

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA APLIKOVANÉ MATEMATIKY A INFORMATIKY

STUDIJNÍ PROGRAM: B0413A050023 EKONOMIKA A MANAGEMENT

STUDIJNÍ OBOR: EKONOMIKA A MANAGEMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Relevance vlastností užitečné funkce při aplikaci modelů
vícekriteriálního hodnocení variant**

Vedoucí práce:

Mgr. Michal Houda Ph.D.

Autor:

Josef Kadlec

Konzultant bakalářské práce:

RNDr. Tomáš Roskovec, Ph.D.

2024

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Josef KADLEC**
Osobní číslo: **E21430**
Studijní program: **B0413A050023 Ekonomika a management**
Téma práce: **Relevance vlastností uživatelské funkce při aplikaci modelů vícekritériálního hodnocení variant**
Zadávací katedra: **Katedra aplikované matematiky a informatiky**

Zásady pro vypracování

Student bude mít za úkol navrhnout pro dané faktory vícekritériálního rozhodování vhodný tvar uživatelské funkce tak, aby co nejlépe modeloval preference rozhodovatelů. Při výpočtech vícekritériálního rozhodování se v jednodušších modelech počítá s lokálně lineární uživatelskou funkcí, což je zřejmě zjednodušení reality a jiné funkce by zachytily vnímání kritéria lépe. Student nastuduje literaturu a navrhne obecné předpisy vhodných křivek a v následkém experimentu změní, která data nejlépe vystihují užitek. Cílem práce je připravit jednoduchý ale účinný nástroj na výrazné zlepšení metody WSM.

Metodický postup:

1. Student se seznámí s literaturou o uživatelské funkci a metodách vícekritériálního hodnocení variant.
2. Student navrhne možné typy křivek pro jednotlivá kritéria při zkoumaných rozhodnutích.
3. Student pomocí regresních metod spočítá vhodné tvary křivek z jednotlivých zkoumaných tříd.
4. Student ověří, které modely nejlépe vystihovaly skutečné preference, a na základě výsledků doporučí vhodné modifikace modelů.

Rozsah pracovní zprávy: **30 – 50 str.**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. Fiala, P., Jablonský, J., & Maňas, M. (1994). *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická.
2. Pennings, J. M., & Smidts, A. (2003). The shape of utility functions and organizational behavior. *Management Science*, 49(9), 1251-1263.
3. Tzeng, G., & Huang, J. (2011). *Multiple attribute decision making*. Boca Raton: CRC Press.
4. Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2011). Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: An overview/daugiatiksliai sprendimu PRIEMIMO Metodai Ekonomikoje: Apžvalga. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(2), 397-427.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Michal Houda, Ph.D.**
Katedra aplikované matematiky a informatiky
Konzultant bakalářské práce: **RNDr. Tomáš Roskovec, Ph.D.**
Katedra aplikované matematiky a informatiky

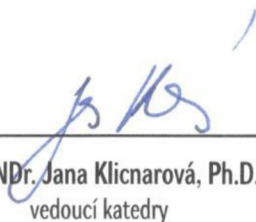
Datum zadání bakalářské práce: 19. prosince 2023

Termín odevzdání bakalářské práce: 14. dubna 2024



doc. RNDr. Zuzana Dvořáková Líšková, Ph.D.
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentská 13⁽²³⁾
370 01 České Budějovice



doc. RNDr. Jana Klicnarová, Ph.D.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ekonomickou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 26.4.2024

.....

Josef Kadlec

Poděkování

V této části bych rád poděkoval za veškerý čas při konzultacích i mimo, za úsilí a snahu dotáhnout tuto práci do zdárného konce svému vedoucímu práce Mgr. Michalu Houdovi Ph.D. a konzultantovi RNDr. Tomáši Roskovcovi, Ph.D., který mi pomohl vymyslet toto zajímavé téma a vždy mi byl nápomocný. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za trpělivost a cenné rady v průběhu psaní. Také bych chtěl poděkovat všem respondentům mého dotazníku, protože bez nich by tato práce nevznikla.

Abstrakt

Tato práce se zaměřuje na hodnotu vlastností užtkové funkce při aplikaci modelů více-kriteriálního hodnocení variant. Cílem je identifikovat nedostatky v lineární užtkové funkci a nalézt optimální alternativu. V naší studii se opíráme o analýzu příkladu výběru bytu pro studenta hledajícího si bydlení. Dále bude zkoumána relevantnost různých vlastností užtkové funkce a jejich vliv na celkové hodnocení a rozhodování. Pro kvantifikaci této problematiky budou využity analytické metody a modely. V závěru práce bude diskutován vliv identifikovaných nedostatků v užtkové funkci na výsledky hodnocení a bude navržena vhodnější užtková funkce pro aplikace vícekriteriálního hodnocení variant. Tato studie se snaží přispět k lepšímu porozumění vlivu vlastností užtkové funkce na kvalitu hodnocení a rozhodování ve vícekriteriální analýze.

Abstract

This thesis was concentrated on the value of utility function properties in the application of multi-criteria variance estimation models. The aim was to identify the deficiencies in the current utility function and to find the optimal alternative. Our study is based on the analysis of a case example involving the selection of an apartment for a student seeking accommodation. The relevance of different features of the utility function and their influence on the overall evaluation and decision making was investigated. Analytical methods and models were used to quantify this issue. The thesis was concluded by discussing the impact of identified utility function deficiencies on the evaluation results and suggesting a more appropriate utility function for multi-criteria variant evaluation applications. This study was sought to contribute to a better understanding of the influence of utility function characteristics on the quality of evaluation and decision making in multi-criteria analysis.

OBSAH

1	Úvod	3
2	Literární rešerše a teorie rozhodovacích modelů	5
2.1	Vícekriteriální rozhodování	5
2.1.1	Historie	5
2.1.2	Základní pojmy	6
2.1.3	Vlastnosti variant	7
2.1.4	Kompromisní varianta	8
2.2	Vícekriteriální hodnocení variant	8
2.2.1	Historie MCDM	8
2.2.2	Postup vícekriteriálního hodnocení	9
2.2.3	Metody stanovení vah kritérií	10
2.2.4	Základní popis určení pořadí variant	11
2.2.5	Královská hra z Uru	16
2.3	Užitková funkce	18
2.3.1	Základní popis	18
2.3.2	Užitková funkce v ekonomii	18
2.3.3	Užitková funkce ve financích	18
2.3.4	Aversion of loss	20
3	Metodika	22
3.1	Cíle, hypotézy	22
3.2	Metodika	22
3.2.1	Sběr dat	22
3.2.2	Dotazníkové šetření	22
3.2.3	Zpracování dat	25
4	Výsledky a jejich interpretace	26
4.1	Výsledky dotazníkového šetření	26

4.1.1	Výsledky hodnocení kritérií	26
4.1.2	Vyhodnocování jednotlivých metod	30
4.1.3	Váhy dle příjmů	39
4.1.4	Výběr nejlepší metody	41
5	Diskuze	43
5.1	Nejdůležitější kritéria z pohledu studentů	43
5.2	Vliv příspěvku rodičů na preference	43
5.3	Nejvhodnější užitková funkce	44
6	Závěr	47
I.	Summary and keywords	48
II.	Zdroje	49
III.	Seznam tabulek	51
IV.	Seznam grafů	52
V.	Seznam obrázků	53
VI.	Seznam příloh	54
VII.	Přílohy	55

1 Úvod

Na úvod se budeme zabývat popisem vícekritériálního hodnocení variant. Problémy, vyžadující posouzení více než jednoho kritéria, se velice často vyskytují v reálném životě, a to jak v běžném dni každého člověka, tak i v problémech s celospolečenskými dopady. To z něj dělá velice zajímavé téma. Příkladem běžného rozhodování je, co si koupíme za telefon, (buďto dražší a výkonnější nebo levnější a méně výkonný), co si dáme k obědu (jestli zvolit restauraci levnější, ale ve větší vzdálenosti od bydliště nebo dražší, která je blíže) nebo jaké si pořídíme auto (s barvou, která se nám líbí, ale bez upravených brzd nebo s ne tak preferovanou barvou, ale s úpravou brzd). Za problémy s celospolečenskými dopady můžeme zmínit rozdělování starobního důchodu, stanovení státního rozpočtu, vymezení nového stavebního plánu obce atd.

Pokračovat budeme popisem Weighted sum method (dále jen WSM) metody (rozhodce vyjádří svůj postoj ke kritériím váhami, které se následně znormují tak, aby byl jejich součet $1=100\%$. Následně vyjádříme částečné užítky pro každou variantu a každé kritérium. Nakonec posoudíme varianty na základě agregovaného užitku, což je vážený součet užitků dané varianty přes všechna kritéria. Varianta s nejvyšším užítkem je rozhodci doporučena jako optimální.)

Velice důležitá funkce pro naši práci je funkce užitková. Užitková funkce slouží k reprezentaci různých mikroekonomických jevů. Tato funkce nám ve své podstatě říká, kolik užitku nám přinese počet nějakého statku. Jak je všem známo, užitková funkce je rostoucí, což znamená, že je i prostá.

V této bakalářské práci se budeme zaměřovat především na počítání a navrhování vhodné užitkové funkce. Jako subjekt zkoumání jsme se rozhodli zvolit výběr při pronájmu bytu. Respondenti budou vybírat z variant na základě kritérií, kterým přiřadí subjektivně zvolené váhy. My tato data zpracujeme a budeme hledat takovou funkci, která co nejlépe odpovídá naměřeným výsledkům pro modelovou úlohu, a to výběr bytu. Budeme zkoušet použití různých známých funkcí jako: funkce lineární, funkce kvadratická nebo funkce mocninná. Tyto funkce budeme porovnávat s odpověďmi respondentů.

V první části práce je shrnutí a vysvětlení vícekritériálního rozhodování, WSM metody a užitkové funkce. V druhé je popsána analýza hledání funkce, která co nejlépe odpovídá

hodnocení respondentů a výběrem jejich variant. Cílem práce je přiblížit preference kritérií studentů, určit vliv příspěvku od rodičů na rozhodování studentů. V závěru práce jsou vyhodnoceny použité užitkové funkce a vybrána funkce nejlepší.

2 Literární rešerše a teorie rozhodovacích modelů

2.1 Vícekriteriální rozhodování

My se v naší práci budeme konkrétně zabývat metodou hodnocení variant. Vícekriteriální rozhodování (Multiple Criteria Decision Making, dále MCDM) se dělí na dvě kategorie: vícekriteriální hodnocení variant, kde alternativ je konečný počet, a vícekriteriální vektorová optimalizace, kde alternativy nejsou explicitně známy – jsou zadány omezeními. Rozhodování obsahuje čtyři za sebou jdoucí kroky: identifikování problému, určení vah jednotlivých kritérií, hodnocení alternativ a na závěr určení nejvhodnější alternativy. Obecně můžeme využít tři typy analýz k řešení tohoto problému: deskriptivní analýzu, preskriptivní analýzu a normativní analýzu. My se v naší práci budeme konkrétně zabývat metodou hodnocení variant. (Tzeng & Huang, 2011)

2.1.1 Historie

Počátky vícekriteriálního rozhodování sahají do dávných let. Bohužel přesný začátek nelze stanovit, jelikož nejsou datovány záznamy. První zmínka o vícekriteriálním rozhodování se přisuzuje Benjaminu Franklinovi (1706-1790). Americký prezident při řešení významného problému využíval jednoduchý papírový systém. Na pravou stranu si napsal výhody daného rozhodnutí a na druhou stranu nevýhody. Poté škrtnul jednotlivé argumenty, které pro něj měly stejnou váhu, a tím se poprvé zmínil o použití vah kritérií. Podle toho, na jaké straně mu zbyly argumenty, učinil rozhodnutí. Pokud zbyly na straně výhod, bylo dané rozhodnutí výhodné, pokud opačně tak nikoliv.

Dalším důležitým představitelem je markýz de Condorcet (1743-1794), který je autor takzvaného Condorcetova paradoxu či Condorcetova kritéria. Tyto metody byly popsány v díle zvaném *Essay on the application of analysis to the Probability of major decisions*. Využívají se hlavně v oblasti voleb a chápeme je takto: pokud kandidát A porazí kandidáta B a kandidát B kandidáta C, může se stát, že kandidát A neporazí kandidáta C. Příkladem je průzkum v USA z roku 2024, kde v primárních volbách republikánů Donald Trump poráží Nikky Haley, ale Nikky Haley je favorizovaná porazit Joe Bidena, který ovšem dle průzkumů má být schopen porazit Donalda Trumpa. Pokud by tedy republikáni věřili průzkumům a chtěli získat úřad prezidenta, měli by teoreticky preferovat Nikky Haley, ale to se v tuto chvíli neděje, proto fakticky oba jejich kandidáti mohou zůstat poraženi a Joe Biden znovuzvolen.

Georg Cantor (1845-1918) byl německý matematik narozený v Petrohradu. Cantor stavěl hodně na chybné, avšak inspirativní teorii, kterou vybudoval český matematik Bolzano. Je znám jako tvůrce teorie množin, kde rozšířil nekonečná čísla o kardinální (kardinální číslo, někdy též kardinál, se pojí s čísly používanými pro popis velikosti množin. Jelikož se matematika zabývá i nekonečnými objekty, kardinální čísla a mohutnosti množin popisují i nekonečné množiny. V rozhodování nám pomůže určit, o kolik je daná varianta lepší nebo horší než jiná varianta) a ordinální (v teorii množin je ordinální číslo zobecněním myšlenky pořadí prvku v uspořádané množině, jež je v přirozeném jazyce vyjádřena řadovou číslovkou jako „první“ či „pátý“. V rozhodování nám určí kolikátá je daná varianta v pořadí podle daného respondenta, ale už nám neřekne o kolik, to potřebujeme kardinální informace).

Francis Ysidro Edgeworth (1845-1926) byl irský ekonom, matematik a statistik. Zabýval se ideálním rozvržením zdrojů v jednotlivých ekonomikách. Matematickými metodami rozvíjel teorii mezinárodního obchodu, zdanění a teorii monopolu. Jeho největším přínosem je použití matematických metod pro vyřešení zmíněných otázek. Mezi jeho nástroje patří: funkce užitku, indifferenční křivky, smluvní křivky směny a schéma, které nese jméno Edgeworthův box-diagram. Ovlivnil po svém působení mnohé další ekonomy (Keynes, 1933).

Poslední zástupce, kterého bychom měli zmínit, je Vilfredo Pareto (1848-1923). Narodil se ve Francii, ale působil hlavně v Itálii, kde byl stálým kritikem italské vlády a jejich ekonomických opatření, přestože ekonomickou školu vystudoval až ve svých čtyřiceti letech. V roce 1906 předělal Edgeworthovo dílo Matematická psychologie a vznikla z toho kniha Rukověť politické ekonomie. Jeho a Edgeworthovo dílo velice působilo na ekonomiku a budoucnost MCDM. MCDM se dnes řadí v aplikované vědě mezi operační výzkum, který si klade za úkol optimalizovat reálné situace za použití matematiky bez zbytečně náročné teorie. Díky tomu se jedná o často používané a praktické metody i mimo oblast akademického výzkumu. Od roku 1992 uděluje mezinárodní společnost na MCDM Edgeworth-Paretovo ocenění (Köksalan, Wallenius, & Zionts, 2011).

2.1.2 Základní pojmy

Rozhodnutí (decision) – výběr bytu.

Rozhodovatel (decision-making unit) – ten kdo činí rozhodnutí.

Varianty (alternativy) – množina rozhodnutí, jež je možné učinit (seznam bytů).

Optimální varianta – varianta splňující nejlépe zadaná kritéria (také kompromisní varianta).

Kritéria (objectives, rules, criteria) – hlediska, podle kterých jsou varianty posuzovány (max/min, kvantitativní/kvalitativní).

Preference – kritická hodnota (aspirační úroveň) pořadí kritérií, váhy kritérií, kompenzace hodnot kritérií.

Tabulka 1: Byty A, B a C

Varianty	Kritéria			
	Cena (v tis. Kč)	Velikost bytu (v m ²)	Vzdálenost do práce (v km)	Parkovací místo u bytu
Byt A	3000	50	10	Ano
Byt B	2500	45	2	Ne
Byt C	4000	70	8	Ano

Zdroj: vlastní zpracování

2.1.3 Vlastnosti variant

Dominovanost – máme dvě varianty A a B. Varianta A není v žádném kritériu horší než varianta B a alespoň v jednom je o hodně lepší než varianta B. Pokud nastane tato situace, lze říci, že A dominuje B anebo B je dominováno A. Dominované varianty lze vyřadit, protože nikdy nemohou být nejlepší volbou, vždy k nim existuje lepší, dominující varianta.

- **Paretovská (nedominovaná) varianta** – pokud varianta není dominována žádnou jinou variantou.
- **Ideální varianta** – varianta A je složena z hodnot, které respondent preferuje nejvíce. Je ve všem ideální, každou jednou hodnotou. Tato varianta je spíše jen hypotetická, jinak bychom ji vždy vybrali jako první bez předešlé analýzy.
- **Bazická (bazální) varianta** – varianta je inverzní k ideální variantě. To znamená, že ve všech hodnotách je nejhorší z variant. V každém jednom kritériu, které hodnotíme, má nejhorší hodnoty.

Při hledání ideální varianty se snažíme hledat tu variantu, která je pro nás takzvaně kompromisní. Pokud vyřazujeme dominované jednotky, pak v případě, že je nám nabídnuta ideální varianta není nutné vybírat, protože automaticky dominuje všechny ostatní a tím je vyřadí z výběru. Obecně má výběr smysl jen v případě, když po odstranění dominovaných variant máme více než jednu možnost (Kampf, 2003).

2.1.4 Kompromisní varianta

Kompromisní varianta je velmi důležitým pojmem, jelikož se ke kompromisní variantě snaží dostat celá operace rozhodování.

Tato varianta musí mít následující vlastnosti:

- **Varianta nesmí být dominována** žádnou jinou (musí být Paretovská).
- **Invariance** (česky neměnnost) je označení pro situaci, v níž jsou jisté objekty neměnné při určitých událostech vzhledem k pořadí kritérii. Matematicky se invariance často vyjadřuje pojmem invariantu. Jednoduše řečeno, má být invariantní vůči přidání dominované varianty tedy stejná funkce pro nás bude nejlepší, i když přidáme do možností nějakou zjevně nevybratelnou, tj. dominovanou, variantu.
- **Musí být stabilní.** Mají-li v nějakém kritériu všechny varianty podobné hodnoty, toto kritérium nesmí zásadně ovlivnit pořadí. Pokud při výběru podnájmů bytu preferujeme o 50 korun levnější nájem, neměla by daná hodnota rozhodnout celý proces.)

Právě jedna varianta je vybrána jako kompromisní. Kompromisní varianty nemůžou být tři nebo nemůže být žádná (Schmidt, 2015).

2.2 Vícekriteriální hodnocení variant

Vícekriteriální hodnocení variant (Multiple criteria decision making, MCDM) je disciplína operačního výzkumu, která se zabývá analýzou rozhodovacích situací, kde jsou posuzovány rozhodovací varianty podle několika, zpravidla navzájem konfliktních, kritérií. Touto disciplínou se budeme v naší práci konkrétně zabývat.

2.2.1 Historie MCDM

Preference jsou využívány v mnoha situacích při rozhodování v ekonomice. První pokus o popis preferencí lze spojit s Von Neumann & Morgenstern (1944). Savage (1954) byl

první, kdo představil základy tohoto tématu. Většina ekonomických, průmyslových, finančních nebo politických rozhodovacích problémů je vícekritériálních, a proto se tato problematika zkoumá dál (Zavadskas & Turskis, 2011).

V oblasti MCDM existují dva proudy myšlení, na nichž je založen lidský výběr: francouzská škola a americká škola. Francouzská škola především propaguje koncept překonávání při hodnocení diskrétních alternativ. Americká škola je založena na multifaktorových hodnotových funkcích a teorii multifaktorové funkce užítku (MAUT). MCDM podle Vinckeho (1992) je nejvíce charakterizována souborem metod pro více kritérií. Od 50. let 20. století bylo vyvinuto velké množství rafinovaných metod MCDM, které se od sebe liší v požadované kvalitě a kvantitě dodatečných informací, použitou metodologií, uživatelskou přívětivostí, používanými nástroji citlivosti a matematickými vlastnostmi, které ověřují. Vincke stručně popisuje rozdělení celkového rozhodování s více kritérii do tří komponentů teorie multifaktorové funkce užítku, metod překonávání a interaktivních metod (Roush, 1993). (Siskos & Spyridakos, 1999) představili přehled historie a současného stavu systémů MCDM. Wang, Jing, Zhang, & Zhao (2009) ve svém přehledu analýzy MCDM v oblasti udržitelného rozhodování o energii poukázali na to, že metody MCDM se stávají stále populárnějšími. A to hlavně kvůli multidimenzionalitě cíle, udržitelnosti a složitosti socioekonomických a biofyzikálních systémů. Carlsson a Fuller rozhodli, že existují 4 druhy MCDM metod a to jsou: outranking, teorie hodnoty a funkce, vícekritériální programování a metody založené na teorii skupinového rozhodování a vyjednávání (Carlsson & Fullér, 1996).

Preference jsou využívány v mnoha situacích při rozhodování v ekonomice. První pokus o popis preferencí lze spojit s Von Neumann & Morgenstern (1944). Savage (1954) byl první, kdo představil základy tohoto tématu. Většina ekonomických, průmyslových, finančních nebo politických rozhodovacích problémů je vícekritériálních, a proto se tato problematika zkoumá dál (Zavadskas & Turskis, 2011).

2.2.2 Postup vícekritériálního hodnocení

Vícekritériální hodnocení variant zpravidla začíná stanovením vah jednotlivých kritérií (váhou rozumíme číslo vyjadřující, jak moc je pro nás kritérium důležité). Rozhodující subjekt si například ohodnotí jednotlivá kritéria od jedničky do desítky podle jeho subjektivních pocitů a potřeb. Jako další krok následuje stanovení celkového pořadí variant (Fiala Petr, Jablonecký Josef, & Maňas Miroslav, 1994).

2.2.3 Metody stanovení vah kritérií

První, co si musíme zjistit, jsou informace o daných kritériích. Respondent má buď ordinální informace o preferencích (může určit jejich pořadí) nebo kardinální informace (může určit jejich pořadí i rozestupy). V ojedinělých případech respondent nemůže určit pořadí kritérií. Rozhodování bez vah je velmi nepřesné, ordinální pořadí přesnější a práce s kardinální informací je náročnější, ale nejvíce přesný model. Metod je mnoho a uvedeme jen některé, protože obecně si lze vymyslet velké množství variant. Pro lepší porozumění si napíšeme příklad. Pokud si jako student vybírám byt, ve kterém budu bydlet v pronájmu, zajímá mě, jak je byt drahý. Dále mě zajímá vzdálenost bytu od míst, kam budu denně jezdit. Jako poslední kritérium beru na vědomí kvalitu bytu. Kvalitou bytu je myšlena užitná plocha bytu, vybavení bytu nebo parkování u bytu. Nejdůležitějším kritériem je pro mě cena pronájmu, jelikož jsem student s nízkým rozpočtem. Jako druhé kritérium požaduji co nejvýhodnější polohu, protože nemám auto. Nejsem náročný, na kvalitě bytu mi příliš nezáleží. Cenu si tedy stanovím na 60 procent. Docházkovou vzdálenost jako 30 procent a poslední, kvalitu bytu jako 10 procent. Tímto procesem jsem si stanovil jednotlivé váhy kritérií.

Pokud má rozhodovatel ordinální informace o preferencích kritérií, můžeme použít metodu pořadí nebo Fullerovu metodu.

- **Metoda pořadí** (všechny najednou): K této metodě potřebujeme znát od respondenta pořadí, v jakém daná kritéria preferuje. Poté už jen bodujeme kritéria sestupně podle počtu kritérií (když máme sedm kritérií, tak nejpreferovanější bude mít sedmičku, druhé šestku a sestupně dál).
- **Fullerova metoda** (párové porovnávání) srovnává právě p kritérií. Používáme ji hlavně v situacích, kde je pro respondenta obtížné obodovat jednotlivá kritéria. Srovnává každé dvě kritéria mezi sebou. Počet srovnání je tedy N a lze spočítat:
$$N = \binom{p}{2} = \frac{p(p-1)}{2}$$
 Srovnání jde posuzovat také ve Fullerově trojúhelníku. V něm respondent zakroužkuje to kritérium, které je pro něj důležitější a je mu přidělen bod. Váha i -tého kritéria podle j -tého respondenta je vyjádřena:
$$v_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^p a_{ij}} = \frac{a_{ij}}{N}$$
 Na závěr se sečte počet bodů jednotlivých kritérií a normalizací získáme váhy. Existuje modifikace této metody, a to v případě, že nám nějaké kritérium nezíská

žádný bod. Pokud se tak stane, přidělíme každému kritérii po bodu a poté provedeme normalizaci, aby nemělo dané kritérium nulovou váhu (Kopa, 2014).

Pokud má rozhodovatel kardinální informace o preferencích kritérií, používáme bodovací metodu nebo Saatyho metodu.

Bodová metoda je v mnohém podobná jako metoda pořadí. Udává nám ale i kardinální informaci o preferenci respondentů. To znamená, že respondent každému kritérii přiřadí body podle toho, jak moc dané kritérium preferuje (například od 1-100) Potom sečteme počet udělených bodů a váhy získáme podílem přidělených bodů jejich součtem (Zavadskas & Turskis, 2011).

Saatyho metoda je kvantitativní párové porovnávání podobně jako Fullerova metoda, ale opět pracujeme s kardinálními informacemi. Váhy se určí na základě matice, kterou musíme sestavit pomocí regresních metod. Ale, tuto metodu nebudeme dopodrobna rozepisovat, protože ji nevyužíváme (Fiala Petr et al., 1994).

2.2.4 Základní popis určení pořadí variant

V této podkapitole si řekneme, jak určíme pořadí variant, když už známe kritéria, o kterých budeme muset rozhodovat. Kritéria už známe a máme i určené váhy.

- **Lexikografická metoda**

Používá pouze relativní hodnocení jednotlivých variant podle určitých kritérií a jejich vah. Výstupem této metody jsou tedy také pouze relativní informace o preferencích mezi variantami. Zjednodušeně lze tuto metodu nazvat metodou slovníku.

Postup této metody spočívá v identifikaci nejdůležitějšího kritéria a podle tohoto kritéria se řadí varianty. V případě, že dvě nebo více variant mají shodné hodnocení podle tohoto kritéria, jsou seřazeny podle následujícího nejdůležitějšího kritéria, a tak dále.

Příklad: Rozhodujeme mezi třemi byty k pronájmu. Jsme mladí studenti s nízkým rozpočtem, a proto je pro nás cena nejdůležitější kritérium. Druhé nejdůležitější kritérium je čas strávený na cestě za povinnostmi. Rozměr bytu je pro nás kritérium třetí. Byt A stojí 6 000 Kč, byt B stojí 5 500 Kč a byt C 7 000 Kč. Podle lexikografické metody bychom je tedy seřadili následovně: byt B by byl na prvním místě, byt A na druhém a byt C na třetím.

Tabulka 2: Byty podle Lexikografické metody

Byt	Cena	Čas na cestě	Rozměr	Pořadí
A	6000	20 min.	60 m ²	2.
B	5500	60 min.	40 m ²	1.
C	7000	5 min.	80 m ²	3.

Zdroj: vlastní zpracování

Jak si můžete všimnout, tato metoda při rozdílných hodnoceních kritéria nebere v potaz další kritéria. Příklad, kdy se dostaneme k dalšímu preferovanému kritériu: byt A stojí 6 000 Kč, byt B stojí 6 500 Kč a byt C také 6 000 Kč. Jelikož bychom měli byty A a C na stejném pořadí, přistoupíme k druhému kritériu a tím je čas na cestě. Byt A je 15 minut veřejnou dopravou od mé univerzity, zatímco byt C je 25 minut veřejnou dopravou od mé univerzity. Znamená to tedy že byt A je pro mě variantou jedna, kvůli času na cestě. Byt C je variantou dvě a byt B je variantou nejhorší, jelikož v prvním kritériu nejméně splňuje mé požadavky.

Tabulka 3: Byty podle Lexografické metody 2

Byt	Cena	Čas na cestě	Rozměr	Pořadí
A	6000	15 min.	60 m ²	1.
B	6500	30 min.	40 m ²	3.
C	6000	25 min.	80 m ²	2.

Zdroj: vlastní zpracování

Přestože lexikografická metoda splňuje základní požadavky na vícekritériální hodnocení variant a je snadná na použití, její hlavní nevýhodou je to, že bere v úvahu pouze hodnoty nejdůležitějšího kritéria a ignoruje hodnoty ostatních kritérií s výjimkou případů shody. To může vést k rozhodnutí pro variantu, která je v nejdůležitějším kritériu pouze nepatrně lepší, ale ve zbylých kritériích mnohem horší než jiná varianta. Fakticky vyhodnocujeme kritérium vždy jen jedno a vícekritériální je tedy tato metoda jen při srovnání kritérií, která se shodou v nejdůležitějším.

- **Metoda váženého pořadí**

Pracuje, jak jsme již zmínili, pouze s ordinálními informacemi. Tato metoda nám určí, která varianta by měla být nejvhodnější, ale dost často zkresluje představu. Jakmile je jedno kritérium jen o nepatrnou hodnotu větší, hned se to promítne na pořadí.

Příklad: Rozhodujeme mezi třemi byty k pronájmu. Hodnoty jsou jako v tabulce 3, a pořadí také jako v tabulce 3. Čísla představují pořadí jednotlivých bytů v porovnání s ostatními od nejvíce vyhovujícího po nejméně vyhovující.

Tabulka 4: Byty podle metody váženého pořadí

Byt	Cena	Vzdálenost	Rozměr
A	1.	2.	2.
B	2.	1.	3.
C	3.	3.	1.

Zdroj: vlastní zpracování

Jsme studenti nemající času nazbyt, vzdálenost je pro nás nejdůležitější kritérium. Druhé nejdůležitější kritérium je cena. Rozměr bytu je pro nás kritérium třetí. Seřadíme si jednotlivá kritéria od nejvíce vyhovující po nejméně vyhovující. V tabulce můžeme vidět, že cena je pro nás nejvíce vyhovující u bytu A. Následuje byt B a nejméně vyhovující je byt C. Tímto způsobem ohodnotíme i zbylá dvě kritéria (viz tabulka 5).

Tabulka 5: Byty podle metody váženého pořadí 2

Byt	Cena	Vzdálenost	Rozměr
A	1.	2.	2.
B	2.	1.	3.
C	3.	3.	1.
Váha kritérií	0,3	0,5	0,2

Zdroj: vlastní zpracování

Následně provedeme skalární součin pořadí s váhami kritérií. Výsledky poté porovnááme s cílem nalezení nejnižšího čísla. Jak můžeme vidět, byt A dosáhl nejlepšího výsledku, byt B byl druhý a byt C byl nejméně vyhovující.

$$\mathbf{A:1 \times 0,3 + 2 \times 0,5 + 2 \times 0,2 = 1,8}$$

$$\mathbf{B:2 \times 0,3 + 1 \times 0,5 + 3 \times 0,2 = 1,9}$$

$$\mathbf{C:3 \times 0,3 + 3 \times 0,5 + 1 \times 0,2 = 2,4}$$

Metoda váženého součtu (WSA, Weighted Sum Approach) je v literatuře zmiňována oběma způsoby, ale jde o stejnou metodu. Metoda váženého součtu je analytická metoda používaná k vyhodnocování a hodnocení alternativ na základě různých kritérií. Tato metoda se využívá ve různých oblastech, jako je výběr investic, hodnocení projektů, rozhodování ve veřejné správě nebo v obchodním prostředí. Principy váženého součtu se zakládají na váhování kritérií, hodnocení alternativ, výpočtu váženého součtu a interpretaci výsledků. Cílem je dosáhnout objektivního hodnocení a získat informace pro rozhodování (Letáček, 2023).

Metoda váženého součtu má dlouhou historii a široké využití v různých oblastech, což ji činí klíčovou pro mnoho profesí. Předcházely jí metody lineárního váženého součtu a cílového programování, které byly v minulosti užitečné. Avšak s časem se rozšířilo její použití do dalších oblastí, jako jsou investiční strategie, projektové hodnocení a veřejná politika, ale i obchodní rozhodování. Celkově lze říci, že metoda váženého součtu je vynikajícím nástrojem pro rozhodování a patří mezi nejlepší analytické metody na trhu.

Tato metoda je velmi podobná principu bodovací metodu, kde právě z výše uvedených důvodů (zbytečné zatížení zadavatele), provedeme převedení na body sami. Tj. zadané hodnoty z normalizujeme podle zadaného vzorce: $S_{ij} = \frac{r_{ij} - \min_j r_{ij}}{\max_j r_{ij} - \min_j r_{ij}}$ (min myslíme nejhorší variantu a max nejlepší variantu.)

Výhodou této metody je její relativní jednoduchost a získání ordinální informace. Nevýhodou je, že tato metoda není invariantní vůči přidáním neoptimálních hodnotám. Tento nedostatek můžeme odstranit použitím konjunktivních a disjunktivních metod před samotnou optimalizací (Diwakar et al., 2021).

Příklad: Rozhodujeme mezi třemi byty k pronájmu. Jsme mladí studenti, takže nemáme tolik času, a proto je pro nás vzdálenost nejdůležitější kritérium. Druhé nejdůležitější kritérium je cena. Rozměr bytu je pro nás kritérium třetí. Jak již jsem zmínil na rozdíl od předešlé metody, v této metodě počítáme i s ordinálními informacemi. Zde můžeme vidět tabulku s těmito informacemi.

Tabulka 6: Příklad WSA

WSA	Cena	Vzdálenost	Rozměr
A	6000	10 min.	30 m ²
B	7000	5 min.	20 m ²
C	9000	30 min.	40 m ²
Váha kritérií	0.3	0.5	0.2

Zdroj: vlastní zpracování

U této metody pro nás má nejlepší varianta hodnotu 1 a nejhorší hodnotu 0. Jinak řečeno nejlepší varianta je 100 % a nejhorší je 0 %. Varianty mezi nejlepší a nejhorší se počítají klasicky procenty a převedou se na zlomek. V následující tabulce můžeme vidět vypočítané hodnoty. Musíme si dávat pozor na to co je nejlepší a co nejhorší. U ceny je to nejmenší hodnota, u vzdálenosti také, ale u rozměru je nejlepší největší hodnota.

Tabulka 7: Příklad WSA 2

Užitky	Cena	Vzdálenost	Rozměr
A	1	4/5	1/2
B	2/3	1	0
C	0	0	1

Zdroj: vlastní zpracování

Jednotlivé užitky jsme si spočítali a teď nám zbývá spočítat agregovaný (souhrnný užitek). Ten se počítá klasickým skalárním součinem mezi vahami kritérií a hodnotami užítku.

$$A: (1; 0, 8; 0, 5) \times (0, 3; 0, 5; 0, 2) = 0, 75$$

$$B: (0, 66; 1; 0) \times (0, 3; 0, 5; 0, 2) = 0, 63$$

$$C: (0; 0; 1;) \times (0, 3; 0, 5; 0, 2) = 0, 3$$

Můžeme si všimnout, že nám pořadí vyšlo stejné jako u metody váženého pořadí. Tato metoda je ale vhodnější, protože nám krásně ukazuje, na kolik procent varianty odpovídají našim představám, a i jak jsou jednotlivé varianty od sebe vzdálené. Kdyby nám pro dvě nejlepší varianty vyšel velmi blízký agregovaný užitek, můžeme při rozhodování zvážit obě varianty. Naopak pokud je velký rozdíl mezi nejlepší variantou a druhou, je výběr jednoznačný.

2.2.5 Královská hra z Uru

Jednoduchou ukázkou síly vícekriteriálního rozhodování může být srovnání lidského hráče s AI rozhodujícím se na základě MCDM v deskové hře. Uvažujeme-li tah hráče i v poměrně jednoduchých hrách, přemýšlíme nad kritérii tahu, a proto má takový model dobrý smysl. Jedná se o dobrou ukázkou toho, jak je kritérium silné a jak dokáže aplikace MCDM překonat v úsudku člověka. Jedná se o dřevěnou deskovou hru z dávných let.

Královská hra z Uru, známá také jako Hra dvaceti čtverců, je starověká desková hra určená pro dva hráče, která má svůj původ v Mezopotámii. Tato hra patří k jedněm z nejstarších deskových her, které jsou nám známy, s prvními záznamy o ní pocházejícími z 3. tisíciletí před naším letopočtem. Její obliba sahá přes Střední východ, jak naznačují nálezy hracích desek, až po místa jako je Srí Lanka. Královská hra z Uru představuje zajímavý objekt zájmu archeologů, kteří zkoumají její historický význam a pravidla. Tyto pravidla byla rekonstruována na základě studia hliněných tabulek z Mezopotámie, které popisují různé aspekty hry, včetně sázek, které se v ní účastnily (Finkel, 2003).

Hra, která je velmi podobná „člověče nezlob se“, má svá specifická pravidla: Cílem je přesunout všechny 7 kamenů jednoho hráče přes herní plochu do „domečku“. Každý tah hráč hodí čtyřmi pyramidami a počet obarvených vrcholů určuje, o kolik polí smí táhnout. Tah lze provést libovolným kamenem, ale nesmí se vstoupit na pole obsazené vlastním kamenem. Pokud nelze táhnout žádným kamenem, tah propadá. Po zastavení na poli s rosetou (4., 8. nebo 13. pole) hráč táhne znovu, ne nutně stejným kamenem. K výstupu z desky je třeba poslední pole projet přesně o jedno. Pokud kámen vstoupí na pole obsazené soupeřovým kamenem, je soupeřův kámen vyhozen mimo desku, s výjimkou polí s rosetou, kde se kámen nevyhazuje. Existuje různé varianty dráhy přes desku a pravidel, ale používáme ty navržené kurátorem Britského muzea, Dr. Irvingem Finkel, který je autorem rekonstrukce pravidel (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Ekonomická fakulta, 2021).

Na ekonomické fakultě v Českých Budějovicích s touto hrou vytvořili velice zajímavý projekt. Cílem projektu bylo vyvinout jednoduchou ale účinnou umělou inteligenci, která dokáže hrát tuto hru lépe než člověk. Umělé inteligence se rozhodují prostým způsobem. Pro každý možný tah zváží pozitiva a negativa podle daných kritérií, jako je například možnost vložení nového kamene, odstranění soupeřova kamene, opakování tahu nebo riziko, že budou vyhozeni. Na základě těchto úvah pak jednoduše vybere ten tah, který

považuje za nejlepší. Pomocí metod vícekriteriálního hodnocení variant připravili dva typy umělé inteligence.

Jednodušší metodou, kterou jsme již zmínili, známou jako semi-lexikografická nebo „slovníková“ metoda, je systematické řazení kritérií podle priority. Každé kritérium je ohodnoceno a seřazeno podle důležitosti. Poté pro každou variantu tahů prozkoumám, jak každé kritérium splňuje. Začnu s prvním kritériem a vyberu tah, který ho nejlépe splňuje. Pokud existuje více tahů s nejvyšším ohodnocením, porovnáám je pomocí druhého kritéria a pokračuji tak dále, dokud nedostanu jednoznačně nejlepší tah. Tímto způsobem postupuji, dokud nenajdu nejlepší tah mezi možnostmi.

Složitější metodou je WSA. Tato metoda nepřirazuje kritériím pořadí, ale váhy, což jsou kladná čísla vyjadřující význam jednotlivých kritérií. Po vyhodnocení, jak moc každá varianta tahu splňuje jednotlivá kritéria, se provádí vážený součet, kde se každé kritérium tahu násobí váhou příslušného kritéria a tyto výsledky se následně sečtou. Matematicky to odpovídá skalárnímu součinu vah a hodnot kritérií. Tato metoda je trochu náročnější na výpočet, ale je citlivější a obvykle přesnější než předchozí metoda. Při testování proti studentům se i jednodušší metoda ukázala efektivní, ale WSA bylo silnější, ovšem algoritmy, které přemýšleli několik tahů dopředu byly mnohem silnější. (Roskovec, Chládek, Hejplík, Mudra, & Šulista, 2023).

2.3 Užítková funkce

2.3.1 Základní popis

Užitková funkce je pojem, který modeluje „uspokojení“ nebo „užitek“, který spotřebitel získává z určitého množství zboží nebo služeb. Užitečnost je subjektivní pojem, který nelze přímo měřit. To znamená, že kvantifikace tohoto konceptu je složitá, protože je ovlivněna různými faktory specifickými pro každou osobu. Přesto je možné tento koncept modelovat a získat představu o něm pomocí matematických funkcí. Užitková funkce přiřazuje numerickou hodnotu každému množství zboží, které se rozhodnete konzumovat. Čím vyšší je tato hodnota, tím je spotřebitel v lepší situaci.

2.3.2 Užítková funkce v ekonomii

Užitková funkce je důležitá v ekonomické teorii, protože pomáhá kvantifikovat preference a rozhodovací procesy jednotlivců. V klasické ekonomické teorii se předpokládá, že rozhodovatelé maximalizují své užítkové funkce a nikoliv zisk. Příkladem může být pracovník, kterého nebude lákat dobře placený přesčas, protože bude preferovat čas strávený s rodinou. Poskytuje způsob, jak měřit spokojenost nebo štěstí, které jednotlivci získávají konzumací zboží a služeb. Užítkové funkce umožňují ekonomům analyzovat a předpovídat chování spotřebitelů, tržní poptávku a účinky politických změn. Porozumění užítkové funkci umožňuje ekonomům činit informovaná rozhodnutí o alokaci zdrojů, stanovování cen a analýze blahobytu. Užítkové funkce také hrají klíčovou roli ve studiu teorie her, kde pomáhají modelovat a analyzovat strategické interakce mezi jednotlivci nebo firmami (Chen, 2017).

2.3.3 Užítková funkce ve financích

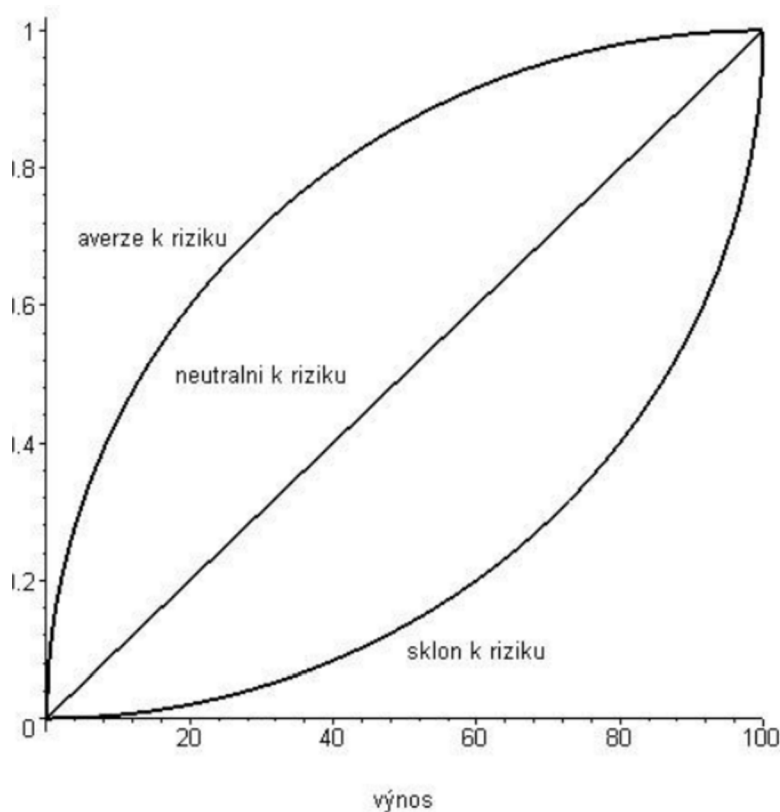
Užitková funkce ve financích znázorňuje závislost mezi užítkem a konečnou hodnotou z investice. Všichni racionální investoři preferují vyšší užitek před nižším za stejných podmínek, což znamená, že jejich užítková funkce je typicky rostoucí. Tento fakt je graficky znázorněn níže v grafu 1.

U rizikově averzních investorů každá další koruna z výnosu přináší menší a menší užitek. To znamená, že pokud první koruna výnosu představuje jednotku užítku, druhá koruna výnosu představuje užitek menší než jednotka atd. Jejich užítková funkce je tedy konkávní. Tato funkce je v teorii i v praxi tou, který se pozoruje a aplikuje ve většině případů a nejlépe odpovídá většině respondentů.

U rizikově neutrálních investorů každá další koruna výnosu přináší stejné množství dodatečného užítku, což odpovídá lineární uživatkové funkci.

U rizikově hledajících investorů každá další koruna výnosu přináší stále vyšší množství dodatečného užítku, což znamená, že jejich uživatková funkce je konvexní.

Graf 1: Graf rizika

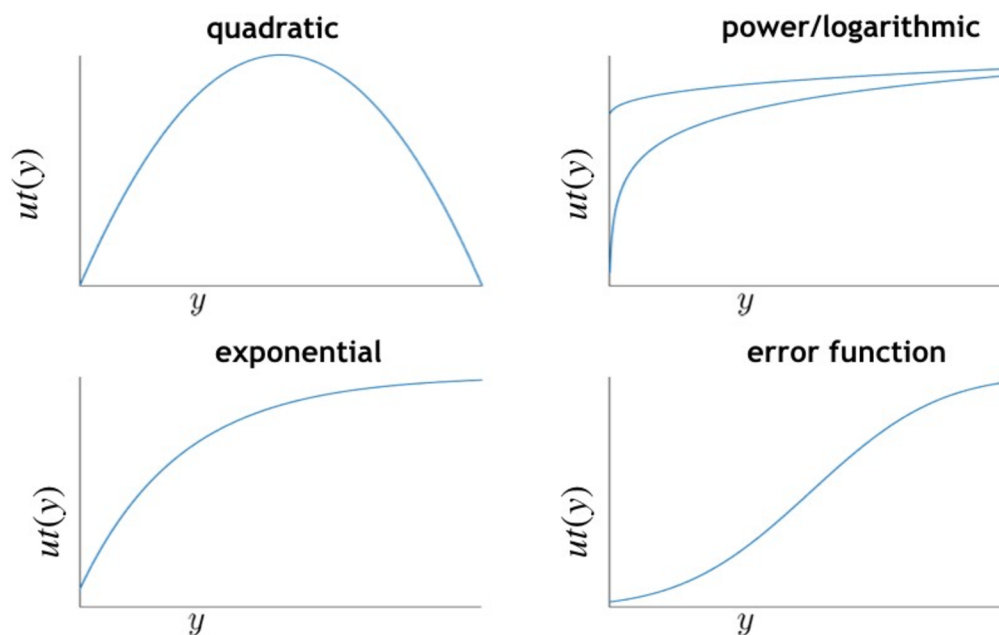


Zdroj: (Klicnarová, 2022)

Dále nám pomáhá navrhnout a zdokonalit produkty a služby tak, aby byly co nejvíce užitečné a přínosné pro uživatele. Uživatková funkce je tak klíčovým aspektem při vytváření a hodnocení produktů a prostorů, které nám slouží a uspokojují naše potřeby a přináší hodnotu do našeho života (Pennings & Smidts, 2003).

Když byla uživatková funkce poprvé pojmenována 300 let zpátky, byla pro její modelování používána logaritmická funkce. (Bernoulli, 1738). Postupem času bylo použito mnoho různých funkcí a tvarů pro tuto funkci. Na obrázku níže se můžeme podívat na různé tvary uživatkových funkcí. V dalších kapitolách se dozvíme, která uživatková funkce nejlépe odpovídá hodnocení parametrů bytu při výběru bytu mezi respondenty.

Obrázek 1: grafy užítkové funkce



Zdroj: (ARPM, 2015)

2.3.4 Aversion of loss

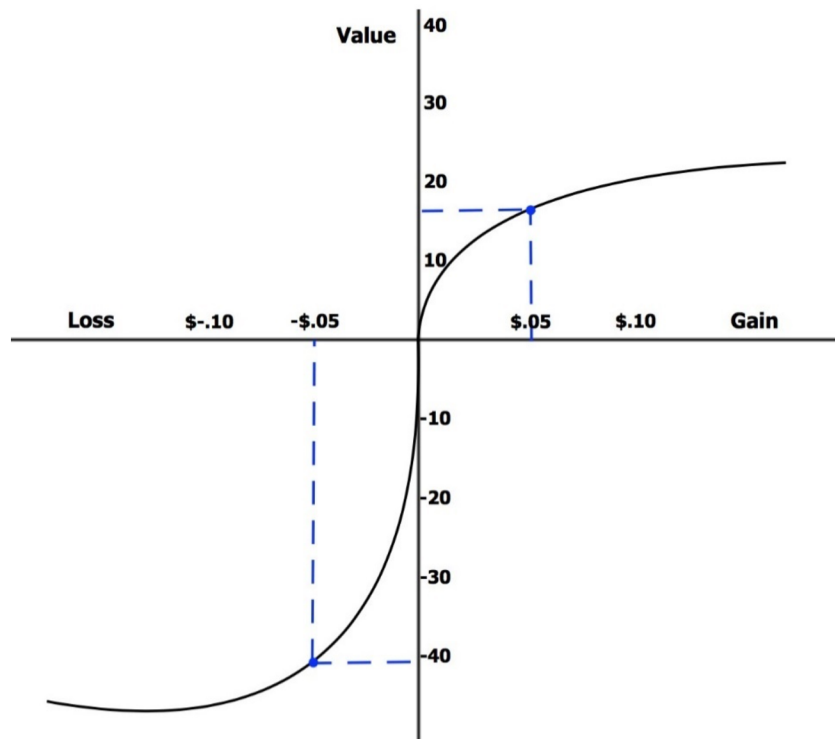
Aversion of loss (odpor ke ztrátě) byla představena Kahnemanem a Tverským (1979) jako jeden z klíčových prvků behaviorální vědy. Na rozdíl od teorie očekávaného užitku předpokládá Aversion of loss, že hodnotová funkce je definována na zisku a ztrátách vzhledem k

referenčnímu bodu, nikoli na konečné úrovni bohatství. Averse ke ztrátě naznačuje, že hodnotová funkce je strmější pro ztráty než pro zisky. Tato hypotéza byla motivována psychologickým zjištěním, že „rozhořčení, které člověk zažívá při ztrátě peněz, se zdá být větší než potěšení spojené se získáním stejné částky“ (Kahneman & Tversky, 1979). Ve svém přehledu o psychologii a ekonomii cca před 25 ti lety Rabin (1998) zdůraznil rostoucí význam averze ke ztrátě jako psychologického zjištění, které by mělo být integrováno do ekonomické analýzy. Zejména averze ke ztrátě je nejdůležitějším vysvětlením efektu dotace (Thaler, 1980) a tedy pro rozdíl mezi ochotou platit a ochotou přijmout, který je často pozorován v empirických studiích. Navíc averze ke ztrátě může vysvětlit zkresení ve prospěch status quo (Imai & Schmidt, 2023). Aplikace psychologie do ekonomie mimo jiné při přístupu k riziku byly oceněny v letech 2002 (D. Kahneman) a 2017 (R. Thaler) Nobelovou cenou za ekonomii.

Příklad: Nabídnou svému spolužákovi hod mincí o 10 dolarů. Když vyhraje, dám mu 10 dolarů, a když prohraje, musí on dát 10 dolarů mně. Mnoho lidí by se zdráhalo tuto hru podstoupit právě kvůli strachu ze ztráty. Přesně o tomhle pojednává averze ke ztrátě. Tomu odpovídá konkávní trend při hodnocení zisku, který odpovídá averzi k riziku, což je v teorii i v aplikacích nejobvyklejší model.

V současné době je behaviorální věda zpochybňována důsledkem nedávných skandálů s falešnými daty (Francesca Gino, Daniel Ariely a další). Proto se řada klíčových poznatků, včetně averze ke ztrátě, podrobuje novému zkoumání a ověřování přes nezávislé experimenty.

Obrázek 2: Graf Aversion of loss



Zdroj: (Wikipedia, 2024)

3 Metodika

3.1 Cíle, hypotézy

V naší bakalářské práci se zabýváme porovnáváním respondentů, jaká kritéria při výběru bytů ho nejvíce zajímají. Konkrétně vybíráme byt k pronájmu pro vysokoškolské studenty. Kritériím při výběru jsou cena, čas na cestě a kvalita. Cenou je myšlena měsíční částka, kterou budeme platit za pronájem. Časem na cestě myslíme čas, který strávíme na cestě do školy, k našim koníčkům, či za přáteli (Použití jednoho času místo cesty na různá místa je zjednodušení, které umožňuje vyhodnocení dat.). Kvalitou je myšlen rozměr bytu. Po sběru dat se snažíme vybrat nejvhodnější užitkovou funkci, která bude odpovídat preferencím. Cílem jsou tři roviny, které jsou navzájem propojené:

- Určit, jaká kritéria nejvíce zajímají respondenty (studenty) při výběru bytu.
- Zjistit, jaký vliv má peněžní příspěvek rodičů na bydlení na preference respondenta.
- Navrhnout nejvhodnější užitkovou funkci podle odpovědí respondentů.

Třetí bod může mít přesah i pro vhodnější pojetí WSA v aplikacích i ve výuce.

3.2 Metodika

3.2.1 Sběr dat

V této práci jsme využili primární zdroje dat, což znamená, že jsme si uvedená data obstarali sami. Primární data jsme získali za pomoci dotazníkového šetření. *Primární informace obsahují nová data, jež musí být teprve shromážděna pro specifický účel. Tímto bývá pomoc při vyřešení konkrétního problému, proto je výzkum prováděn tzv. „na míru“ potřebám zadavatele výzkumu, kterému pak patří pořizovaná data i informace z nich získané* (Kozel, Mynářová, & Svobodová, 2011). Situace je specifická lokalitou i časem, a proto je nutné posuzovat data získaná při stejných cenových hladinách, například srovnání cen s historickými daty by vzhledem k inflaci nebylo vhodné.

3.2.2 Dotazníkové šetření

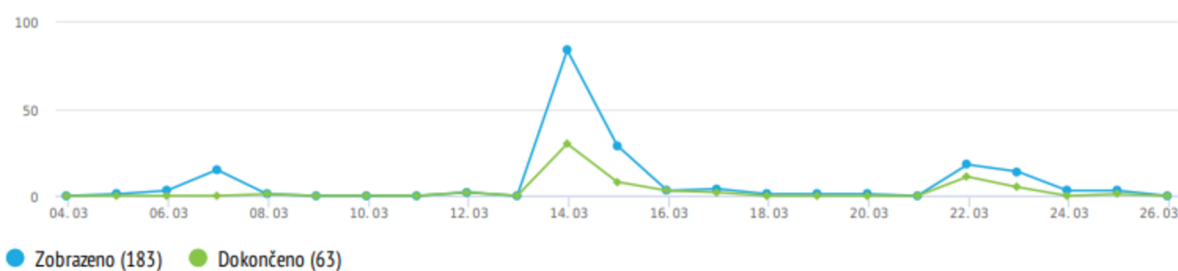
Hlavním zdrojem našich dat bylo dotazníkové šetření. Dotazník jsme vytvořili přes webovou stránku survio s odkazem: www.survio.com. Dotazníky jsme rozesílali přes sociální síť svým přátelům a studentům z univerzity, kteří odpovídali profilu studenta řešícího bydlení při studiu ve stejném městě. Jejich odpovědi jsou proto srovnatelné a vhodné

pro vyhodnocení. Celkem se nám dostalo 60 odpovědí, což pro tento složitý dotazník není vůbec špatný výsledek. Náš cíl byl najít alespoň 50 respondentů. Stanovený cíl jsme tedy splnili.

Dotazník byl anonymní a obsahoval celkově 20 otázek. Otázky byly převážně otevřené, jelikož každý psal na kolik procent mu kritérium vyhovuje nebo mu na něm záleží. Dotazníky jsme sbírali od začátku března 2024 po dobu cca jednoho měsíce. Kompletní dotazník naleznete v příloze 1 na konci této práce. Zde na obrázku můžete vidět historii

Obrázek 3: Historie návštěv

Historie návštěv (08. 03. 2024 – 25. 03. 2024)



Zdroj: vlastní zpracování

návštěv dotazníku.

Dotazník byl poměrně časově náročný a respondent musel u některých otázek více zapřemýšlet, to udává koláčový graf času vyplňování dotazníku. 41 % respondentů si s dotazníkem poradilo velice rychle a zvládli ho za 2-5 minut. 54 % respondentů, a tím tedy největší část psala náš dotazník 5-10 minut. To je za nás ideální doba času strávená vyplňováním dotazníku. 4,8 % respondentů vyplňovalo dotazník 10-30 minut. To už může naznačovat problémy s porozuměním zadání. Jelikož je poslední číslo do 5 % jsme s výsledky času spokojeni.

Otevřená otázka dává respondentovi volnost odpovědět vlastními slovy bez předem definovaných možností odpovědí. Naopak uzavřená otázka nabízí předem stanovené možnosti odpovědí, což omezuje možnost respondentů vyjádřit se mimo dané možnosti. Nejtěžším a zároveň nejdůležitějším krokem bylo navržení správných otázek. Nejdříve jsme se chtěli ptát na jiná kritéria. Po konzultaci s panem Roskovcem jsme zvolili následující kritéria: cena, čas na cestě a kvalita (rozměr). První otázka, kterou jsme si připravili, byla

otázka na zdroj financování bydlení studentů. Jestli si platí student bydlení sám, s příspěvkem rodičů nebo plně z peněz rodičů. Další otázky již byly na naše kritéria. Hledali jsme správnou formulaci otázek tak, aby každý pochopil, co od něj potřebujeme. Finální verze vypadá následovně: Jak moc se jako respondent při výběru bytu zabýváte cenou? Je pro Vás cena nejdůležitější faktor nebo na ceně tolik nezáleží? Napište prosím z kolika procent se zabýváte cenou (0-100 %). Zde můžete vidět, že jsme po respondentech chtěli



Zdroj: Wikipedia

procentuální vyjádření ceny. Takhle jsme nechali respondenta ohodnotit zbylé kategorie (čas na cestě a kvalita). Následující otázky vypadaly následovně. Ukázali jsme respondentovi ilustraci bytu (důvod byl jen lepší vžití se do situace výběru bytu, obrázky neměly mít výrazný efekt, pouze ilustrovaly popsané parametry, a za tímto účelem byly voleny). Popsali mu parametry bytu a on odpovídal, na kolik procent se parametry slučují s jeho ideálem. Takto zhodnotil 5 příkladů bytů. Na závěr seřadil byty sestupně od nejlepšího po nejhorší a tím vytvořil škálu a pořadí bytů. Tím končil náš dotazník.

Dotazník jsme posílali výhradně studentům ve věku 20-25, abychom zajistili, že to jsou studenti vysokých škol. U naší práce nebylo významné rozlišovat ženy či muže, a proto jsme tento údaj do dotazníku nezakomponovali. Největší problém, na který jsme narazili, bylo oslovit alespoň 50 studentů na VŠ, kteří bydlí v podnájmu. Snažili jsme se hledat respondenty hlavně z Českých Budějovic, ale nakonec jsme přešli i do jiných měst. Náš

dotazník se skládá ze studentů z Českých Budějovic, Plzně a Olomouce. V těchto městech máme přátele mezi studentskými organizacemi, tímto jsme tedy získali respondenty. V uvedených městech nejsou velké ekonomické či sociální rozdíly, a proto jsou vhodné do našeho zkoumání. Vzhledem k tomu, že vysokoškolští studenti velmi často hledí jen na cenu ubytování, bylo zajímavé sledovat daná kritéria.

Zde na obrázku můžeme vidět statistiku respondentů. Celková úspěšnost vyplnění dotazníku je v celku nízká, dáváme to za příčinu hlavně délce dotazníku. Přesto jsme dokázali vybrat 63 odpovědí, z toho byly 3 chybné, celkově tedy máme 60 dokončených odpovědí.

Obrázek 5: Statistika respondentů



Zdroj: vlastní zpracování

3.2.3 Zpracování dat

Data jsme zpracovávali výhradně pomocí programu Microsoft Excel a Survio.com.

Do tohoto programu jsme si přepsali data ze Survio.com a dále s nimi pracovali. V programu Microsoft Excel jsme s daty dále pracovali a tvořili z nich výstupy. V programu Excel jsme využívali mnohé funkce a vzorce. Finální tabulky a grafy jsou taktéž vytvořeny v programu Microsoft Excel. Grafy, které jsme používali byly převážně sloupcové.

4 Výsledky a jejich interpretace

V následující kapitole si ukážeme výsledky, které nám vzešly z našeho výzkumu.

4.1 Výsledky dotazníkového šetření

V této části se konečně podíváme na výsledky našich dotazníků a shrneme si je. Výsledky by měly být zajímavé jak pro respondenty, tak pro nás samotné.

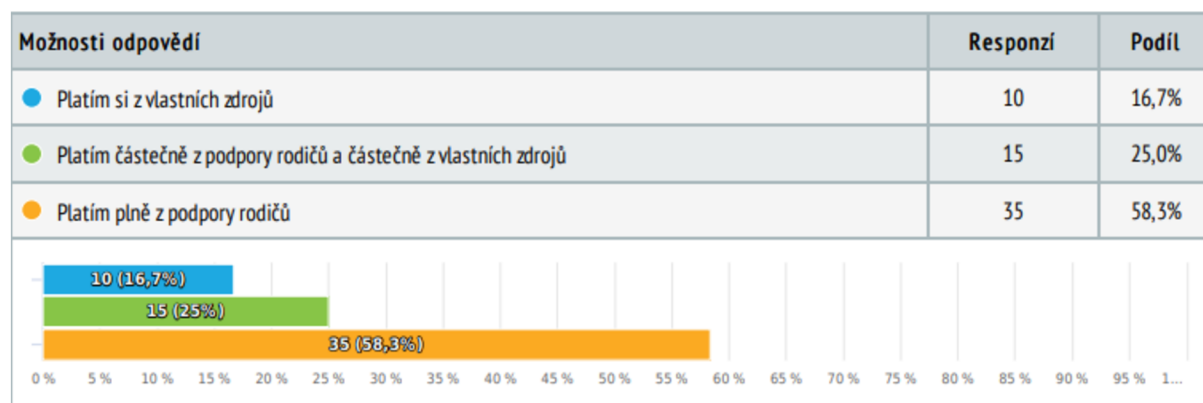
4.1.1 Výsledky hodnocení kritérií

Otázka č. 1: **Uveďte prosím, jak si platíte pronájem bytu.**

Všichni respondenti našeho dotazníku musejí svůj podnájem nějak hradit. Naše první otázka se zabývala právě touto problematikou.

Jak jsme předpokládali, většina respondentů hradí svůj podnájem plně z podpory rodičů a to právě 35 studentů (58,3 %). Druhou nejobsáhlejší kategorií je „platím částečně z podpory rodičů a částečně z vlastních zdrojů“ a tu zvolilo 15 studentů (25 %). Nejmenší procento respondentů si platí svůj podnájem čistě z vlastních zdrojů, což je 10 responzí (16,7 %).

Graf 2: *Financování podnájmu*



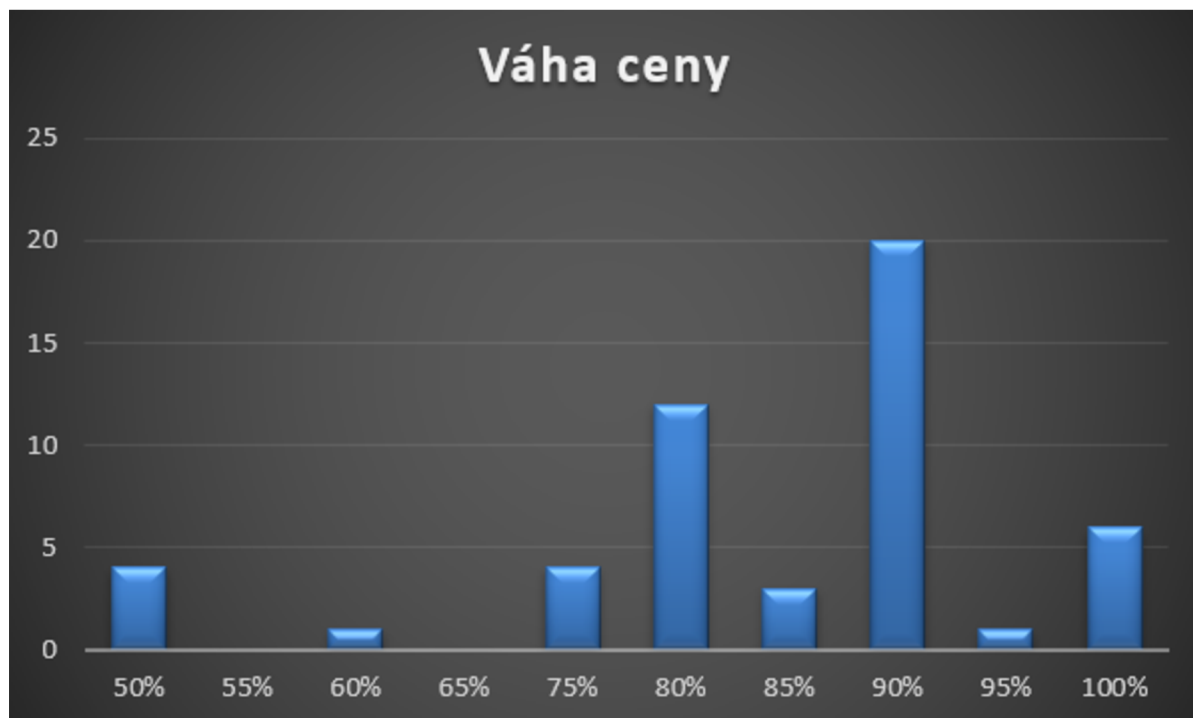
Zdroj: vlastní zpracování

Otázka č. 2: Jak moc se jako respondent při výběru bytu zabýváte cenou? Je pro Vás cena nejdůležitější faktor nebo na ceně tolik nezáleží? Napište prosím z kolika procent se zabýváte cenou (0-100 %)

Tato otázka nám přiblížila, jak jsou jednotlivé kategorie pro respondenta důležité, konkrétně cena (Cena je klíčovým faktorem ve vztahu mezi spotřebiteli a produktem nebo službou. Ve světě ekonomiky a obchodu je cena často považována za vyjádření hodnoty produktu nebo služby, kterou jsou zákazníci ochotni zaplatit. Je to často rozhodující faktor při nákupním rozhodování a může mít vliv na tržní podíl, ziskovost a celkový úspěch podniku.).

Z odpovědí na otázku vyplývá, že cena při výběru bytu, je velice důležitým aspektem. Žádný z respondentů nestanovil cenu pod 50 %, což toto tvrzení jen zdůrazňuje. Konkrétně čtyři respondenti stanovili cenu na 50 %. To značí vysoký příjem nebo velkou podporu od rodičů. 11 respondentů určilo váhu ceny na 60 %-75 %. Nad 80 % máme většinu respondentů a to konkrétně 43. Znovu se nám ukazuje, jak je pro studenty cena důležité kritérium. Nejčastější volbou bylo 90 %, kterou zvolilo přesně 20 respondentů. Průměrem odpovědí je 82,61 %, což z ceny dělá nejdůležitější kritérium.

Graf 3: Váha ceny



Zdroj: vlastní zpracování

Otázka č. 3: Časem na cestě je myšlen čas strávený dojížděním do práce/školy nebo na jiné denní aktivity. Do odpovědi napište, jak moc Vám záleží na poloze bytu. (0-100 %)

V další otázce na váhu kritérií bytů jsme se zeptali na čas na cestě. Jak jsme již zmínili a píšeme i v zadání otázky, jedná se o polohu bytu vůči každodenním aktivitám jedince (škola, nákupy, koníčky, zájmy, brigáda, práce). Ve své podstatě jsme se zeptali, jak studentům záleží na tom, zda budou muset dojíždět. Z grafu lze již na první pohled vyčíst, že předešlé kritérium (čas) bylo pro respondenty více důležité. Dokonce 1 respondent uvedl, že mu na času na cestě nezáleží vůbec. Méně než 50 % zadalo jen 15 respondentů. Nejvyšší četnost odpovědí máme na 50 % a to 9 respondentů. Za důvod bychom uvedli, že studentům nevadí strávit nějaký čas do školy nebo do práce, ale zase to nemůže být věčnost. Někdo dokonce čas na cestě využívá pro studium nebo pro četbu knih a jiných aktivit. Větší část respondentů uvedla, že jim na času na cestě záleží na víc než 50 %. 7 odpovědí dostalo 60 % a také 80 %. Nad 80 % máme 10 odpovědí, což opět ukazuje srovnání s předešlým kritériem. 2 respondenti dokonce uvedli, že jim na času na cestě záleží na 100 %. Průměrem odpovědí je 59,8. Takový výsledek dělá z času na cestě nejméně důležitou kategorii.

Graf 4: Váha čas na cestě



Zdroj: vlastní zpracování

Otázka č. 4: Kvalitou myslíme rozměry, stav, vybavení a celkový vzhled bytu. Do odpovědi napište, jak moc je pro vás kvalita bydlení důležitá. (0-100 %)

Na toto kritérium jsme byli velice zvědaví, jelikož se obecně říká, že studenti si na kvalitu bydlení moc nepotrpí. Jak se ukázalo v našem průzkumu, není to tak úplně pravda. Nejmenší odpověď byla 10 procent, což uvedli dva studenti. U času na cestě jsme měli i odpověď 0 %, ale tady jsme ji nedostali. Pod 50 procent nám spadá 10 odpovědí, což je méně než u času na cestě. Oproti ceně, kde jsme neměli takovou odpověď ani jednu, je to pořad obrovský rozdíl. Nejčastější odpověď se nám naskytnula na 70 %. Na 7 odpovědích máme shodně 60 a 70 %. Často jsme se také dočkali odpovědi 90 %, která byla zvolena 6x. Nad 80 % spadá 20 studentů. Toto kritérium se tak dostává jako druhé nejdůležitější za cenou. Maximum 100 % určili dva studenti, kteří si nejspíše potrpí na kvalitu. Průměrem odpovědí je 65,35. Tímto se opět dokázalo, že je to druhá nejdůležitější kategorie.

Graf 5: Váha kvality



Zdroj: vlastní zpracování

4.1.2 Vyhodnocování jednotlivých metod

Metoda číslo 1: Vyhodnocení na základě nahlášených vah a nahlášeného užítku

První metodu jsme po konzultaci s panem Roskovcem zvolili jako nejjednodušší metodu. Po respondentech jsme chtěli odpovědi v procentech od 0 do 100 %, a proto jsme si potřebovali dané váhy upravit na součet 100 % (normované váhy). Vzali jsme tedy preference daného respondenta: cena, čas na cestě a kvalita. Dané preference jsme vydělili součtem všech tří kritérií. Příklad: Respondent číslo 29 zvolil jako váhy kategorií: 80 %, 40 % a 50 %. Vezmeme tedy 80 % a vydělíme to $80 + 40 + 50$. Výsledkem je 0,47. Takto se vypočítali zbylé váhy a výsledky se násobily s procenty, které respondent uvedl k jednotlivým bytům (fakticky rozdělujeme 100 přesně dle preferencí respondenta, ale pokud bychom se ho dotázali v dotazníku přímo, bylo by pro něj určení vah takto mnohem náročnější.). Využili jsme klasický skalární součin. V posledním poli je pořadí variant bytů. (tyto „výsledky“ jsou jen ukázkou, co nám může vyjít a později budeme tyto shody či rozdíly srovnávat pro všechny respondenty, protože pro ukázkového respondenta nemusí pravidelnosti vyjít najevo.)

Tabulka 8: Příklad celkového užítku a pořadí

Vyhodnocení na základě nahlášených vah a nahlášeného užítku		
A	48,23529	3.
B	57,64706	2.
C	25,88235	5.
D	84,11765	1.
E	44,70588	4.

Zdroj: vlastní zpracování

Naše první metoda tedy doporučila respondentovi následující pořadí variant podle jeho udaných užiteků u jednotlivých bytů. Podíváme se, jak seřadil varianty sám respondent a jaké u této varianty máme odchylky.

Tabulka 9: Odchylky

Vypočítaná preference	Udané preference	Odchylka
3	1	2
2	2	0
5	3	2
1	4	3
4	5	1

Zdroj: vlastní zpracování

U první metody nám vyšel výsledek 8. 8 v tomto případě znamená rozdíl mezi původním a novým pořadím. V druhém poli máme jedničku nebo nulu. Jedničku v případě, že jsme respondentovi doporučili stejný byt, který si i sám vybral. Nulu jsme zde dosadili, protože tomu tak nebylo. V tomto případě je to 0.

V dalších metodách jsme se snažili navrhnout respondentovi vhodný byt pouze na základě jeho užítku k jednotlivým kritériím. Tyto metody jsou výhodné zejména v tom, že respondent udá jen váhy kritérií a metoda automaticky posoudí vysoké množství bytů, které si respondent nemusí prohlížet po jednom. Pokud by takové metoda dávala vhodné doporučení, může rozhodci ušetřit zkoumání velkého množství variant, které pro něj nejsou zajímavé.

Metoda číslo 2: WSA-lineární užitek, bez hypotetických mezí

Jak již jsme zmínili v předchozím odstavci, v této a dalších metodách nevyužíváme užítky dané respondentem. Podstata této metody je, že nejvyšší hodnotě dáme jedničku a nejnižší dáme nulu. Zbylé tři hodnoty si klasicky dopočítáme podle poměrů. Právě nejvyšší hodnota neboli ideál, nám přináší nejvyšší užitek. U ceny je to nejnižší číslo, u času na cestě také nejnižší, ale u rozměru je to logicky nejvyšší. Hodnota, která nám přináší nejnižší užitek se nazývá bazál. V tabulce můžeme vidět vypočítané užítky pro úplně všechny respondenty.

Tabulka 10: Lineární užitek

Lineární užitek, bez hypotetických mezí			
A	0,1111	0,865385	0,086667
B	0,4444	0,192308	1
C	1	0	0
D	0	1	0,3333
E	0,4888	0,384615	0,1666
Ideál	7	3	50
Bazál	11,5	55	20

Zdroj: vlastní zpracování

Tyto veličiny dále násobíme skalárním součinem s vypočtenými normalizovanými váhami pro každého respondenta zvlášť. Tímto postupem si vypočteme lineární užítky pro všech pět bytů. Následně seřadíme užítky od nejvyššího po nejnižší. Tímto krokem vlastně doporučíme respondentovi byty a porovnááme, zda je to vhodnější výběr než podle jeho užiteků.

Tabulka 11: Lineární užitek a pořadí

Lineární užitek	Pořadí
0,281398	5
0,548517	1
0,470588	2
0,3333	4
0,369583	3

Zdroj: vlastní zpracování

U druhé metody nám vyšel výsledek 8 a v druhém poli máme jedničku nebo nulu. Jedničku v případě, že jsme respondentovi doporučili stejný byt, který si i sám vybral a nulu, pokud tomu tak nebylo. V tomto případě je to 0.

Můžeme si všimnout, že metoda lineární je u respondenta 29 účinnější než jeho vlastní volba, což je vskutku zajímavé a ukazuje nám to, jak lidé činí zmatená rozhodnutí.

Tabulka 12: Odchyly a hodnocení metody 2

Odchylna	Součet odchylek	Shoda na doporučení
4	8	0
1		
1		
0		
2		

Zdroj: vlastní zpracování

Metoda číslo 3: Kvadratický užitek

Tato metoda počítá stejně jako předchozí metoda bez nahlášených užiteků. Čerpá velkou částí z lineárního užitku, protože stejně jako u lineárního užitku dá nejvyšší hodnotě 1 a nejnižší 0. Rozdíl v těchto dvou metodách je takový, že zde dané výsledky ještě umocníme na druhou. U 1 a 0 se nám tedy výsledek nezmění, ale u ostatních čísel dostaneme menší čísla, a tím se nám rozdíl mezi čísly zvětší. To odpovídá grafu přichylnosti k riziku v obrázku ze skript Jany Klicnarové.

Tabulka 13: Kvadratický užitek

Kvadratický užitek			
A	0,012346	0,748891	0,007511
B	0,197531	0,036982	1
C	1	0	0
D	0	1	0,1111
E	0,239012	0,147929	0,027778

Zdroj: vlastní zpracování

Tyto veličiny dále násobíme již zmíněným skalárním součinem s vypočtenými normalizovanými váhami pro každého respondenta. Tímto postupem si vypočteme souhrnné užítky pro všech pět bytů. Následně seřadíme užítky od nejvyššího po nejnižší. Tímto krokem vlastně doporučíme respondentovi byty a porovnáváme, jestli je to vhodnější výběr než podle jeho užiteků.

Tabulka 14: Kvadratické užítky a pořadí

Kvadratický užitek	Pořadí
0,184228	4
0,395775	2
0,470588	1
0,257974	3
0,155453	5

Zdroj: vlastní zpracování

U třetí metody nám vyšel součet odchylek 6 a tedy celkové hodnocení metody kvadratického užítku vyšel 0.

Tabulka 15: Odchylka a hodnocení metody 3

Odchylka	Součet odchylek	Shoda na doporučení
3	6	0
0		
2		
1		
0		

Zdroj: vlastní zpracování

Metoda číslo 4: Odmocninový užitek

Čtvrtá metoda se jmenuje odmocninový užitek. Opět jako při kvadratickém užítku nebo při lineárním užítku využíváme vlastní kritéria pro stanovení celkového užítku. Znovu využijeme lineární užitek jako odrazový můstek. Při stanovení odmocninového užítku vezmeme tedy lineární užitek a odmocníme ho. Tento graf odpovídá klesajícímu výnosu z rozsahu či odporu k riziku z grafu ze skript Jany Klicnarové (graf 1), takže lze očekávat, že to je dobrý způsob, jak popsat výběr skutečných rozhodců.

Tabulka 16: Odmocninového užítku

Odmocninový užitek-dle teorie			
A	0,3333	0,930261	0,294392
B	0,6666	0,438529	1
C	1	0	0
D	0	1	0,57735
E	0,699206	0,620174	0,408248

Zdroj: vlastní zpracování

Znovu opakujeme stejný krok. Tyto veličiny dále násobíme skalárním součinem s vypočtenými normalizovanými váhami pro každého respondenta. Tímto postupem si vypočteme odmocninové užítky pro všech pět bytů. Následně seřadíme užítky od nejvyššího po nejnižší. Tímto krokem vlastně doporučíme respondentovi byty a porovnáváme, jestli je to vhodnější výběr než podle jeho užiteků.

Tabulka 17: Odmocninové užítky a pořadí

Odmocninový užitek	Pořadí
0,462333	4
0,711026	1
0,470588	3
0,405103	5
0,595034	2

Zdroj: vlastní zpracování

U čtvrté metody nám vyšel součet odchylek 8 a celkové hodnocení metody opět 0.

Tabulka 18: Odchylka a hodnocení metody 4

Odchylka	Součet odchylek	Shoda na doporučení
3	8	0
1		
0		
1		
3		

Zdroj: vlastní zpracování

Metoda 5, 6, 7: Přidání hypotetického ideálu a bazálu k předešlým metodám

Zbylé metody jsou v podstatě stejné jako metody 2, 3 a 4. Rozdíl je v tom, že jsme si přidali hypotetické meze. Jinými slovy hypotetický bazál a ideál, tím jsme rozšířili škálu nejhorší a nejlepší možnosti i o hodnoty, které se nemuseli v nabídce variant vyskytnout. Tyto hodnoty nejdříve musíme moudře zvolit. Nesmíme se dostat do nějakých nereálných extrémů. Pro náš výzkum jsme zvolili jako ideální cenu 6 000 Kč, ideální čas na cestě 0 minut a ideální rozměr $50 m^2$. Bazální hodnoty jsme zvolili následovně: cena 13 000 Kč, čas na cestě 70 minut a rozměr $15 m^2$. Znovu jsme přiřadili jedničky a nuly a postupovali stejně, jako u předešlých metod. 0 přidáme nejhorší možnosti, která je nyní hypotetická čili i nejhorší nabídnutá varianta dostane nenulový užitek na základě toho, jak moc se liší od hypotetického bazálu. Obdobně pravděpodobně žádná z variant nedosahuje maximálního jedničkového užitku, který nyní patří hypotetické ideální variantě.

Tabulka 19: Metody s hypotetickými mezemi

Lineární užitek, s hypotetickými mezemi			
A	0,285714	0,857143	0,217143
B	0,5	0,357143	1
C	0,857143	0,214286	0,142857
D	0,214286	0,957143	0,428571
E	0,528571	0,5	0,285714
Ideál	6	0	50
Bazál	13	70	15

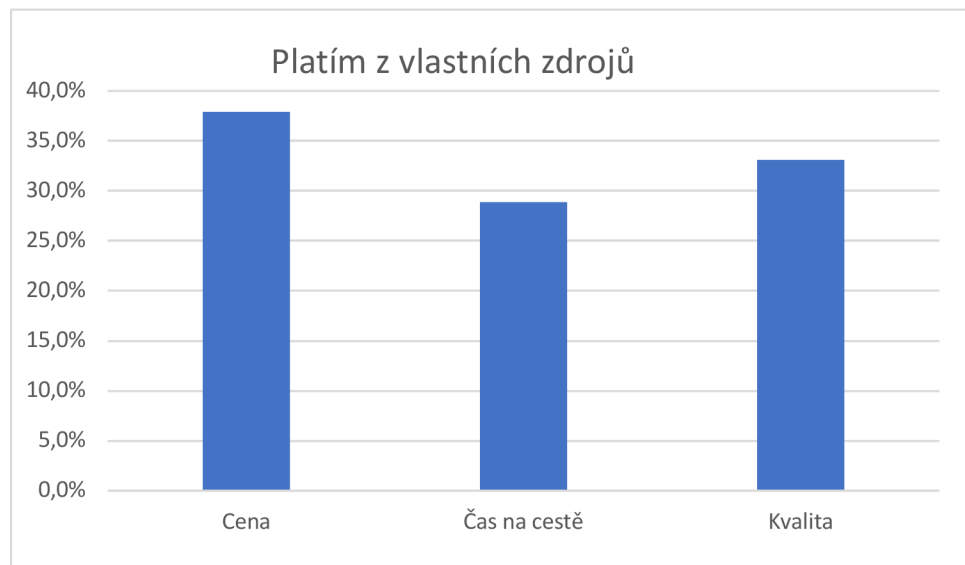
Zdroj: vlastní zpracování

4.1.3 Váhy dle příjmů

Jedním z hlavních cílů naší práce je zjistit, jaký vliv mají peněžní příspěvky na vysokoškolského studenta. Vypočítali jsme to celkovým součtem dané kategorie a poté vydělením počtu respondentů. Tímto postupem jsme si zjistili průměr u každé kategorie.

Platím z vlastních zdrojů-Tato kategorie dosáhla následujících výsledků: 37,9% cena, 28,9% čas na cestě a 33,1% kvalita. (Toto jsou normované váhy, tedy přepočteny tak, aby se dělila mezi váhy 1.)

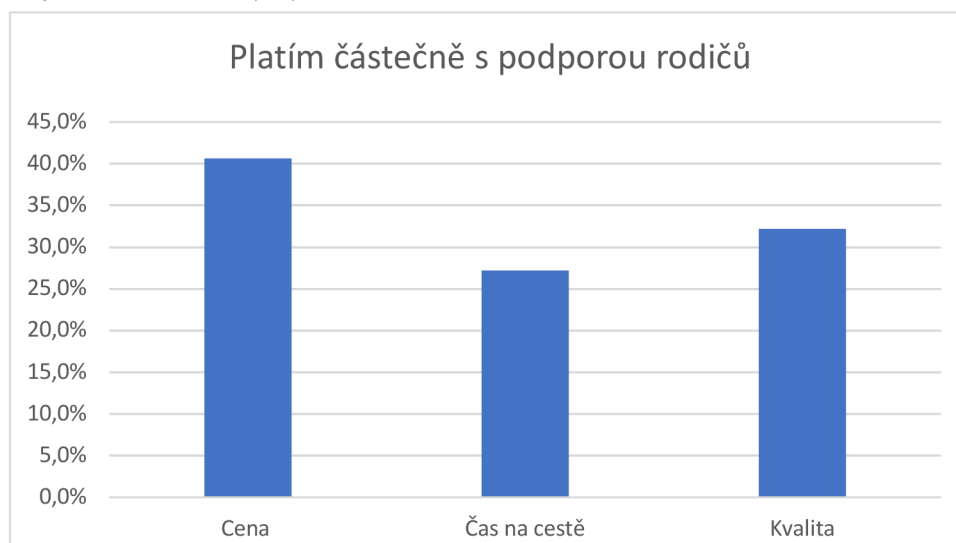
Graf 6: Vlastní zdroje



Zdroj: vlastní zpracování

Platím částečně z podpory rodičů – V této kategorii jsme zjistili následující výsledky: 39,9 % cena, 29,4 % čas na cestě a 30,6 % kvalita.

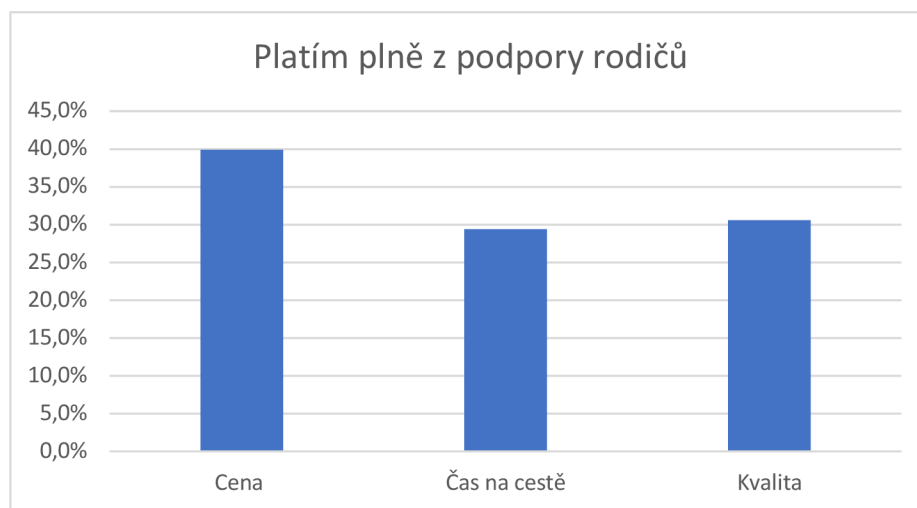
Graf 7: Platím částečně s podporou rodičů



Zdroj: vlastní zpracování

Platím plně z podpory rodičů – Poslední ze tří kategorií nám udala následující výsledky: Cena 40,6 %, čas na cestě 27,2 % a kvalita 32,2 %.

Graf 8: Plně z podpory rodičů



Zdroj: vlastní zpracování

Z následujících výsledků jsme se dozvěděli mnoho o chování studentů při výběru bytu. To nám ukazuje, že pokud si vybíráme a vyděláváme peníze na něco sami, vyžadujeme

pak i vyšší kvalitu. Naopak nejvíce na cenu koukají respondenti, kterým hradí nájem rodiče. Toto může být zapříčiněno omezeným rozpočtem od rodičů. Kvalitu naopak nejméně řeší platiči s příspěvkem rodičů. Závěry jsou logické, ale toto srovnání není hlavním cílem práce, a proto se sběr dat nesoustředil na velké zastoupení všech tří skupin, což by bylo pro vyhodnocení této otázky o něco přínosnější. Závěrem můžeme říci, že studenti, co si hradí bydlení z vlastních zdrojů, vyhledávají vyšší kvalitu.

4.1.4 Výběr nejlepší metody

Všechny metody jsme již popsali a teď již zbývá vybrat tu nejlepší a ukázat, jednotlivé výsledky. Sečetli jsme všechny celkové odchylky 60 ti respondentů a samozřejmě nejnížší je pro nás ta nejlepší. (Metodou „s mezemi“ míníme, že jsou přidány hypotetické nejhorší a nejlepší varianty.)

Tabulka 20: Výsledky metod

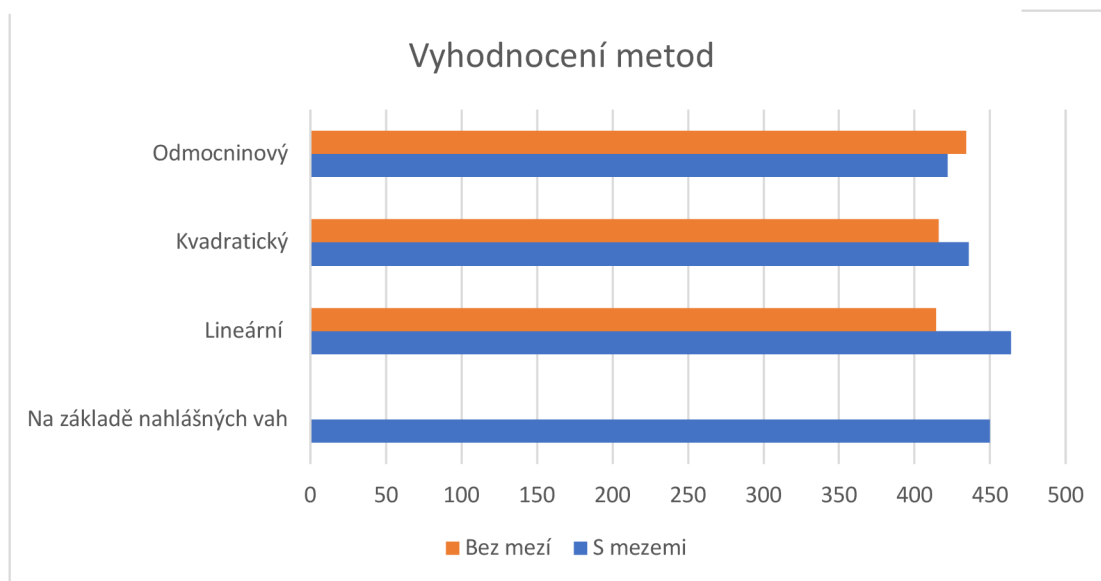
Na základě nahlášených vah			
Celková odchylka		Shoda na doporučení	
450		12	
Lineární bez mezí		Lineární s mezemi	
Celková odchylka	Shoda na doporučení	Celková odchylka	Shoda na doporučení
464	23	414	24
Kvadratická bez mezí		Kvadratická s mezemi	
Celková odchylka	Shoda na doporučení	Celková odchylka	Shoda na doporučení
436	16	416	23
Odmocninová s mezí		Odmocninová bez mezemi	
Celková odchylka	Shoda na doporučení	Celková odchylka	Shoda na doporučení
422	26	434	24

Zdroj: vlastní zpracování

Jak si můžeme všimnout, výsledky byly velice vyrovnané, a to ukazuje dobrou volbu metod. Nejlepší metodou se pro nás stal lineární užitek s přidáním mezí. Naopak nejvíce správných doporučení zaznamenal odmocninový užitek bez volby mezí. Nejhoršího výsledku v naší práci dosáhl lineární užitek bez mezí, a to nám ukázalo, jak přínosné bylo přidat hypotetické meze.

V grafu 9 můžeme vidět odchylky metod.

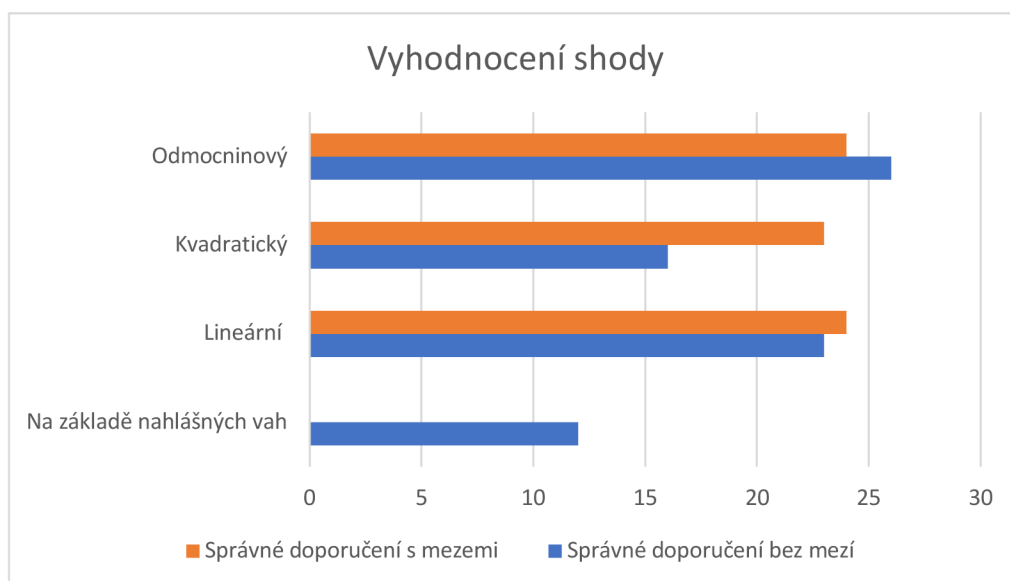
Graf 9: Vyhodnocení metod



Zdroj: vlastní zpracování

V grafu 10 můžeme vidět shodu na prvním místě. Zde paradoxně byla metoda bez mezí u odmocninového užitku o něco lepší než metoda s mezemi.

Graf 10: Vyhodnocení shody



Zdroj: vlastní zpracování

5 Diskuze

Je velice zajímavé, jak respondenti reagovali na jednotlivé podněty. Dozvěděli jsme se mnoho zajímavých poznatků, a proto si projdeme všechny zkoumané vlastnosti a zhodnotíme si je.

5.1 Nejdůležitější kritéria z pohledu studentů

První, co jsme v našem dotazníku zkoumali byl pohled studentů (respondentů) na tři námi určená kritéria. Jak jsme již mnohokrát zmínili, těmito kritérii byla cena, čas na cestě a kvalita.

Předpokládali jsme, že studenti budou nejvíce koukat na cenu. Toto tvrzení se nám i potvrdilo. Cenu naši respondenti zvolili jako nejdůležitější kritérium, a to v průměru 39,5 %. Studenti zpravidla nevydělávají a nemají tolik finančních prostředků, a proto je pro ně cena tolik důležitá (graf 3).

Druhým nejdůležitějším kritériem z pohledu studentů je kvalita. Kvalitou jsme mysleli rozměr bytových jednotek nebo pokojů ve čtverečních metrech. Průměr, který jsme vy počítali z dotazníku je 32 % (graf 5). Je zde vidět velký rozdíl oproti ceně, takže můžeme říci, že cena je u bytů pro studenty důležitější než kvalita.

Nejméně důležitým kritériem je pro studenty čas na cestě, což je vskutku zajímavé. Toto kritérium dosáhlo průměru 28,5 %. Opět je zde vidět značný posun oproti kvalitě. Můžeme to pochopit následovně. Studentům nevadí dojíždět ke svým koníčkům a do školy, jelikož se mohou na cestě v MHD učit a dělat jiné činnosti (graf 4). Pokud by student vyžadoval zkrácení času, musel by zaplatit vyšší částku nebo kompromitovat pohodlí. Takže student raději ušetří a stráví trochu více času na cestě

Tím pádem jsme došli k závěru, že studenti koukají nejvíce na cenu, potom na kvalitu bytu a v poslední řadě na polohu bytu nebo pokoje.

5.2 Vliv příspěvku rodičů na preference

Příspěvek od rodičů je velmi důležitým faktorem, který ovlivňuje studenty. V naší práci jsme si ukázali, že student bez příspěvku a s příspěvkem, jinak vnímá námi zadaná kritéria.

První kategorie, kterou jsme vyhodnocovali, byli plátcí bez příspěvku rodičů. Tito studenti si na bydlení vydělávají z pravidla sami, a proto jsou při výběru bytu velice ostražití.

Cena je podle jejich rozhodnutí nejdůležitější, a to s průměrem 37,9 % (graf 6). Ukazuje to, že peníze, které si musí vydělat sami, neradi utrací. Druhé kritérium, čas na cestě, a opět vysoké číslo a to průměr 28,9 %. Může to dokazovat nedostatek času pracujících studentů. Pro studenty, kteří mají práci je čas důležitější než čas pro studenty bez práce, a proto si k tomu přizpůsobují i bydlení. Poslední kritérium, a to kvalita, a znovu naše maximum. Konkrétně 33,1 %. Z tohoto údaje můžeme predikovat, že studenti, co si platí bydlení z vlastních zdrojů, hledají prostornější byty. Může to pomoci k odreagování nebo k práci z domova.

Druhou kategorií jsou studenti, kteří si část bydlení hradí ze svého a část příspěvkem od rodičů. Nejdůležitějším kritériem je u nich opět cena. Váha ceny je průměrem 39,9 %, což je jen o něco více jako předešlá kategorie (graf 7). Druhým nejdůležitějším je kvalita a nejméně důležitým kritériem pro studenty s příspěvkem od rodičů je čas na cestě s 29,4 %. Ukazuje to, že studenti s příspěvkem opět kladou velkou váhu hlavně na cenu. Zajímavé kritérium je tady čas na cestě. Pod 30 % je opravdu velmi málo a může to ukazovat, že těmto studentům nevádí dojíždění.

Poslední kategorie, kterou jsme vyhodnocovali, jsou studenti, kterým plně hradí rodiče bydlení. Stejně jako u předešlých, největší váhu přikládali ceně, ale to jen 40,6 % (graf 8). Čas na cestě stanovili na 27,2 % a kvalitu na 32,2 %. Tito studenti berou cenu oproti ostatním nejvíce důležitě, což je velice zajímavé. Dovedeme si to odůvodnit následovně: peníze, které dostaneme od rodičů jsou limitované, a proto vybíráme hlavně podle ceny. Na druhou stranu na kvalitě těmto studentům moc nezáleží, protože jí ukládají nejnižší procento ze všech. Preferují bydlet ve sdílených a malých bytech nebo na koleji.

5.3 Nejvhodnější užitková funkce

Třetím a posledním naším cílem bylo najít nejvhodnější užitkovou funkci podle preference respondentů. Užitková funkce popisuje chování a preference respondentů (studentů), a proto je vhodné ji co nejpřesněji určit. Vhodné určení tvaru funkce by pomohlo vytvořit model, který by uměl doporučit vhodný byt z obrovského množství nabízených možností na základě udaných preferencí studenta

Pro zkoumání preferencí respondentů jsme si vybrali sedm typů užitkových funkcí. Kritéria jsme si nejdříve znormovali, podle vlastních preferencí každého studenta. Jelikož jsme rozhodci dovolili, aby si vybral u každého kritéria od 0 % do 100 %, museli jsme si je všechny převést do škály. Jejich celkový součet musel dát 100 %, abychom s nimi

mohli dále počítat. Kvalita metody na základě navržené funkce bude vyhodnocena odchylkou od preferovaného pořadí a počtem případů, kdy metoda doporučila byt, který přímo rozhodce vybral.

Prvním typem bylo zkoumání na základě nahlášených vah od samotného respondenta. Využívali jsme v tomto postupu skalární součin. Násobili jsme normované váhy, s uspokojením kritérií u každého bytu. Výsledkem bylo 5 čísel, které jsme si poté seřadili a zkoumali, jak se liší od pořadí bytů stanoveného studentem. Tato metoda by měla být nejpřesnější, protože nám jednotlivé informace poskytnul sám respondent, ale jak jsme se dozvěděli, nebylo tomu tak. Je zde krásně vidět, jak při více komplikovaném rozhodování lidský mozek chybuje. Tato metoda se umístila na šestém místě s průměrnou chybou 7,5 a se správným doporučením v 12 z 60 respondentů.

Druhým typem byla lineární funkce. V lineární funkci jsme ze škály vzali ideální hodnotu a dali jí jedničku. Bazální hodnotě jsme dali 0. Zbylé hodnoty jsme si vypočítali sami a znovu použili skalární součin. Násobili jsme naše vypočítané hodnoty s již určenými normovanými vahami. Tato metoda nebyla velmi účinná a umístila se na posledním místě. Průměrná chyba byla 7,73 a počet stejných doporučení byl 23.

Třetí naše zvolená metoda byl kvadratický užitek. Postup byl úplně stejná jako u lineární metody s tím rozdílem, že jsme hodnoty před násobením umocnily na druhou. Pochopitelně jednička a nula se nezměnily ale u ostatních hodnot se nám pole změnilo. Hodnoty se zmenšily. Tato metoda byla o poznání lepší, než lineární hodnota a obsadila páté místo. Průměrná chyba byla 7,27. počet doporučení byl ale jen 16.

Čtvrtou metodu jsme si zvolili odmocninový užitek. Stejně jako u kvadratického užitku, znovu jsme dodrželi postup lineární metody. Změnili jsme až výsledné hodnoty. Tentokrát jsme je neumocnili na druhou, ale odmocnili jsme je. Dané hodnoty se nám tedy zvětšily. Tato metoda dopadla velice zajímavě. Umístila se na pódiovém, a to třetím místě. Průměrná chyba byla 7,03 a stejná doporučení 26, což je nejvyšší počet ze všech.

Zbylé tři metody jsou lineární, kvadratická a odmocninová, ale s hypotetickými mezemi. Hypotetické meze znamenají přidání nového hypotetického bazálu a ideálu. Po delší konzultaci jsme ideály stanovili jako následující. U ceny 6.000 Kč, u času na cestě 0 minut a u kvality 50 m_2 . Bazály jsme stanovili následujícím způsobem. U ceny 13.000 Kč, u času na cestě 70 minut a u kvality 15 m_2 .

Lineární s hypotetickými mezemi se nám zlepšila k nepoznání. Průměrná chyba nám ukázala nejlepší hodnotu a to 6,9 a počet shodných výběru byl také vysoký, konkrétně 24. Kvadratická s hypotetickými mezemi dosáhla o kousek horšího výsledku jako lineární s hypotetickými mezemi, což je zajímavé. U kvadratické jsme opět zaznamenaly výrazné zlepšení metody a průměr 6,93.

Poslední a také jediná metoda, které meze zhoršily výsledky byla odmocninový užitek s hypotetickými mezemi. Tato metoda oproti metodě bez hypotetických mezí zaznamenala mírné zhoršení. Stala se naší čtvrtou nejlepší metodou. Průměrná chyba zde byla 7,23. Správných výběrů zde bylo 24.

Metoda lineární s hypotetickými mezemi předčila výběr samotného studenta, což nám potvrzuje chybovost lidského mozku při vícekritériálním rozhodování. Dostali jsme se i na skvělou odchylku a to průměr 6,9. Tato metoda tedy nejlépe reprezentuje užitek u studentů při výběru bytu.

Odmocninová metoda bez mezí se ukázala vhodnou z hlediska doporučení nejlepšího preferovaného bytu. Ukázalo se, že některé metody jsou z hlediska odchylky od preferovaného pořadí lepší než jiné, jako nejlepší se zde ukázala lineární funkce s dodatečnými mezemi, která odpovídá teorii stoupajícího mezního užitku a zároveň uvažuje při rozhodování i hypotetické ceny vyšší či nižší, než které se vyskytnou v omezené nabídce.

6 Závěr

V této bakalářské práci jsme se zaměřili na relevanci vlastností užitečné funkce při aplikaci modelů vícekritériálního hodnocení variant. Zkoumali jsme toto téma na studentech, kteří si vybírali bydlení. Stanovili jsme si tři hlavní cíle – určit, jaká kritéria nejvíce zajímají respondenty (studenty) při výběru bytu, zjistit, jaký vliv má peněžní příspěvek rodičů na bydlení na preference respondenta, navrhnout nejvhodnější užitečnou funkci podle odpovědí respondentů. Tyto cíle jsme se snažili dosáhnout pomocí vhodně zvoleného dotazníku. První cíl a to určení, jaká kritéria sledují respondenti, jsme zjistili přímo z dotazníku. Výsledky jsme znormovali na váhy, které mají součet 100. Druhý cíl jsme zjišťovali také podle dotazníku a to tak, že jsme porovnávali výsledky studenty s různými příspěvky od rodičů. Zjistili jsme, že studenti, kterým platí celé bydlení rodiče nejvíce koukají na cenu. To může být vlivem limitovaného rozpočtu od rodičů. Poslední cíl bylo určení nejvhodnější užitečné funkce. Pro toto zkoumání jsme vybrali dva typy užitečných funkcí, a to bez hypotetických mezí a s hypotetickými mezemi. Hypotetické meze měli sloužit ke zlepšení metody a to se u 2 ze tří metod potvrdilo. Na metodách jsme měřili průměrnou odchylku od volby respondenta a také jestli nám naše metoda doporučila stejný nejlepší byt, jako určil respondent. U všech našich metod jsme ze 60 ti respondentů dosáhli stejných doporučení nad 12, což značí úspěšnost metod. Nejlepší metodou se stal lineární užitek s hypotetickými mezemi. Jeho průměrná odchylka dosáhla 6,9 a počet stejných doporučení byl 24. S těmito výsledky jsme spokojeni. Při použití silnějších metod, nebo prací s bohatší datovou sadou, bychom mohli dojít ještě k lepším závěrům, což by již svým rozsahem přesahovalo tuto bakalářskou práci, a mohlo by být předmětem dalšího zkoumání.

I. Summary and keywords

In this bachelor's thesis, we focused on the relevance of utility function properties in the application of multi-criteria decision-making models. We examined this topic with students who were choosing accommodation. We set three main objectives – to determine which criteria are most important to respondents (students) when selecting an apartment, to ascertain the influence of parental financial contributions to accommodation on respondent preferences, and to propose the most suitable utility function based on respondent answers. We sought to achieve these objectives through a carefully chosen questionnaire. The first objective, determining the criteria that respondents follow, was directly gleaned from the questionnaire. The results were normalized into weights totaling 100. The second objective was also pursued through the questionnaire by comparing results from students with different levels of financial support from parents. We found that students whose accommodation is fully covered by parents prioritize price, which may be due to parental budget constraints. The final objective was to determine the most suitable utility function. For this investigation, we selected two types of utility functions: without hypothetical limits and with hypothetical limits. Hypothetical limits were intended to improve the method, and this was confirmed in 2 out of 3 methods. We measured the average deviation from the respondent's choice and whether our method recommended the same best apartment as the respondent did. With all our methods, we achieved the same recommendations for 60 out of 120 respondents, indicating the success of the methods. The best method turned out to be linear utility with hypothetical limits. Its average deviation reached 6.9, and the number of identical recommendations was 24. We are satisfied with these results. By using stronger methods or working with richer datasets, we could potentially reach even better conclusions, which would exceed the scope of this bachelor's thesis and could be the subject of further research.

Key words: multi-criteria variance estimation models, impact, decision making, influence,

II. Zdroje

- ARPM. (2015). Expected utility and certainty. Získáno 21. duben 2024, z <https://www.arpm.co/lab/expected-utility-certainty-equivalent.html>
- Carlsson, C., & Fullér, R. (1996). Fuzzy multiple criteria decision making: Recent developments. *Fuzzy Sets and Systems*, 78(2), 139–153. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(95\)00165-4](https://doi.org/10.1016/0165-0114(95)00165-4)
- Diwakar, A., Singh, S., Pramanik, M., Chaudhary, S., Maurya, A., & Diwakar, Dr. M. (2021). *Watershed prioritization for soil erosion mapping for the Lesser Himalayan Indian basin using PCA, WSA method in conjunction with morphometric parameters and GIS-based approach*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-178139/v1>
- Fiala Petr, Jablonecký Josef, & Maňas Miroslav. (1994). *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická.
- Finkel, I. L. (2003). *On the Rules for the Royal Game of Ur*.
- Chen, J. (2017). On the Forms of Utility Functions. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2900473>
- Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Ekonomická fakulta. (2021). Ekonomická fakulta JU - Roayl Game Of Ur. Získáno 21. duben 2024, z <http://game.ef.jcu.cz/pravidla.html>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Kampf, R. (2003). *Vícekritériální rozhodování - metoda WSA*.
- Keyney, M. J. (1933). *Essays in biography*.
- Köksalan, M., Wallenius, J., & Zionts, S. (2011). *Multiple Criteria Decision Making*. WORLD SCIENTIFIC. <https://doi.org/10.1142/8042>
- Kopa, M. (2014). Vícekritériální rozhodování. Získáno 21. duben 2024, z <https://www.karlin.mff.cuni.cz/~kopa/VRfinal.pdf>
- Kozel, R., Mynářová, L., & Svobodová, H. (2011). *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Expert (Grada).
- Letáček, L. (2023). *Řešení optimalizačních úloh na realitním trhu s využitím vícekritériálního rozhodování* (Diplomová práce). Univerzita Pardubice, Pardubice.
- Pennings, J. M. E., & Smidts, A. (2003). The Shape of Utility Functions and Organizational Behavior. *Management Science*, 49(9), 1251–1263. Získáno z <http://www.jstor.org/stable/4134038>

- Roskovec, T., Chládek, P., Hejplík, D., Mudra, Š., & Šulista, M. (2023). Artificial intelligence based on MCDM for the board game of the Royal Game of Ur. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 16(5), 545–564.
<https://doi.org/10.1504/IJADS.2023.133138>
- Roush, F. W. (1993). Multicriteria decision-aid.: Philippe Vincke, Chichester: John Wiley, 1992, 154 pages, [UK pound]29.95. *Mathematical Social Sciences*, 25(2), 204. Získáno z <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:mat-soc:v:25:y:1993:i:2:p:204-204>
- Savage, L. J. (1954). The foundations of statistics. In *The foundations of statistics*. Oxford, England: John Wiley & Sons.
- Schmidt, M. (2015). Volba hodnotících kritérií ve veřejných zakázkách. In *EMI* (Roč. 7). Online. Získáno z Online website: <http://emi.mvso.cz>
- Siskos, Y., & Spyridakos, A. (1999). Intelligent multicriteria decision support: Overview and perspectives. *European Journal of Operational Research*, 113(2), 236–246.
[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00213-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00213-6)
- Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). Theory of games and economic behavior. In *Theory of games and economic behavior*. Princeton, NJ, US: Princeton University Press.
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F., & Zhao, J.-H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263–2278.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.021>
- Wikipedia. (2024). Loss aversion. Získáno 21. duben 2024, z https://en.wikipedia.org/wiki/Loss_aversion#/media/File:Loss_Aversion.png
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2011). Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(2), 397–427. <https://doi.org/10.3846/20294913.2011.593291>

III. Seznam tabulek

Tabulka 1: Byty A, B a C	7
Tabulka 2: Byty podle Lexikografické metody	12
Tabulka 3: Byty podle Lexografické metody 2	12
Tabulka 4: Byty podle metody váženého pořadí	13
Tabulka 5: Byty podle metody váženého pořadí 2	13
Tabulka 6: Příklad WSA	15
Tabulka 7: Příklad WSA 2	15
Tabulka 8: Příklad celkového užítku a pořadí	30
Tabulka 9: Odchylky	31
Tabulka 10: Lineární užitek	32
Tabulka 11: Lineární užítky a pořadí	33
Tabulka 12: Odchylky a hodnocení metody 2	33
Tabulka 13: Kvadratický užitek	34
Tabulka 14: Kvadratické užítky a pořadí	34
Tabulka 15: Odchylka a hodnocení metody 3	35
Tabulka 16: Odmocninového užítku	36
Tabulka 17: Odmocninové užítky a pořadí	36
Tabulka 18: Odchylka a hodnocení metody 4	37
Tabulka 19: Metody s hypotetickými mezemi	38
Tabulka 20: Výsledky metod	41

IV. Seznam grafů

Graf 1: Graf rizika	19
Graf 2: Financování podnájmu.....	26
Graf 3: Váha ceny.....	27
Graf 4: Váha čas na cestě	28
Graf 5: Váha kvality	29
Graf 6: Vlastní zdroje	39
Graf 7: Platím částečně s podporou rodičů	40
Graf 8: Plně z podpory rodičů	40
Graf 9: Vyhodnocení metod	42
Graf 10: Vyhodnocení shody	42

V. Seznam obrázků

Obrázek 1: grafy užitkové funkce.....	20
Obrázek 2: Graf Aversion of loss.....	21
Obrázek 3: Historie návštěv.....	23
Obrázek 4: Historie návštěv.....	23
Obrázek 5: Statistika respondentů	25

VI. Seznam příloh

Příloha 1: Vzhled dotazníku	55
-----------------------------------	----

VII. Přílohy

Příloha 1: Vzhled dotazníku

5. Byt A*



Lokace: Garsonka se nachází v centru města, dojezdová vzdálenost do školy a k dalším aktivitám je cca 10 minut veřejnou dopravou. Rozloha bytu: Garsonka má 22,6 m². Umístění: nachází se v 1. patře nového cihlového domu. Nájem: činí 8 000 Kč/měs. Zálohy na energie: 3 000 Kč/měs. Bydlení je vhodné pro jednu osobu. Z kolika procent mi vyhovuje cena?

Napište číslo...

8. Byt B*



Lokace: Byt se nachází na kraji města, dojezdová vzdálenost do školy a k dalším aktivitám je cca 45 minut veřejnou dopravou. Rozloha bytu: 2+kk. Umístění: nachází se v 5. patře panelového domu. Nájem: 7 500 Kč/osoba/měsíc. Zálohy na energie: 2000 Kč/osoba/měsíc. Byt je určený pro dvě osoby. Cena:

Napište číslo...

11. Byt C*



Lokace: Tento byt se nachází mimo město, v klidné lokalitě. dojezdová vzdálenost do školy a k dalším aktivitám je cca 55 minut veřejnou dopravou. Rozloha bytu:3+kk, Umístění: Byt je umístěn v řadovém domku. Jedná se o pokoj ve sdíleném bytě Nájem činí 6 000 Kč/osoba/měsíc a zálohy na energie jsou 1 000 Kč/osoba/měsíc. Byt je určený pro pět lidí Cena:

Napište číslo...

14. Byt D*



Lokace: V blízkosti univerzitního kampusu, 3 minuty chůzí do školy, moderní komplex studentského bydlení(něco jako lepší kolej). Rozloha: 1+kk, 30 m². Umístění: Ve 2. patře s výtahem a bezbariérovým přístupem. Nájem: 9 500 Kč/měsíc (včetně internetu a služeb komplexu). Zálohy na energie: 2 000 Kč/měsíc. Cena:

Napište číslo...

17. Byt E*



Lokace: Oblast s koncentrací studentských bytů, panelový dům. Mimo centrum na sídlišti na kraji města, dojezdová vzdálenost do školy a k dalším aktivitám je cca 35 minut veřejnou dopravou. Rozloha: 1+kk, 25 m². Umístění: V 8. patře. Nájem: 7 800 Kč/měsíc. Zálohy na energie: 1 500 Kč/měsíc. Cena:

Napište číslo...

20. Výběr bytu

Na závěr určete, který z výše uvedených bytů by vám vyhovoval nejvíce. Jako první zvolte preferovanou možnost a jako poslední variantu, která Vám vyhovuje nejméně.

- ◇ 1. Byt A (Garsonka v centru)
- ◇ 2. Byt B (Byt pro dvě osoby na kraji města)
- ◇ 3. Byt C (pokoj v sdíleném bytě pro pět osob)
- ◇ 4. Byt D (Pokoj s kuchyňkou v kampusu)
- ◇ 5. Byt E (Panelákový byt na sídlišti)