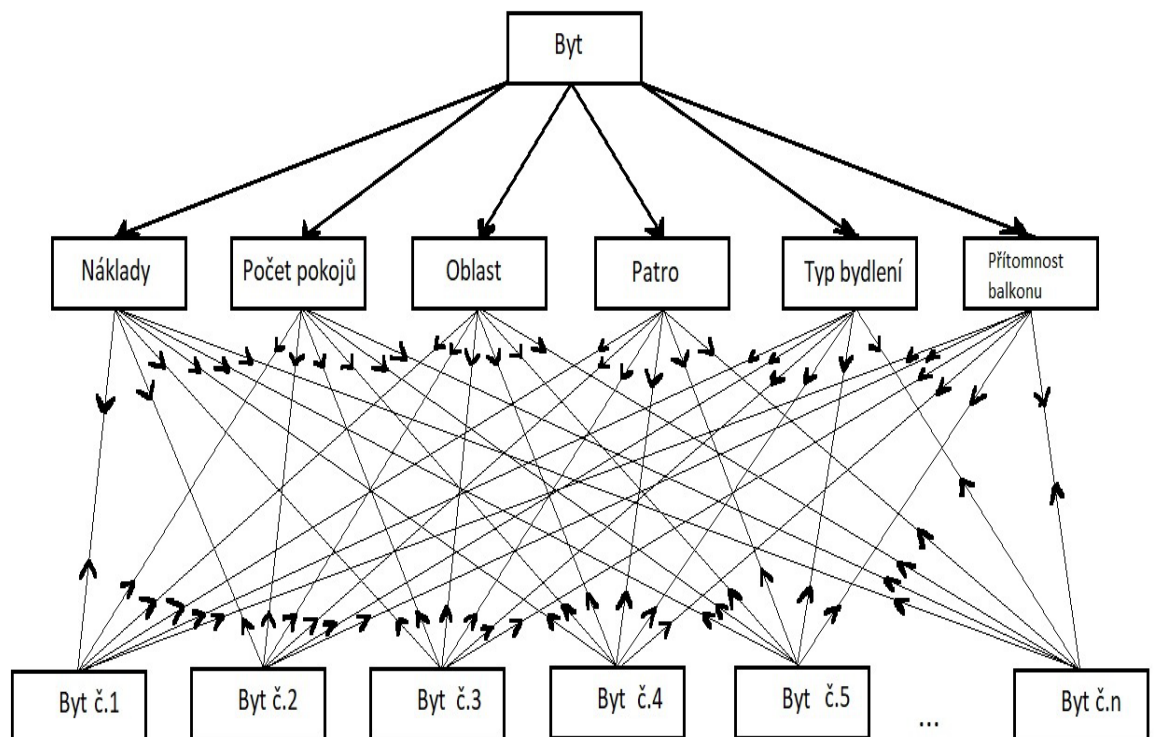
Alternativa s nejvyšší preferencí je považována za nejpřínosnější. Výsledkem modelu bude seřazený seznam alternativ podle vah alternativ.

4 Postup při výběru nejvhodnějšího bydlení

Na výběr bude 16 bytů. Některé z nich jsou na prodej a některé k pronájmu. Tyto dvě možnosti se velmi liší z hlediska ceny. Z Důvodu úkolu nalezení nejlepšího bytu rozdělujeme výběr na dvě části. V první části najdeme nejlepší variantu bytu ke koupi a v druhé části nejlepší variantu bytu k pronájmu. Tímto způsobem budou naše výsledky přesnější.

4.1 Popis problému a modely

Obrázek 1 ukazuje hierarchii problému optimálního vyhledávání návrhů podle požadavků klienta, kde je hlavním cílem vrchol hierarchie – byt; prvky nižší úrovně představují mnoho možností k dosažení cíle (alternativy), prvky mezilehlých úrovní odpovídají kritériím (faktorům), které spojují cíl s alternativami – to jsou náklady, počet pokojů, okres, patro, typ bydlení (primární / sekundární), přítomnost balkonu; v hierarchii je každá alternativa spojena s každým z kritérií.



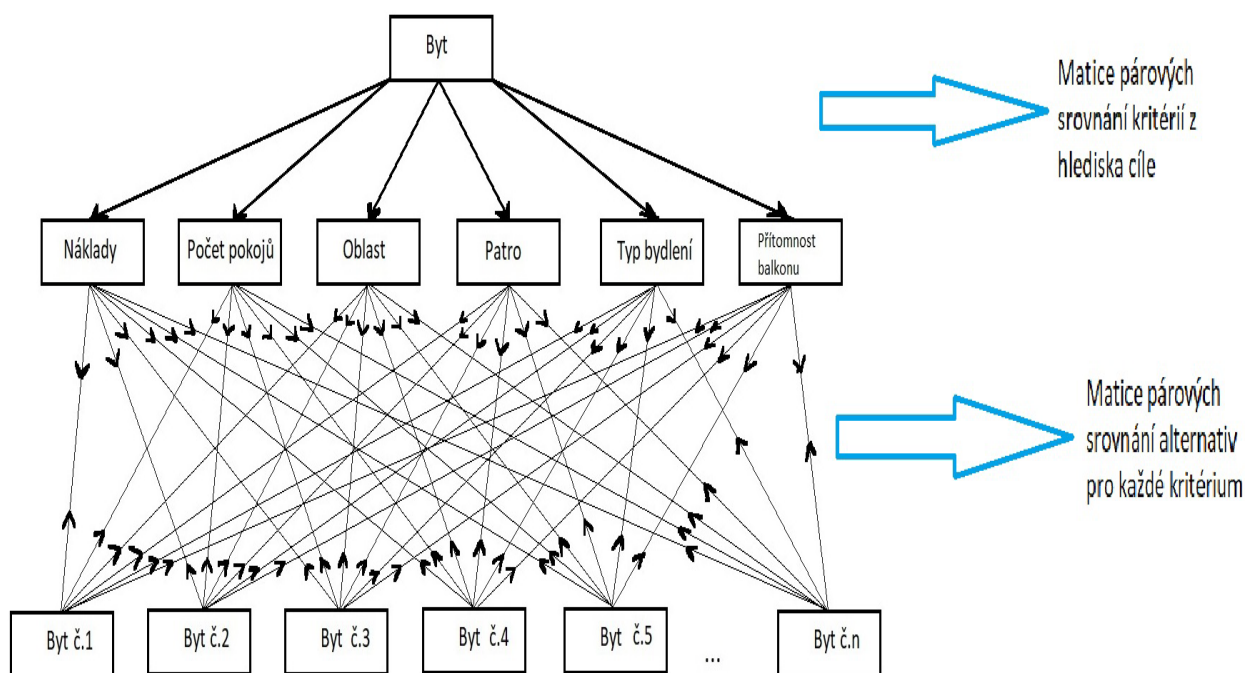
Obrázek 1 Hierarchie problému nalezení nejvhodnějšího řešení. Zdroj: vlastní zpracování

Dalším krokem po vytvoření hierarchie je určení priorit všech uzlů ve struktuře, které představují relativní důležitost nebo preference uzlů vytvořeného hierarchického modelu. Všechny prvky hierarchie se nazývají uzel, to znamená, že se jedná o všechna možná řešení (alternativy), hlavní cíle a všechny faktory. Struktura rozhodování je chápána jako souhrn všech

uzlů seskupených podle úrovně a všech spojení mezi uzly, jinými slovy, jedná se o celý směrovaný graf.

Priority jsou čísla spojená s uzly hierarchie a představující relativní váhy prvků v každé skupině, to znamená, že slouží ke kvantifikaci důležitosti daného uzlu v klastru vzhledem ke zbytku uzlů klastru v souladu s kritériem obsažené v horní části clusteru. Bezrozměrné hodnoty priority, které mají hodnoty od 0 do 1, umožňují rozumně porovnávat odlišné faktory, což je charakteristický rys metody analýzy hierarchie. Součet priorit prvků podřízených jednomu prvku vyšší úrovně hierarchie se rovná 1. Priorita cíle je ze své podstaty rovna 1.

Informace o stanovení priorit jsou získány od klienta a matematicky zpracovány pomocí metody párového porovnávání, to znamená, že kritéria jsou porovnávána ve dvojicích s ohledem na cíl a alternativy jsou porovnávány ve dvojicích s ohledem na každé z jejich kritérií. Obrázek 2 ukazuje schéma konstrukce matic párových srovnání.



Obrázek 2 Schéma pro konstrukci matic párových srovnání. Zdroj: vlastní zpracování

Během postupu porovnávání jsou sestavovány matice párových srovnání: jedna matice pro kritéria a n matic pro alternativy, kde n představuje počet kritérií. Obrázek 3 ukazuje příklad - matice párových srovnání kritérií ve vztahu k cíli a Obrázek 4 ukazuje matici párového srovnání alternativ ve vztahu k n-tému kritériu.

	K_1	K_2	...	K_n
--	-------	-------	-----	-------

K₁	1	8	...	3
K₂	1/8	1	...	1/5
...	1	...
K_n	1/3	5	...	1

Obrázek 3 Matice párových srovnání kritérií ve vztahu k cíli. Zdroj: vlastní zpracování

K_n	B₁	B₂	...	B_k
B₁	1	2	...	1/6
B₂	1/2	1	...	1/7
...	1	...
B_k	6	7	...	1

Obrázek 4 Matice párových srovnání alternativ ve vztahu k prvnímu kritériu. Zdroj: vlastní zpracování

Na Obrázku 5 jsou uvedena testovací data.

id	cena	počet pokojů	oblast	podlaha	přítomnost balkonu	přítomnost výtahu	přítomnost nábytki	adresa	telefon	zákazník
1	3100000	2	Praha 2	3	Ano	Ne	Ne	Resslova 1940	420624860243	Kafka.I.P
2	1230000	1	Praha 1	3	Ne	Ne	Ano	Havlíčkova 1025/4	420820583760	Onderko.C.T.
3	1300000	1	Praha 3	1	Ne	Ne	Ne	V Zeleni 2211	420582017593	Tomes D.J.
4	5100000	3	Praha 2	6	Ano	Ne	Ano	Sázavská 914	420566296662	Gabrys R.I.
5	2050000	3	Praha 2	5	Ano	Ne	Ne	Slezská 874/36	420569206711	Dlouhy V.P.
6	5500000	4	Praha 2	3	Ano	Ne	Ne	Mánesova 21	420773967285	Dobrany E.O.
7	1790000	1	Praha 1	2	Ano	Ne	Ne	Nosticova 2a	420992764376	Zahradnik H.H
8	8000	1	Praha 4	5	Ano	Ne	Ano	Na Pankráci 1623/74	420994776912	Janek O.A.
9	14000	2	Praha 1	9	Ano	Ne	Ano	Hradčanské nám. 65/6	420689105663	Machacek F.N.
10	10000	2	Praha 5	1	Ne	Ne	Ano	Štefánikova 249/30	420664888509	Chaloupka A.A
11	31000	2	Praha 1	3	Ano	Ano	Ne	Karoliny Světlé 303/4	420677196433	Wentreck J.P
12	25000	1	Praha 2	5	Ano	Ano	Ano	Ječná 530/27	420095475772	Jakubek F.O.
13	2500000	2	Praha 2	5	Ano	Ne	Ano	Salmovská 219/13	420811206911	Malec S.C.
14	1999000	2	Praha 2	8	Ano	Ano	Ne	Bělehradská 450/49	420784988415	Otravovec V.B
15	3250000	4	Praha 2	13	Ano	Ano	Ne	Americká 517	420667105926	Chapek N.M.
16	2313022	2	Praha 1	5	Ano	Ano	Ne	Štěpánská 620/32	420889201743	Ambroz F.I.

Obrázek 5 Informace o zvažovaných návrzích. Zdroj: vlastní zpracování

Předpokládejme taky, že klient upřednostní kritéria vyhledávání: cena - 5; počet pokojů: 6; okres - 9; podlaha - 2; přítomnost výtahu - 3; přítomnost balkonu - 1. Pro výpočet použijeme

Excel. Pomocí vzorce (1.1) vypočítáme prvky nad hlavní úhlopříčkou. Obrázek 6 ukazuje výsledek výpočtů.

	Cena	Počet pokc	Oblast	Podlaha	Přítomnos	Přítomnost balkonu
Cena	1	0,5	0,25	3	2	4
Počet pokc	2	1	0,33	4	3	5
Oblast	4	3	1	7	6	8
Podlaha	0,33	0,25	0,14286	1	0,5	2
Typ bydlen	0,5	0,33	0,16667	2	1	2
Přítomnost	0,25	0,2	0,125	0,5	0,5	1

Obrázek 6 Výsledek výpočtů podle vzorce (1.1) a (1.2). Zdroj: vlastní zpracování

	Cena	Počet pokc	Oblast	Podlaha	Přítomnos	Přítomnost balkonu	
Cena	1	0,5	0,25	3	2	4	1,200936955
Počet pokc	2	1	0,33	4	3	5	1,849311194
Oblast	4	3	1	7	6	8	3,989514862
Podlaha	0,33	0,25	0,14286	1	0,5	2	0,477846306
Typ bydlen	0,5	0,33	0,16667	2	1	2	0,693363586
Přítomnost	0,25	0,2	0,125	0,5	0,5	1	0,340646035
							8,551618938

Obrázek 7 Výsledek výpočtů podle vzorce (1.3). Zdroj: vlastní zpracování.

	Cena	Počet pokc	Oblast	Podlaha	Přítomnos	Přítomnost balkonu		
Cena	1	0,5	0,25	3	2	4	1,200936955	0,140434
Počet pokc	2	1	0,33	4	3	5	1,849311194	0,216253
Oblast	4	3	1	7	6	8	3,989514862	0,466522
Podlaha	0,33	0,25	0,14286	1	0,5	2	0,477846306	0,055878
Typ bydlen	0,5	0,33	0,16667	2	1	2	0,693363586	0,08108
Přítomnost	0,25	0,2	0,125	0,5	0,5	1	0,340646035	0,039834
							8,551618938	

Obrázek 8 Výsledek výpočtů podle vzorce (1.4). Zdroj: vlastní zpracování

Dále předpokládejme, že klient nastavil následující objasňující priority:

- počet pokojů: jednopokojový - 3; dvoupokojový byt - 5; třípokojový byt - 7; čtyřpokojový byt - 9;
- oblast: Praha 2 - 9; Praha 1- 7; Praha 3 - 3; Praha 4 - 4;
- typ bydlení: primární - 7; sekundární - 9;

- přítomnost balkonu: ano - 9; ne - 5.

Rozdělme stávající tabulku na dvě. V první tabulce budou byty ke koupi a ve druhé byty k pronájmu.

4.2 Výběr nejvhodnějšího bytu ke koupi Podkapitola úroveň 3

Tabulka nabídek bytů ke koupi bude vypadat takto.

id	cena	počet pokojů	oblast	podlaha	přítomnost balkonu	přítomnost výtahu	přítomnost nábytku	adresa	telefon	zákazník
1	3100000	2	Praha 2	3	Ano	Ne	Ne	Resslova 1940	420624860243	Kafka.I.P
2	1230000	1	Praha 1	3	Ne	Ne	Ano	Havlíčkova 1025/4	420820583760	Onderko.C.T.
3	1300000	1	Praha 3	1	Ne	Ne	Ne	V Zeleni 2211	420582017593	Tomes D.J.
4	5100000	3	Praha 2	6	Ano	Ne	Ano	Sázavská 914	420566296662	Gabrys R.I.
5	2050000	3	Praha 2	5	Ano	Ne	Ne	Slezská 874/36	420569206711	Dlouhy V.P.
6	5500000	4	Praha 2	3	Ano	Ne	Ne	Mánesova 21	420773967285	Dobranský E.O.
7	1790000	1	Praha 1	2	Ano	Ne	Ne	Nosticova 2a	420992764376	Zahradník H.H
13	2500000	2	Praha 2	5	Ano	Ne	Ano	Salmovská 219/13	420811206911	Malec S.C.
14	1999000	2	Praha 2	8	Ano	Ano	Ne	Bělehradská 450/49	420784988415	Otrádovec V.B
15	3250000	4	Praha 2	13	Ano	Ano	Ne	Americká 517	420667105926	Chapek N.M.
16	2313022	2	Praha 1	5	Ano	Ano	Ne	Štěpánská 620/32	420889201743	Ambroz F.I.

Obrázek 9 Informace o zvažovaných návrzích (Nákup). Zdroj: vlastní zpracování

Náš klient si také nastavuje limity na nákup bytů, čímž snižuje počet variant na ty, které mu vyhovují. Omezení budou následující:

1. Kupní cena bydlení by neměla překročit 5 000 000 Kč.
2. Pro koupi zvažte byty do 6. patra.

Na základě těchto omezení získáváme následující tabulky.

id	cena	počet pokojů	oblast	podlaha	přítomnost balkonu	přítomnost výtahu	přítomnost nábytku	adresa	telefon	zákazník
1	3100000	2	Praha 2	3	Ano	Ne	Ne	Resslova 1940	420624860243	Kafka.I.P
2	1230000	1	Praha 1	3	Ne	Ne	Ano	Havlíčkova 1025/4	420820583760	Onderko.C.T.
3	1300000	1	Praha 3	1	Ne	Ne	Ne	V Zeleni 2211	420582017593	Tomes D.J.
5	2050000	3	Praha 2	5	Ano	Ne	Ne	Slezská 874/36	420569206711	Dlouhy V.P.
7	1790000	1	Praha 1	2	Ano	Ne	Ne	Nosticova 2a	420992764376	Zahradník H.H
13	2500000	2	Praha 2	5	Ano	Ne	Ano	Salmovská 219/13	420811206911	Malec S.C.
16	2313022	2	Praha 1	5	Ano	Ano	Ne	Štěpánská 620/32	420889201743	Ambroz F.I.

Obrázek 10 Aktualizované informace o zvažovaných návrzích (Nákup). Zdroj: vlastní zpracování

Pomocí aplikace Excel vypočítáme podle vzorců (1.1) a (1.2) hodnoty matic alternativ s ohledem na kritéria. Na Obrázku 11 vidíte výslednou matici pro kritérium nákladů, na Obrázku 12 - počet pokojů, na Obrázku 13 - oblast, na Obrázku 14 - podlaha, na Obrázku 15 - typ bydlení a na Obrázku 16 - přítomnost balkonu.

Nejprve provedeme kalkulace pouze pro byty na prodej.

Cena	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16
Byt č.1	1	5	4	2	3	2	2
Byt č.2	0,2	1	0,5	0,333333	0,5	0,25	0,25
Byt č.3	0,25	2	1	0,5	0,5	0,333333	0,333333
Byt č.5	0,5	3	2	1	2	0,5	0,5
Byt č.7	0,33333333	2	2	0,5	1	0,5	0,5
Byt č.13	0,5	4	3	2	2	1	1
Byt č.16	0,5	4	3	2	2	1	1

Obrázek 11 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování

Počet pokojů	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16
Byt č.1	1	2	2	0,5	2	1	1
Byt č.2	0,5	1	1	0,25	1	0,5	0,5
Byt č.3	0,5	1	1	0,25	1	0,5	0,5
Byt č.5	2	4	4	1	4	2	2
Byt č.7	0,5	1	1	0,25	1	0,5	0,5
Byt č.13	1	2	2	0,5	2	1	1
Byt č.16	1	2	2	0,5	2	1	1

Obrázek 12 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria "Počet pokojů". Zdroj: vlastní zpracování

Oblast	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16
Byt č.1	1	2	6	1	2	1	2
Byt č.2	0,5	1	4	0,5	1	0,5	1
Byt č.3	0,1666666	0,25	1	0,166667	0,25	0,166667	0,25
Byt č.5	1	2	6	1	2	1	2
Byt č.7	0,5	1	4	0,5	1	0,5	1
Byt č.13	1	2	6	1	2	1	2
Byt č.16	0,5	1	4	0,5	1	0,5	1

Obrázek 13 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování

Podlaha	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16
Byt č.1	1	1	3	0,5	2	0,5	0,5
Byt č.2	1	1	3	0,5	2	0,5	0,5
Byt č.3	0,333333333	0,333333	1	0,2	0,5	0,2	0,2
Byt č.5	2	2	5	1	3	1	1
Byt č.7	0,5	0,5	2	0,333333	1	0,333333	0,333333
Byt č.13	2	2	5	1	3	1	1
Byt č.16	2	2	5	1	3	1	1

Obrázek 14 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost výtahu	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16
Byt č.1	1	1	1	1	1	1	0,5
Byt č.2	1	1	1	1	1	1	0,5
Byt č.3	1	1	1	1	1	1	0,5
Byt č.5	1	1	1	1	1	1	0,5
Byt č.7	1	1	1	1	1	1	0,5
Byt č.13	1	1	1	1	1	1	0,5
Byt č.16	2	2	2	2	2	2	1

Obrázek 15 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost výtahu“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost balkonu	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16
Byt č.1	1	4	4	1	1	1	1
Byt č.2	0,25	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Byt č.3	0,25	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Byt č.5	1	4	4	1	1	1	1
Byt č.7	1	4	4	1	1	1	1
Byt č.13	1	4	4	1	1	1	1
Byt č.16	1	4	4	1	1	1	1

Obrázek 16 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 11 zobrazuje normalizované hodnoty matic podle vzorce (1.4) a zobrazuje váhy alternativ vypočtené podle vzorce (1.5) podle kritéria „Cena“, na Obrázku 12 - kritérium „Počet pokojů“, v Obrázek 13 - „Okres“, na Obrázku 14 - „Podlaha“, na Obrázku 15 - „Přítomnost výtahu“ a na Obrázku 16 - „Přítomnost balkonu“.

Cena	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16		
Byt č.1	1	5	4	2	3	2	2	2,415652516	0,290466838
Byt č.2	0,2	1	0,5	0,333333	0,5	0,25	0,25	0,374939549	0,045084094
Byt č.3	0,25	2	1	0,5	0,5	0,333333	0,333333	0,542833681	0,065272295
Byt č.5	0,5	3	2	1	2	0,5	0,5	1,059634023	0,127414246
Byt č.7	0,333333333	2	2	0,5	1	0,5	0,5	0,77416857	0,093088843
Byt č.13	0,5	4	3	2	2	1	1	1,574610106	0,189336842
Byt č.16	0,5	4	3	2	2	1	1	1,574610106	0,189336842
								8,31644855	

Obrázek 17 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování

Počet pokojů	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16		
Byt č.1	1	2	2	0,5	2	1	1	1,219013654	0,153846154
Byt č.2	0,5	1	1	0,25	1	0,5	0,5	0,609506827	0,076923077
Byt č.3	0,5	1	1	0,25	1	0,5	0,5	0,609506827	0,076923077
Byt č.5	2	4	4	1	4	2	2	2,438027308	0,307692308
Byt č.7	0,5	1	1	0,25	1	0,5	0,5	0,609506827	0,076923077
Byt č.13	1	2	2	0,5	2	1	1	1,219013654	0,153846154
Byt č.16	1	2	2	0,5	2	1	1	1,219013654	0,153846154
								7,923588752	

Obrázek 18 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Počet pokojů“. Zdroj: vlastní zpracování

Oblast	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16		
Byt č.1	1	2	6	1	2	1	2	1,738510506	0,212302297
Byt č.2	0,5	1	4	0,5	1	0,5	1	0,905723664	0,110604574
Byt č.3	0,166666666	0,25	1	0,166667	0,25	0,166667	0,25	0,256142015	0,031279384
Byt č.5	1	2	6	1	2	1	2	1,738510506	0,212302297
Byt č.7	0,5	1	4	0,5	1	0,5	1	0,905723664	0,110604574
Byt č.13	1	2	6	1	2	1	2	1,738510506	0,212302297
Byt č.16	0,5	1	4	0,5	1	0,5	1	0,905723664	0,110604574
								8,188844527	

Obrázek 19 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování

Podlaha	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16		
Byt č.1	1	1	3	0,5	2	0,5	0,5	0,95973561	0,117019077
Byt č.2	1	1	3	0,5	2	0,5	0,5	0,95973561	0,117019077
Byt č.3	0,333333333	0,333333	1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,331983717	0,04047826
Byt č.5	2	2	5	1	3	1	1	1,794822921	0,218839979
Byt č.7	0,5	0,5	2	0,333333	1	0,333333	0,333333	0,565607523	0,068963649
Byt č.13	2	2	5	1	3	1	1	1,794822921	0,218839979
Byt č.16	2	2	5	1	3	1	1	1,794822921	0,218839979
								8,201531223	

Obrázek 20 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost výtahu	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16		
Byt č.1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,905723664	0,125
Byt č.2	1	1	1	1	1	1	0,5	0,905723664	0,125
Byt č.3	1	1	1	1	1	1	0,5	0,905723664	0,125
Byt č.5	1	1	1	1	1	1	0,5	0,905723664	0,125
Byt č.7	1	1	1	1	1	1	0,5	0,905723664	0,125
Byt č.13	1	1	1	1	1	1	0,5	0,905723664	0,125
Byt č.16	2	2	2	2	2	2	1	1,811447329	0,25
								7,245789314	

Obrázek 21 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost výtahu“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost balkonu	Byt č.1	Byt č.2	Byt č.3	Byt č.5	Byt č.7	Byt č.13	Byt č.16		
Byt č.1	1	4	4	1	1	1	1	1,485994289	0,181818182
Byt č.2	0,25	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,371498572	0,045454545
Byt č.3	0,25	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,371498572	0,045454545
Byt č.5	1	4	4	1	1	1	1	1,485994289	0,181818182
Byt č.7	1	4	4	1	1	1	1	1,485994289	0,181818182
Byt č.13	1	4	4	1	1	1	1	1,485994289	0,181818182
Byt č.16	1	4	4	1	1	1	1	1,485994289	0,181818182
								8,17296859	

Obrázek 22 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 17 zobrazuje váhy alternativ vypočtené podle vzorce (1.3) a (1.4) podle kritéria „Cena“, na Obrázku 18 - kritérium „Počet pokojů“, v Obrázek 19 - „Okres“, na Obrázku 20 - „Podlaha“, na Obrázku 21 - „Přítomnost výtahu“ a na Obrázku 22 - „Přítomnost balkonu“.

Matice vah alternativ podle kritérií je tedy uvedena na Obrázku 23.

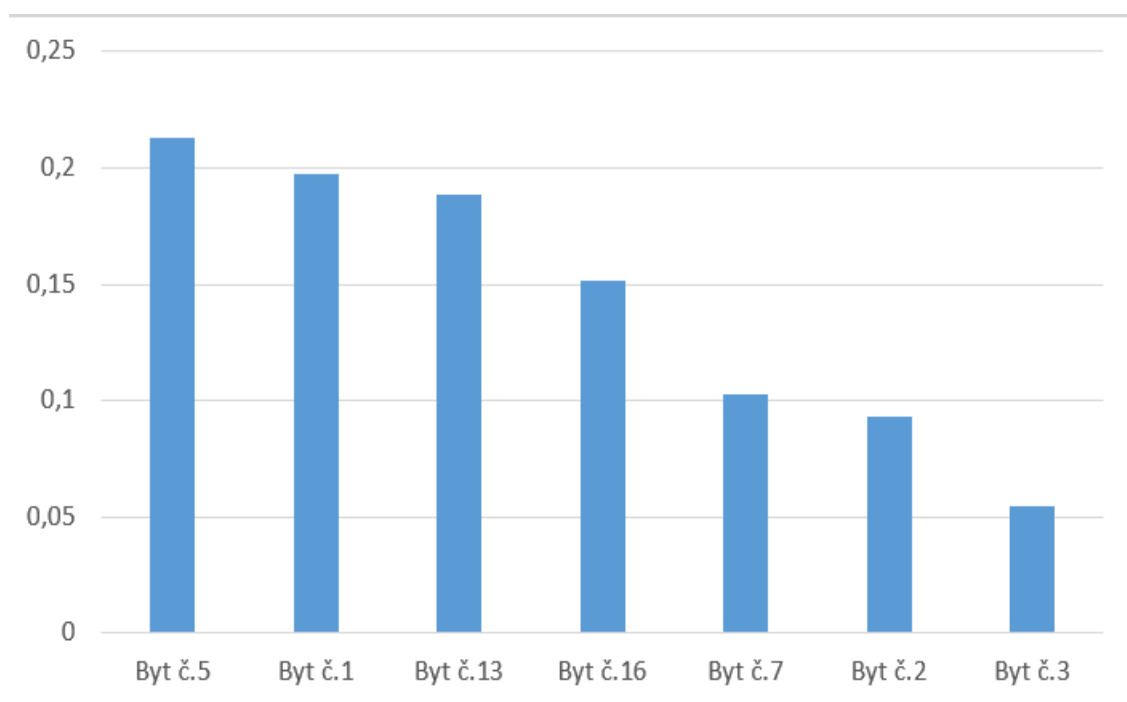
Byt č.1	0,290466838	0,153846	0,212302	0,117019	0,125	0,181818
Byt č.2	0,045084094	0,076923	0,110605	0,117019	0,125	0,045455
Byt č.3	0,065272295	0,076923	0,031279	0,040478	0,125	0,045455
Byt č.5	0,127414246	0,307692	0,212302	0,21884	0,125	0,181818
Byt č.7	0,093088843	0,076923	0,110605	0,068964	0,125	0,181818
Byt č.13	0,189336842	0,153846	0,212302	0,21884	0,125	0,181818
Byt č.16	0,189336842	0,153846	0,110605	0,21884	0,25	0,181818

Obrázek 23 Váhy alternativ podle vyhledávacích kritérií. Zdroj: vlastní zpracování

Aby bylo možné najít „váhy“ alternativ podle cíle, musíme použít vzorec (1.5) pro výsledek tabulky 8 a pro tabulku 23. Obrázek 24 ukazuje výsledek, kde v prvním sloupci je číselná hodnota „váhy“ alternativy a ve druhém sloupci je číslo alternativy.

	0,140433872	0,216253	0,466522	0,055878	0,08108	0,039834	
Byt č.1	0,290466838	0,153846	0,212302	0,117019	0,125	0,181818	0,19702
Byt č.2	0,045084094	0,076923	0,110605	0,117019	0,125	0,045455	0,09305
Byt č.3	0,065272295	0,076923	0,031279	0,040478	0,125	0,045455	0,0546
Byt č.5	0,127414246	0,307692	0,212302	0,21884	0,125	0,181818	0,21308
Byt č.7	0,093088843	0,076923	0,110605	0,068964	0,125	0,181818	0,10254
Byt č.13	0,189336842	0,153846	0,212302	0,21884	0,125	0,181818	0,18851
Byt č.16	0,189336842	0,153846	0,110605	0,21884	0,25	0,181818	0,1512

Obrázek 24 „Váhy“ alternativ podle cíle. Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 25 Graf „Váhy“ alternativ podle cíle od největšího po nejmenší. Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu vidíme, že první 3 sloupce se od sebe příliš neliší. Důvodem byly minimální rozdíly v některých kritériích jako je cena, počet pokojů atd. zatímco kritéria „přítomnost balkonu“ a „přítomnost výtahu“ jsou stejná.

Po seřazení návrhů podle „vah“ alternativ uvedených na Obrázku 25 s ohledem na cíl získáme seznam seřazených návrhů podle požadavků klienta. Z obrázku lze vyčíst, že v levé horní části seznamu pro nákup je navržen byt č. 5. (na adrese „Slezská 874/36“) protože jeho váhy jsou nejvyšší a z toho důvodu je v čele seznamu. Na druhou stranu byt č. 3. (na adrese „V Zeleni 2211“) je v pravé dolní části, protože má nejnižší hodnotu vah a tím je pro klienta nejméně vhodným.

4.3 Výběr nejvhodnějšího bytu k pronájmu

Tabulka nabídek bytů k pronájmu bude vypadat takto.

id	cena	počet pokojů	oblast	podlaha	přítomnost balkonu	přítomnost výtahu	přítomnost nábytki	adresa	telefon	zákazník
8	8000	1	Praha 4	5	Ano	Ne	Ano	Na Pankráci 1623/74	420994776912	Janek O.A.
9	14000	2	Praha 1	9	Ano	Ne	Ano	Hradčanské nám. 65/6	420689105663	Machacek F.N.
10	10000	2	Praha 5	1	Ne	Ne	Ano	Štefánikova 249/30	420664888509	Chaloupka A.A
11	31000	2	Praha 1	3	Ano	Ano	Ne	Karoliny Světlé 303/4	420677196433	Wentrcek J.P
12	25000	1	Praha 2	5	Ano	Ano	Ano	Ječná 530/27	420095475772	Jakubek F.O.

Obrázek 26 Informace o zvažovaných návrzích (Pronájem). Zdroj: vlastní zpracování

Náš klient si navolí požadavky na byty k pronájmu, které mu vyhovují. Tímto sníží počet variant bytů. Omezení budou následující:

1. Cena pronájmu bydlení by neměla přesáhnout 20 000 Kč.

Na základě těchto omezení získáváme následující tabulky.

id	cena	počet pokojů	oblast	podlaha	přítomnost balkonu	přítomnost výtahu	přítomnost nábytki	adresa	telefon	zákazník
8	8000	1	Praha 4	5	Ano	Ne	Ano	Na Pankráci 1623/74	420994776912	Janek O.A.
9	14000	2	Praha 1	9	Ano	Ne	Ano	Hradčanské nám. 65/6	420689105663	Machacek F.N.
10	10000	2	Praha 5	1	Ne	Ne	Ano	Štefánikova 249/30	420664888509	Chaloupka A.A

Obrázek 27 Aktualizované informace o zvažovaných návrzích (Pronájem). Zdroj: vlastní zpracování

Ted provedeme výpočty pouze pro byty k pronájmu.

Cena	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10
Byt č.8	1	0,25	0,5
Byt č.9	4	1	2
Byt č.10	2	0,5	1

Obrázek 28 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování

Počet pokojů	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10
Byt č.8	1	0,5	0,5
Byt č.9	2	1	1
Byt č.10	2	1	1

Obrázek 29 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria "Počet pokojů". Zdroj: vlastní zpracování

Oblast	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10
Byt č.8	1	0,333333	0,5
Byt č.9	3	1	2
Byt č.10	2	0,5	1

Obrázek 30 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování

Podlaha	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10
Byt č.8	1	0,5	3
Byt č.9	2	1	4
Byt č.10	0,333333	0,25	1

Obrázek 31 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10
Byt č.8	1	1	1
Byt č.9	1	1	1
Byt č.10	1	1	1

Obrázek 32 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Typ bydlení“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10
Byt č.8	1	1	4
Byt č.9	1	1	4
Byt č.10	0,25	0,25	1

Obrázek 33 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 34 zobrazuje normalizované hodnoty matic podle vzorce (1.4) a zobrazuje váhy alternativ vypočtené podle vzorce (1.5) podle kritéria „Náklady“, na obrázku 35 - kritérium „Počet pokojů“, v Obrázek 36 - „Okres“, na obrázku 37 - „Podlaha“, na obrázku 38 - „Typ bydlení“ a na obrázku 39 - „Přítomnost balkonu“.

Cena	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10		
Byt č.8	1	0,25	0,5	0,5	0,142857
Byt č.9	4	1	2	2	0,571429
Byt č.10	2	0,5	1	1	0,285714
				3,5	

Obrázek 34 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování

Počet pokojů	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10		
Byt č.8	1	0,5	0,5	0,629961	0,2
Byt č.9	2	1	1	1,259921	0,4
Byt č.10	2	1	1	1,259921	0,4
				3,149803	

Obrázek 35 Váhy alternativ podle kritéria „Počet pokojů“. Zdroj: vlastní zpracování

Oblast	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10		
Byt č.8	1	0,333333	0,5	0,550321	0,163424
Byt č.9	3	1	2	1,817121	0,539615
Byt č.10	2	0,5	1	1	0,296961
				3,367442	

Obrázek 36 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování

Podlaha	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10		
Byt č.8	1	0,5	3	1,144714	0,319618
Byt č.9	2	1	4	2	0,558425
Byt č.10	0,333333	0,25	1	0,43679	0,121957
				3,581504	

Obrázek 37 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomnost	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10		
Byt č.8	1	1	1	1	0,333333
Byt č.9	1	1	1	1	0,333333
Byt č.10	1	1	1	1	0,333333
				3	

Obrázek 38 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Typ bydlení“. Zdroj: vlastní zpracování

Přítomno	Byt č.8	Byt č.9	Byt č.10		
Byt č.8	1	1	4	1,5874	0,444444
Byt č.9	1	1	4	1,5874	0,444444
Byt č.10	0,25	0,25	1	0,39685	0,111111
				3,57165	

Obrázek 39 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 34 zobrazuje váhy alternativ vypočtené podle vzorce (1.3) a (1.7) podle kritéria „Cena“, na obrázku 35 - kritérium „Počet pokojů“, v Obrázek 36 - „Okres“, na obrázku 37 - „Podlaha“, na obrázku 38 - „Přítomnost výtahu“ a na obrázku 38 - „Přítomnost balkonu“.

Matice vah alternativ je podle kritérií uvedena na obrázku 40.

Byt č.8	0,142857	0,2	0,163424	0,319618	0,333333	0,444444
Byt č.9	0,571429	0,4	0,539615	0,558425	0,333333	0,444444
Byt č.10	0,285714	0,4	0,296961	0,121957	0,333333	0,111111

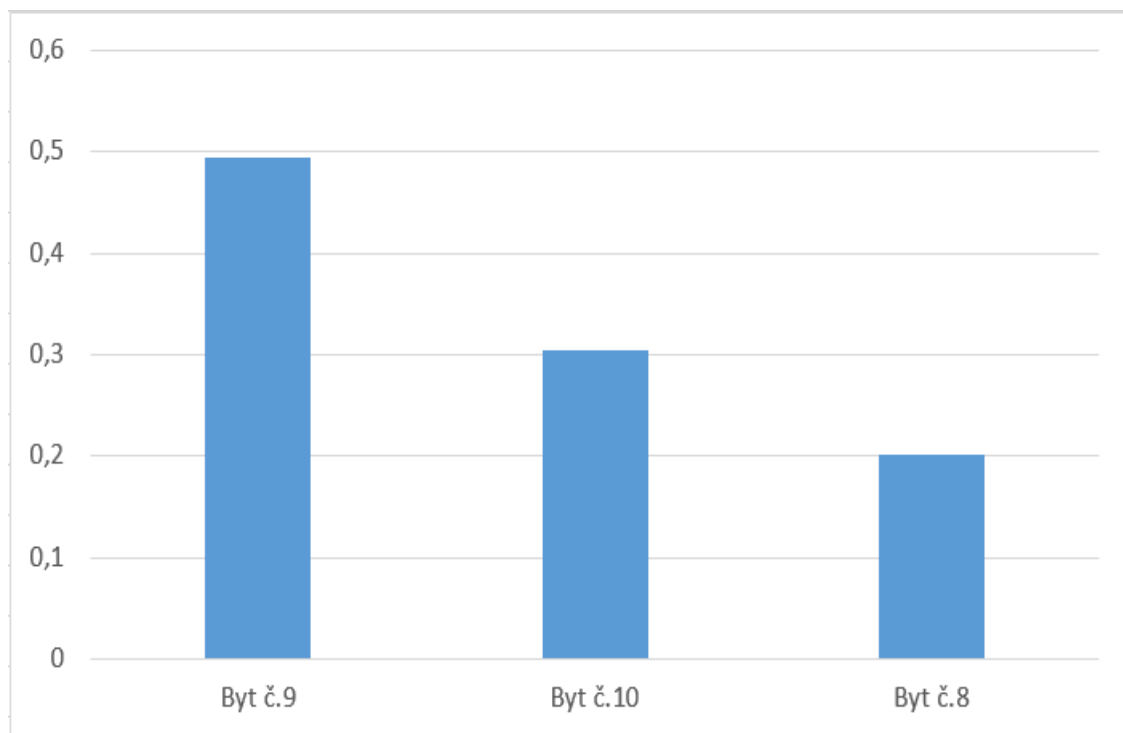
Obrázek 40 Váhy alternativ podle vyhledávacích kritérií. Zdroj: vlastní zpracování

Aby bylo možné najít „váhy“ alternativ podle cíle, musíme použít vzorec (1.5) pro výsledek tabulky z obrázku 8 a pro tabulku z obrázku 40. Obrázek 41 ukazuje výsledek, kde v prvním sloupci je číselná hodnota „váhy“ alternativy a ve druhém sloupci je číslo alternativy.

	0,140434	0,216253	0,466522	0,055878	0,08108	0,039834	
Byt č.8	0,142857	0,2	0,163424	0,319618	0,333333	0,444444	0,202144
Byt č.9	0,571429	0,4	0,539615	0,558425	0,333333	0,444444	0,494425
Byt č.10	0,285714	0,4	0,296961	0,121957	0,333333	0,111111	0,303431

Obrázek 41 „Váhy“ alternativ podle cíle. Zdroj: vlastní zpracování

Jako minule, vynásobíme matice zobrazené na obrázku 9 a 40, aby bylo možné najít „váhy“ alternativ podle cíle. Obrázek 41 ukazuje výsledek násobení matic.



Obrázek 42 Graf „Váhy“ alternativ podle cíle od největšího po nejmenší. Zdroj: vlastní zpracování

Po seřazení návrhů podle „vah“ alternativ uvedených na obrázku 42 s ohledem na cíl získáme seznam seřazených návrhů podle požadavků klienta. Z obrázku lze vyčíst, že v levé horní části seznamu pro pronájem je navržen byt č. 9. (na adrese „Hradčanské nám. 65/6“) protože jeho váhy jsou nejvyšší a z toho důvodu je v čele seznamu. Na druhou stranu byt č. 8. (na adrese „Na Pankráci 1623/74“) je v pravé dolní části, protože má nejnižší hodnotu vah a tím je pro klienta nejméně vhodným.

V této kapitole byly formovány základy pro hledání řešení, které ospravedlňuje volbu výzkumné metody. Dále byl popsán proces hledání vhodných realitních objektů, zváženy různé metody pro hledání řešení a vytvořen matematický model pro nalezení řešení na základě analýzy hierarchií.

5 Možnosti rozhodovacích technik. Důvody výběru metody analýzy hierarchií

5.1 Odůvodnění výběru kritérií optimality pro vyhledávání realitních objektů

Nalezení efektivního řešení pro klienta podle jeho požadavků je cílem realitní společnosti. V tomto případě je rozhodnutím volba alternativy, tj. Bytu.

Obecnou charakteristikou řešení je jeho účinnost. Tato charakteristika zahrnuje dopad rozhodnutí na dosažení stanovených cílů v poměru k nákladům potřebným k jejich dosažení. Čím vyšší je míra dosažení cílů a nižší náklady na jejich realizaci, tím je řešení efektivnější.

Optimalizace je proces hledání nejlepšího nebo optimálního řešení problému vzhledem k daným kritériím. Při charakterizaci různých metod vyhledávání je obtížné zvolit takové kritérium, které by zaručovalo optimálnost metody.

Pro nalezení optimálního řešení je nutné vyjasnit pojem principu nebo kritéria optimality. Obecně, kritérium optimality je považováno za charakteristický indikátor řešení problému, jehož hodnotou se odhaduje optimálnost nalezeného řešení, tj. maximální uspokojení stanovených požadavků. Správná volba kritérií hraje při výběru optimálního řešení zásadní roli. V teorii rozhodování nebyla nalezena žádná obecná metoda pro výběr kritérií optimality. Řídí se většinou zkušenostmi nebo doporučením.

Za nejvýhodnější řešení se považuje takové řešení, které je z jednoho či druhého důvodu upřednostňováno před ostatními. Nalezení skutečných optimálních řešení je však téměř nemožné. V tomto případě koncepce nalezení optimálního řešení předpokládá, že ve výsledku byla získána nejvhodnější varianta bytu a že byla nalezena v co nejkratší době.

Existuje mnoho formálních rozhodovacích technik, od jednoduchého hlasování až po strukturované přístupy. Každý z nich má své silné a slabé stránky a výběr konkrétní metodiky závisí jak na řešeném problému, tak na fázi, ve které se vývoj v daném okamžiku nachází. Předpokládá se, že čím jednodušší je metodologie, tím lépe, ale řešení komplexních problémů na vyžaduje použití metod, které umožňují komplexní posouzení návrhů. K vyřešení problému zvážíme následující techniky:

- vyhledávání odborníkem;
- analýza trhu;
- metoda pro analýzu hierarchií;
- týmová shoda;

- rozhodovací strom.

Stručný popis technik a jejich fází uvádí tabulka 2.

Hledání odborníkem	Analýza trhu	Analytický hierarchický proces	Týmová shoda	Dřevo rozhodování
Specialista musí požádat klienta o vyhledávací kritéria, poté najít vhodné možnosti pro byty v databázi a	Jedná se o metodu pro hodnocení alternativ založenou na použití ekvivalentních kritérií. Všechna kritéria jsou rozdělena na	Zjistěte početní priority kritérií vyhledávání nabídek. Pak je nutné sestavit matice párových	Účelem konsensu je učinit rozhodnutí, které odráží názory všech účastníků. Základem je souhlas všech účastníků, že zvolené řešení	Technika, která vám pomůže vybrat řešení mezi několika způsoby. Rozhodovacím stromem je graf, jehož kořenem je problém.
nabídnout je klientovi. Požádejte klienta o další informace a poté opravte dříve nalezené možnosti podle obdržených informací. Popsaný postup se opakuje, dokud	„povinná“ (ano / ne) a „žádoucí“. Pokud alternativa nesplňuje požadavky alespoň jednoho z „povinných“ kritérií, je tato alternativa automaticky vyjmuta z úvahy. Zbývající možnosti jsou	srovnání pro kritéria a pro alternativy. Před zahájením výpočtů je nutné data normalizovat, poté se váhy vypočítají pomocí tzv. dosažení cíle podle kritérií. Potom se výsledné matice vynásobí, to znamená, že se	je pro skupinu nepřijatelnější. Na začátku je brainstorming, který seznam zkracuje. Poté hlasujte vícekrát 1) sestavení seznamu návrhů 2) kombinace podobných položek a přečíslování seznamu 3) hlasování pro návrhy, které jsou považovány	Každý uzel stromu je vícerozměrné rozhodnutí, které je třeba učinit a které určuje, do kterého uzlu se provede další přechod. Výsledkem je cesta od počátečního uzlu ke koncovému uzlu, skládající se ze sledu řešení. Fáze: 1) vytvoření rozhodovacího stromu;

nalezené možnosti klienta zcela neuspokojí.	hodnoceny podle „žádoucích“ kritérií a návrh s nejvyšším počtem bodů „vyhrává“. Výhodou této techniky je její jednoduchost, avšak bez určení důležitosti výběrových kritérií může nastat situace, kdy bude rozhodnutí učiněno na základě sekundárních kritérií.	vypočítají váhy alternativ. Chcete-li získat seznam nabídek, aby byly splněny požadavky zákazníků, je nutné seřadit seznam ve vztahu k vypočítaným vahám alternativ. Alternativa s nejvyšší hodnotou je nejvhodnější pro požadavky klienta.	za vhodné (počet návrhů, za které můžete hlasovat, je omezený) 4) počítání hlasů 5) zkrácení seznamu návrhů 6) opakování kroků 2-5 Nevýhodou této techniky je velké množství času stráveného.	2) vyhodnocení rozhodovacího stromu – vyhodnocení výsledku dosaženého 3) parametry: zda jsou návrhy vhodné pro klienta a pravděpodobnost implementace řešení; 4) získání řešení - nejlepší možností je možnost s nejvhodnějším návrhem a nejvhodnější možností.
---	---	---	---	---

Tabulka 2 Techniky rozhodování. Zdroj: vlastní zpracování

Tato kapitola pojednává o definici optimálního řešení, hodnotí rozhodovací techniky a demonstruje nadřazenost metody analýzy hierarchie nad ostatními technikami pro řešení daného problému.

6 Závěr

Hledání nemovitostí odborníkem je rutinní proces, který trvá hodně času, a proto je třeba jej strukturovat.

V průběhu bakalářské práce byl charakterizován proces hledání realitních objektů v teorii rozhodování, předmětová oblast byla zkoumána za účelem stanovení strukturních komponent, které zajišťují distribuci prioritních parametrů při hledání realitních objektů, matematický model pro hledání řešení bylo postaveno na základě metody analýzy hierarchie.

Analytický hierarchický proces se nazývá metodologický základ pro řešení problémů s výběrem alternativ pomocí jejich multikriteriální klasifikace. Tato metoda pomáhá vybrat nejlepší řešení mezi několika alternativami týkajícími se několika kritérií, nepředepisuje rozhodovateli žádné správné rozhodnutí, ale umožňuje mu interaktivně najít možnost, která nejlépe vyhovuje jeho pochopení podstaty problému a splňuje požadavky na to rozhodnutí. Metoda byla vyvinuta za účelem optimalizace rozhodování, kdy je nutné brát v úvahu kvalitativní, kvantitativní a někdy protichůdné faktory.

Analytický hierarchický proces představuje prvky, které hierarchicky definují podstatu problému, čímž rozkládají problémy na jednodušší komponenty a zpracovávají posloupnosti úsudku rozhodovatele párovým porovnáním. Výsledkem je numerická intenzita, která určuje míru interakce prvků v hierarchii.

7 Seznam použitých zdrojů

- SAATY THOMAS L., VARGAS, LUIS G, 2001. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process, 293 , ISBN: 978-1-4614-3597-6
- R.W. SAATY, 1987, The Analytic Hierarchy Process – What It is and How it is used, 176 p., ISBN- 978-0-0705-4371-3
- DIRK ZELLER, 2010, Your first year in Real Estate: Making the Transition from Total Novice o Successful, 336 p., ISBN : 978-0-7615-3412-9
- SAATI T.L., 1996, Decision Making with Dependencies and Feedbacks: Analytical Networks, 386 p., ISBN : 978-1-5914-0702-7
- SAATI T., 2020, Decision-making. Hierarchy analysis method , 264 p., ISBN : 978-3-0306-5596-9
- WALLS K.,2018, Spring in Action, 520 p., ISBN : 978-1-6172-9494-5
- JOFFRION, J. DYER, A. FEINBERG , 2014, Solving Optimization Problems with Multiple Criteria Based on Man-Machine Procedures. Analysis issues and decision-making procedures. , 232 p. , ISBN : 978-1-4615-5025-9
- DAVID G., 2012, Paired Comparison Method, 433 p., ISBN : 978-0-8526-4290-0
- GOODWIN P., 2014, Decision Analysis for Management Judgment, 3rd edition, 477 p. ,ISBN : 978-0470861080
- REINHARD D., 2014, Graph Theo Critical path precedence networks: A handbook on activity-on-node networking for the construction industry ry , 313 p., ISBN: 0-387-95014-1
- F. LAWRENCE BENNETT , 1977, Critical path precedence networks: A handbook on activity-on-node networking for the construction industry , 98 p., ISBN : 978-0-4421-2190-7

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Hierarchie problému nalezení nejvhodnějšího řešení. Zdroj: vlastní zpracování ..	18
Obrázek 2 Schéma pro konstrukci matic párových srovnání. Zdroj: vlastní zpracování	19
Obrázek 3 Matice párových srovnání kritérií ve vztahu k cíli. Zdroj: vlastní zpracování	20
Obrázek 4 Matice párových srovnání alternativ ve vztahu k prvnímu kritériu. Zdroj: vlastní zpracování.....	20
Obrázek 5 Informace o zvažovaných návrzích. Zdroj: vlastní zpracování.....	20
Obrázek 6 Výsledek výpočtů podle vzorce (1.1) a (1.2). Zdroj: vlastní zpracování	21
Obrázek 7 Výsledek výpočtů podle vzorce (1.3). Zdroj: vlastní zpracování,	21
Obrázek 8 Výsledek výpočtů podle vzorce (1.4). Zdroj: vlastní zpracování	21
Obrázek 9 Informace o zvažovaných návrzích (Nákup). Zdroj: vlastní zpracování	22
Obrázek 10 Aktualizované informace o zvažovaných návrzích(Nákup). Zdroj: vlastní zpracování.....	22
Obrázek 11 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování	23
Obrázek 12 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria "Počet pokojů". Zdroj: vlastní zpracování	23
Obrázek 13 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování	23
Obrázek 14 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování	24
Obrázek 15 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost výtahu“. Zdroj: vlastní zpracování.....	24
Obrázek 16 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování.....	24
Obrázek 17 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování	25
Obrázek 18 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Počet pokojů“. Zdroj: vlastní zpracování.....	25
Obrázek 19 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování	25
Obrázek 20 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování	25
Obrázek 21 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost výtahu“. Zdroj: vlastní zpracování.....	26
Obrázek 22 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování.....	26
Obrázek 23 Váhy alternativ podle vyhledávacích kritérií. Zdroj: vlastní zpracování	26
Obrázek 24 „Váhy“ alternativ podle cíle. Zdroj: vlastní zpracování.....	27
Obrázek 25 Graf „Váhy“ alternativ podle cíle od největšího po nejmenší. Zdroj: vlastní zpracování.....	27
Obrázek 26 Informace o zvažovaných návrzích (Pronájem). Zdroj: vlastní zpracování.....	28
Obrázek 27 Aktualizované informace o zvažovaných návrzích (Pronájem). Zdroj: vlastní zpracování.....	28
Obrázek 28 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování	28

Obrázek 29 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria "Počet pokojů". Zdroj: vlastní zpracování	28
Obrázek 30 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování	29
Obrázek 31 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování	29
Obrázek 32 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Typ bydlení“. Zdroj: vlastní zpracování	29
Obrázek 33 Matice párových srovnání alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování.....	29
Obrázek 34 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Cena“. Zdroj: vlastní zpracování	30
Obrázek 35 Váhy alternativ podle kritéria „Počet pokojů“. Zdroj: vlastní zpracování.....	30
Obrázek 36 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Oblast“. Zdroj: vlastní zpracování	30
Obrázek 37 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Podlaha“. Zdroj: vlastní zpracování	30
Obrázek 38 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Typ bydlení“. Zdroj: vlastní zpracování.....	31
Obrázek 39 Váhy alternativ podle vyhledávacího kritéria „Přítomnost balkonu“. Zdroj: vlastní zpracování.....	31
Obrázek 40 Váhy alternativ podle vyhledávacích kritérií. Zdroj: vlastní zpracování	31
Obrázek 41 „Váhy“ alternativ podle cíle. Zdroj: vlastní zpracování.....	31
Obrázek 42 Graf „Váhy“ alternativ podle cíle od největšího po nejmenší. Zdroj: vlastní zpracování.....	32

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Metody hledání řešení. Zdroj: vlastní zpracování.....	12
Tabulka 2 Techniky rozhodování. Zdroj: vlastní zpracování.....	36

