

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství (PEF)



Bakalářská práce

**Optimalizace výběru mobilního operátora pomocí
ekonomicko-matematických metod**

Olha Lytvyniuk

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Olha Lytvyniuk

Podnikání a administrativa

Název práce

Optimalizace výběru mobilního operátora pomocí ekonomicko-matematických metod

Název anglicky

Optimizing the Selection of Mobile Network Operator Using Economic-Mathematical Methods

Cíle práce

Cílem této práce je provést praktickou aplikaci ekonomicko-matematických metod pro výběr nejlepšího mobilního operátora. Konkrétně se zaměřit na vyhodnocení a porovnání dostupných mobilních operátorů v České republice a na základě definovaných kritérií a preferencí vybrat optimálního operátora pro uživatele.

Díličí postupové cíle:

- Analýza dostupných mobilních operátorů:** Provést důkladnou analýzu dostupných mobilních operátorů v České republice, zahrnující jejich nabídku služeb, cenovou politiku, pokrytí signálem, dostupnost technologií a další relevantní faktory.
- Definování kritérií a preferencí:** Na základě potřeb uživatele a specifických požadavků vybrat a definovat kritéria a preference pro výběr nejlepšího mobilního operátora. Tato kritéria mohou zahrnovat cenovou dostupnost, kvalitu služeb, pokrytí signálem, datové limity, hlasové služby a další.
- Aplikace ekonomicko-matematických metod:** Využít vhodné ekonomicko-matematické metody, například vícekritériální analýza variant, pro kvantitativní hodnocení a porovnání mobilních operátorů na základě definovaných kritérií.
- Výběr nejlepšího mobilního operátora:** Na základě výsledků analýzy a aplikace ekonomicko-matematických metod vybrat nejlepšího mobilního operátora, který nejlépe splňuje definovaná kritéria a preference uživatele.
- Zhodnocení výsledků a doporučení:** Zhodnotit výsledky analýzy a výběru nejlepšího operátora a formulovat doporučení pro uživatele. Tato doporučení by měla být založena na objektivních a kvantitativních faktorech, stejně jako na individuálních preferencích uživatele.

Cílem práce je tedy poskytnout uživatelům ucelený rámec a nástroje pro informované rozhodování při výběru nejlepšího mobilního operátora v souladu s jejich specifickými potřebami a preferencemi.

Metodika

Metodika práce bude zahrnovat následující kroky:

Rešerše a sběr dat: Provést rešerši dostupných informací o mobilních operátorech v České republice, jejich nabídkách, cenách tarifů, službách, pokrytí signálem, dostupných technologiích a dalších relevantních faktorech. Sbírat relevantní data z oficiálních webových stránek operátorů, statistik, recenzí a dalších zdrojů.

Definování kritérií: Na základě rešerše a analýzy identifikovat klíčová kritéria pro výběr nejlepšího mobilního operátora. Kritéria mohou zahrnovat cenu, datové limity, rychlost připojení, pokrytí signálem, dostupnost technologií, kvalitu služeb, zákaznickou podporu a další faktory, které jsou pro uživatele důležité.

Určení vah kritérií: Stanovení vah jednotlivých kritérií na základě jejich důležitosti pro uživatele. Použít vhodné metody, abychom získali váhové koeficienty pro jednotlivá kritéria.

Kvantitativní hodnocení operátorů: Provést kvantitativní hodnocení jednotlivých mobilních operátorů na základě definovaných kritérií a jejich váhových koeficientů. Využít vhodné ekonomicko-matematické metody, jako například metodu váženého součtu, pro výpočet celkového skóre pro každého operátora.

Výběr nejlepšího operátora: Na základě výsledků kvantitativního hodnocení vybrat nejlepšího mobilního operátora, který dosáhl nejvyššího celkového skóre. Zvážit také individuální preference uživatele, které mohou ovlivnit konečné rozhodnutí.

Validace výsledků: Zhodnotit výsledky analýzy a porovnání s reálnými zkušenostmi uživatelů a případně provést validaci výsledků pomocí průzkumu nebo dotazníku mezi uživateli.

Formulování doporučení: Na základě výsledků a validace vytvořit doporučení pro uživatele, která budou zohledňovat nejlepšího mobilního operátora v souladu s jejich specifickými potřebami a preferencemi.

Závěr práce: Shrnutí získaných výsledků, diskuse o metodologii a omezeních práce a možnosti dalšího výzkumu v této oblasti.

Doporučený rozsah práce

35 – 40 stran

Klíčová slova

Ekonomicko-matematické metody, Kritéria hodnocení, Mobilní tarify, Vícekriteriální analýza variant, Váhy kritérií, Výběr mobilního operátora

Doporučené zdroje informací

FIALA, Petr. Modely a metody rozhodování. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2003, 292 s. ISBN 80-245-0622-X.

FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. 2., přeprac. vyd.

Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.

FOTR, Jiří. Manažerské rozhodování. 1.vyd. Praha: Ekopress, 1997, 207 s. ISBN 80-901-9917-8.

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 1. vyd. Praha:

Professional Publishing, 2002, 323 s. ISBN 80-864-1923-1.

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

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Jiří Fejfar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 23. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Optimalizace výběru mobilního operátora pomocí ekonomicko-matematických metod" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.03.2024

Olha Lytvyniuk

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jiřímu Fejfarovi, Ph.D za cenné rady, odborné vedení a ochotu pomoci během mé práce. Ráda bych také poděkovala své rodině za neustálou podporu při zpracování této práce.

Optimalizace výběru mobilního operátora pomocí ekonomicko-matematických metod

Abstrakt

Cílem této práce je provést praktickou aplikaci ekonomicko-matematických metod pro výběr nejlepšího mobilního operátora. Konkrétně se zaměřit na vyhodnocení a porovnání dostupných mobilních operátorů v České republice a na základě definovaných kritérií a preferencí vybrat optimálního operátora pro uživatele.

Bakalářská práce se zabývá vícekriteriální analýzou variant a skládá se ze dvou hlavních částí – teoretická východiska a vlastní práce. V první části je podrobně vysvětlena problematika vícekriteriálního rozhodování, včetně charakteristik jednotlivých metod stanovení vah kritérií a metod pro výběr kompromisních variant. Praktická část zkoumá konkrétní proces výběru mobilního operátora, kde jsou identifikovány potřeby tří skupin uživatelů (studenti, dospělí a senioři), kritéria pro výběr operátora a vybrané varianty. Následně jsou určeny váhy jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody a nalezena optimální varianta pomocí metody AHP. Diskuze posuzuje výsledky jednotlivých metod a na závěr práce je provedeno zhodnocení, zda byly dosaženy stanovené cíle.

Klíčová slova: Ekonomicko-matematické metody, Kritéria hodnocení, Mobilní tarify, Vícekriteriální analýza variant, Váhy kritérií, Výběr mobilního operátora

Optimizing the Selection of Mobile Network Operator Using Economic-Mathematical Methods

Abstract

The aim of this thesis is to apply practical economic-mathematical methods to select the best mobile operator. Specifically, it focuses on evaluating and comparing available mobile operators in the Czech Republic and selecting the optimal operator for users based on defined criteria and preferences.

The bachelor's thesis deals with multi-criteria analysis of alternatives and consists of two main parts – theoretical background and practical work. The theoretical part explains in detail the issue of multi-criteria decision-making, including characteristics of various methods for determining criteria weights and methods for selecting compromise alternatives. The practical part examines the specific process of selecting a mobile operator, where the needs of three user groups (students, adults, and seniors), criteria for selecting an operator, and selected alternatives are identified. Subsequently, the weights of individual criteria are determined using Saaty's method, and the optimal solution is found using the Analytic Hierarchy Process (AHP). The discussion assesses the results of individual methods, and finally, an evaluation is made to determine if the set objectives were achieved.

Keywords: Economic-mathematical methods, Evaluation criteria, Mobile tariffs, Multicriteria analysis of variants, Criterion weights, Selection of mobile operator

Obsah

1 Úvod	12
2 Cíl práce a metodika	13
2.1 Cíl práce	13
2.2 Metodika.....	13
3 Teoretická východiska	15
3.1 Rozhodování.....	15
3.1.1 Princip volby	15
3.1.2 Rozhodovací proces	15
3.1.3 Rozhodovací problem	16
3.2 Modely vícekriteriálního rozhodování.....	17
3.3 Model vícekriteriální analýzy variant	17
3.3.1 Rozhodovatel.....	17
3.3.2 Informace	18
3.3.3 Kritéria	18
3.3.4 Varianty.....	19
3.4 Klasifikace úloh vícekriteriální analýzy variant.....	21
3.4.1 Klasifikace podle cíle řešení.....	21
3.4.2 Klasifikace podle typu informace.....	21
3.5 Metody stanovení vah kritérií.....	23
3.5.1 Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií	23
3.5.2 Stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií.....	25
3.6 Metody stanovení kompromisní varianty.....	28
3.6.1 Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process)	28
3.6.2 Metoda váženého součtu (WSA – Weighted Sum Approach).....	29
3.6.3 Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).....	31
Vlastní práce	33
3.7 Rozhodovatelé	33
3.8 Stanovení kritérií.....	34
3.8.1 Cena tarifu.....	34
3.8.2 Rychlost dat.....	35
3.8.3 Bonusy	35
3.8.4 Recenzí.....	35
3.8.5 Objem dat	36
3.8.6 Volání.....	36

3.8.7	SMS.....	36
3.9	Výběr variant	36
3.10	Stanovení vah kritérii	39
3.11	Výběr optimálního mobilního operátora pomocí metody AHP.....	41
Výsledky a diskuse		51
4	Závěr	53
5	Seznam použitých zdrojů	54
6	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk	55
6.1	Seznam obrázků	55
6.2	Seznam tabulek	55
6.3	Seznam vzorců	56
6.4	Seznam rovnic.....	57
Přílohy.....		58

1 Úvod

Během svého života se jedinec často musí rozhodovat mezi různými možnostmi. Existují situace, kdy se jedná o jednoduchá rozhodnutí, kde jsou k dispozici pouze málo kritérií a výsledek nemá zásadní dopad, například výběr oblečení na běžný den. Naopak jsou i situace, kdy se jedná o složitá rozhodnutí s mnoha faktory, jako je výběr povolání, partnera nebo místa k životu, kde rozhodnutí může mít dlouhodobý vliv na život jedince. Proto je důležité získat dostatečné informace o daném rozhodovacím problému, aby bylo možné učinit vhodné rozhodnutí.

Zapojení více kritérií do procesu rozhodování přispívá k lepšímu zohlednění reálných podmínek. Metody vícekritériální analýzy variant umožňují rozhodvatelům učinit informovaná rozhodnutí podle jejich preferencí a kritérií pro provedení dané volby.

Tato práce se věnuje optimalizaci výběru mobilního operátora pomocí ekonomicko-matematických metod. Mobilní operátor je dnes klíčovým prvkem v každodenním životě, a proto je důležité provést rozumnou a fundovanou volbu, která bude sloužit uživatelům dlouhodobě.

Pomocí metody vícekritériální analýzy variant, která je popsána a aplikována v rámci této bakalářské práce, bude vybrán optimální mobilní operátor, který bude následně doporučen k výběru rozhodvatelům na základě jejich požadavků a preferencí.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je provést praktickou aplikaci ekonomicko-matematických metod pro výběr nejlepšího mobilního operátora v České republice.

Prvním krokem je důkladná analýza dostupných mobilních operátorů, zahrnující jejich nabídku služeb, cenovou politiku a další relevantní faktory. Následně budou definována kritéria a preference na základě potřeb uživatele a specifických požadavků. Využitím ekonomicko-matematických metod, jako je vícekritériální analýza variant, budou mobilní operátoři kvantitativně hodnoceni a porovnání.

Na základě těchto výsledků bude vybrán nejlepší mobilní operátor, který nejlépe splňuje definovaná kritéria a preference uživatele. Nakonec budou výsledky analýzy zhodnoceny a uživatelům poskytnuta doporučení pro informované rozhodování. Cílem je tedy poskytnout uživatelům nástroje pro efektivní výběr mobilního operátora odpovídajícího jejich individuálním potřebám.

2.2 Metodika

Metodika práce bude zahrnovat následující kroky:

- Rešerše a sběr dat: Bude provedena rešerše dostupných informací o mobilních operátorech v České republice, jejich nabídkách, cenách tarifů, službách a dalších relevantních faktorech. Budou sbírána data z oficiálních webových stránek operátorů, recenzí a dalších zdrojů.
- Definování kritérií: Na základě rešerše a analýzy budou identifikována klíčová kritéria pro výběr nejlepšího mobilního operátora. Kritéria mohou zahrnovat cenu, bonusy, rychlost dat, recenze, objem dat a další faktory, které budou pro uživatele důležité.

- Určení vah kritérií: Budou stanoveny váhy jednotlivých kritérií na základě jejich důležitosti pro uživatele. Budou použity vhodné metody, abychom získali váhové koeficienty pro jednotlivá kritéria.
- Kvantitativní hodnocení operátorů: Budou provedena kvantitativní hodnocení jednotlivých mobilních operátorů na základě definovaných kritérií a jejich váhových koeficientů. Budou využity vhodné ekonomicko-matematické metody, jako například metoda AHP.
- Výběr nejlepšího operátora: Na základě výsledků kvantitativního hodnocení bude vybrán nejlepší mobilní operátor, který dosáhne nejvyššího celkového užítku. Budou zváženy také individuální preference uživatele, které mohou ovlivnit konečné rozhodnutí.
- Závěr práce: Budou shrnuty získané výsledky a bude uživatelům doporučen nejoptimálnější mobilní operátor.

3 Teoretická východiska

V teoretické části této bakalářské práce budou na základě relevantní odborné literatury definovány a popsány klíčové aspekty týkající se vícekritériální analýzy variant, která budou aplikována v praktické části. První část teoretické sekce se věnuje obecnému přehledu pojmu vícekritériální analýza variant a důkladně zkoumá metody pro stanovení vah kritérií a výběr kompromisní varianty. Zejména se zaměřuje na metody TOPSIS a AHP jako klíčové nástroje pro analýzu a hodnocení, čímž vytváří základ pro následující praktickou část této diplomové práce.

3.1 Rozhodování

Rozhodování je proces, při kterém se z několika možností problému vybírá jedno nebo více řešení. V ekonomicko-matematických metodách (EMM) je rozhodování aspektem, který ovlivňuje efektivnost a úspěch v procesu řešení ekonomických problémů.

Podle JABLONSKÉHO (2007, str. 78) je proces rozhodování v rámci ekonomicko-matematických metod charakterizován systematickým a analytickým přístupem k identifikaci a kvantifikaci faktorů, jež ovlivňují rozhodnutí.

3.1.1 Princip volby

Než se zaměříme na pojmy rozhodování, rozhodovací proces a rozhodovací problém, definujeme si termín "princip volby". Tato zásada odkazuje na možnost dosažení cíle řešením rozhodovacího problému pomocí několika variant, což znamená, že existuje více než jedna možnost dosažení výsledku. (Grasseová a kol., 2010, stránky 11-15)

3.1.2 Rozhodovací proces

Rozhodovací proces lze interpretovat jako postup při řešení problémů, kdy aktivně rozhodujeme o optimální variantě s cílem dosáhnout maximální výhody. (Fotr, 2010, str. 17)

Rozdělení rozhodovacích procesů na kategorie určené podle jistoty, rizika a nejistoty se zakládá na způsobu, jakým jsou informace o stavu světa a důsledcích variant zohledňovány vzhledem k jednotlivým hodnotícím kritériím. (Vohradský, 2016, str. 9)

Rozhodovací proces může být klasifikován do tří kategorií:

- v případě **jistoty** jsou nám k dispozici veškeré potřebné informace, zvládneme postup řešení, máme k dispozici nebo jsme schopni vytvořit různé varianty řešení, máme jasnost ohledně budoucí situace a jsme schopni stanovit důsledky jednotlivých možností. V takových rozhodovacích podmínkách je výběr optimální varianty poměrně jednoduchý; (Hrůzová, 2011, str. 12)
- v případě **rizika** rozhodovatel zná možné budoucí situace, které mohou nastat a tím i důsledky variant při těchto stavech, a současně zná i pravděpodobnosti těchto stavů;
- a v případě **úplné nejistoty** nejsou rozhodovateli známy pravděpodobnosti jednotlivých stavů.

	Jistota	Riziko	Nejistota
Budoucí situace	známá	odhad	odhad
Důsledek situace/i	známý	odhad	odhad
Pravděpodobnost výskytu situace/i	jednoznačná	odhad	neznámá

Obrázek 1 – Rozdíl mezi jistotou, rizikem a nejistotou (Hrůzová, 2011, str. 13)

Fáze rozhodovacího procesu dle Markovice (2018):

- Intelligence – zkoumání reality, identifikace a definice problému, definice systému
- Design – konstrukce modelu, shromáždění dat, návrhy řešení
- Choice – výběr řešení modelu
- Implementation – řešení reálného problému

3.1.3 Rozhodovací problém

Grasseová a kol. (2010, stránky 24-28) podotýká, že rozhodovací problém vzniká, když reálný stav a vývoj situace se odchyľují od předpokládaného stavu. Tyto problémy mohou být buď již existující (reálné) nebo potenciální.

Klíčovým prvkem rozhodování je pak proces vybírání optimálního řešení, který vyplývá z této odchylky a snahy dosáhnout požadovaných cílů.

3.2 Modely vícekriteriálního rozhodování

Šubrt a spol. (2011, s. 162) tvrdí, že modely vícekriteriálního rozhodování se zabývají situacemi, kde jsou důsledky rozhodnutí posuzovány z hlediska více kritérií. Téměř každá rozhodovací situace je charakterizována vícekriteriálností. Zapojení více kritérií do hodnocení přináší do procesu řešení problémů obtíže a konflikty, které vycházejí z obecné kontroverznosti kritérií. Pokud by všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by jediné z nich pro výběr nejvhodnějšího rozhodnutí.

Podle Získala a Havlíčka (2010, str. 24) lze klasifikovat dvě skupiny úloh:

- Modely, které jsou popsány jako omezený seznam variant s jejich hodnocením podle individuálních kritérií.
- Modely, vytvořené pomocí vícekriteriální optimalizace (vektorové optimalizace), reprezentují soubor možností s nekonečným množstvím prvků, které jsou implicitně vyjádřeny s omezujícími podmínkami, a jejich hodnocení je určeno jednotlivými kriteriálními funkcemi.

3.3 Model vícekriteriální analýzy variant

Model vícekriteriální analýzy variant (VAV) se zabývá situacemi, kdy je nutné vybrat optimální řešení z více možností, a to na základě několika kritérií současně. V rámci těchto modelů je definována konečná množina m variant a n kritérií. Hlavním cílem je identifikovat variantu, která získává nejlepší hodnocení v souladu s definovanými kritérii – tedy dosažení kompromisní varianty. (Šubrt a kol., 2011, str. 162)

Fiala (2008, str. 50) říká, že v modelu vícekriteriální analýzy variant má zásadní význam vyjádření preferencí rozhodující osoby.

3.3.1 Rozhodovatel

Podle Fotra (2010, str. 27) subjektem rozhodování (rozhodovatelem) je rozhodující osoba, která volí variantu určenou k realizaci.

Při rozhodování by měl jednat subjekt co nejvíce objektivně, a to lze dosáhnout prostřednictvím různých metod a postupů analýzy variant. (BROŽOVÁ a kol., 2014, str. 4)

3.3.2 Informace

Podle Fialy (2008) jsou informace rozděleny do tří kategorií:

- **Kardinální** informace (vyjadřuje o kolik je dané hodnocení lepší než to druhé)
- **Ordinální** informace (vyjadřuje pořadí daných kritérií podle důležitosti nebo uspořádání variant podle toho, jak jsou hodnoceny kritériem)
- **Relativní** informace (kvantifikuje rozdíl mezi objekty vzhledem k jednotlivým kritériím)

3.3.3 Kritéria

Výběr kritérií má stejnou důležitost jako výběr variant. Kritérium představuje hledisko hodnocení možných variant, a může mít jak kvalitativní, tak kvantitativní charakter. Kritéria by měla zahrnovat všechny relevantní aspekty výběru a jejich počet by neměl být příliš velký, aby nedošlo k zmatení v procesu řešení problému.

Při definování kritérií pro hodnocení jednotlivých variant je klíčové brát v úvahu především cíle, které rozhodující osoba sleduje při řešení konkrétního rozhodovacího problému. Jak zdůrazňuje Fotr (2010, str. 121), kritéria hodnocení jsou primárně určena k vyhodnocení míry naplnění těchto cílů prostřednictvím vybraných variant.

Můžeme se setkat s tím, že některá kritéria budou mít větší váhu než jiná. Hodnotu této důležitosti lze kvantifikovat, například pomocí přidělení vah jednotlivým kritériím, jak upozorňují Fotr a kol. (2020).

Podle Jablonského (2007, str. 272) zdůrazňuje nutnost stanovit typ každého jednotlivého kritéria. Kritéria mohou být buď maximalizačního, nebo minimalizačního typu. Maximalizační kritéria upřednostňují varianty s vyššími hodnotami, zatímco minimalizační kritéria preferují varianty s nižšími kritériálními hodnotami.

Preference kritéria reflektují význam jednoho kritéria oproti ostatním a mohou být vyjádřeny různými způsoby:

- **Aspirační úrovně kritérií** stanovují minimální (pro maximalizační kritéria) nebo maximální (pro minimalizační kritéria) přijatelnou hodnotu kritéria.

- **Pořadí kritérií** vyjadřuje hierarchii od nejdůležitějšího po nejméně důležité, i když neposkytuje informace o kvantitativním rozdílu v jejich důležitosti.
- **Váhy kritérií** jsou hodnoty v rozmezí $(1;0)$ a vyjadřují relativní důležitost jednotlivých kritérií ve srovnání s ostatními. Celkový součet vah je roven 1. (BROŽOVÁ a kol., 2014, str. 6)

3.3.4 Varianty

Varianty představují konkrétní možnosti rozhodování, jsou předmětem vlastního rozhodnutí, jsou proveditelné a nejsou logickým nesmyslem.

Jablonský (2007, str. 271) uvádí, že v úlohách vícekritériálního hodnocení variant je vytvořena množina variant $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, která je posuzována na základě kritérií Y_1, Y_2, \dots, Y_k . Každá konkrétní varianta X_i , kde $i = 1, 2, \dots, n$, je charakterizována vzhledem k těmto stanoveným kritériím pomocí tzv. vektoru kritériálních hodnot $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik})$. Model může být rovněž vyjádřen pomocí kritériální matice, kde v i -tém řádku je obsažen vektor kritériálních hodnot pro danou variantu X_i .

$$Y = \begin{matrix} & & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \left(\begin{matrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{matrix} \right) \end{matrix}$$

Rovnice 1 – Kritériální matice Y (BROŽOVÁ a další, 2014, s. 5)

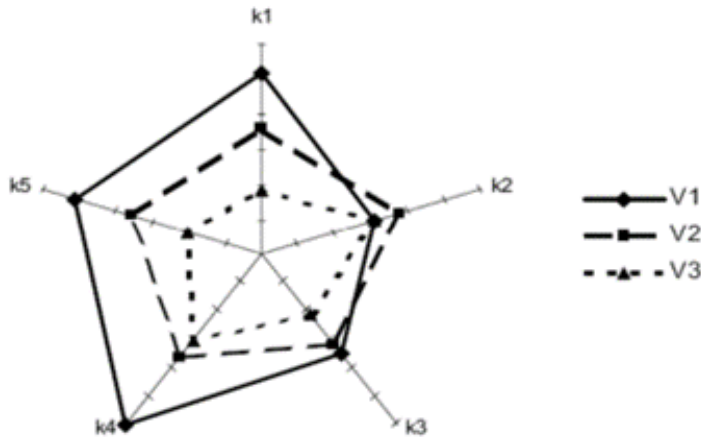
3.3.4.1 Dominovaná varianta

Taková varianta, která má v portfoliu variant lepší možnost, je podle Hrušové (2011, str. 125) považována za příznivější. Varianta a_i dominuje nad variantou a_j , pokud platí $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$ a existuje alespoň jedno kritérium f_l , kde $y_{il} > y_{jl}$.

3.3.4.2 Parentovská varianta

Varianta může být pouze ve stavu nedominování. Může dosáhnout lepšího hodnocení jednoho kritéria za cenu horšího hodnocení jiného, avšak to je možné pouze v případě, že je možné toto řešení kompenzovat.

Dominované a nedominované variant lze také jasně znázornit graficky, například pomocí polygonálního grafu.



Obrázek 2 – Polygonální zobrazení dominance variant (GRASSEROVA a kol., 2010, str. 97)

Na paprskovém grafu hodnoty kritérií jsou zaneseny podle směru rostoucích výnosových a klesajících nákladových kritérií. Propojením hodnot kritérií pro každou variantu vznikají různé tvary polygonů, které se překrývají. Polygonální dominance ukazuje, že varianta 1 dominuje variantám 2 a 3, zatímco varianta 2 dominuje variantě 3. Varianta 3 je teoreticky dominována variantami 1 a 2. Praktická dominance upřednostňuje variantu 1 před variantou 2, a tedy varianta 1 je nedominovaná, zatímco varianta 2 je dominovaná vůči variantě 1. (Grasseová a kol., 2010, str. 97)

Pravidlo dominance navrhuje výběr implementační varianty. S ohledem na častější existenci více nedominovaných variant bude výběr proveden pomocí vícekritériálního rozhodování. (Grasseová a kol., 2010)

3.3.4.3 Optimální varianta

Podle Získala a Havlíčka (2010, str. 25) optimální varianta je ta, která je jednoznačně doporučena k realizaci v případě, že je v úloze jediná nedominovaná varianta. Pokud však existuje více nedominovaných variant, je třeba použít metody umožňující jednoznačný výběr optimální varianty.

3.3.4.4 Ideální a bazální varianta

Podle Brožové a dalších (2014, str. 7) ideální varianta je ta, která dosahuje nejlepších hodnot ve všech kritériích, naopak bazální varianta má nejhorší hodnoty ve všech kritériích.

3.3.4.5 Kompromisní varianta

Získal a Havlíček (2010, str. 25) tvrdí, že kompromisní varianta nemusí nutně dosahovat nejlepších hodnot ve všech kritériích, ale je charakterizována minimální vzdáleností od ideální hodnoty.

3.4 Klasifikace úloh vícekritériální analýzy variant

Klasifikace úloh vícekritériální analýzy variant může probíhat na základě dvou hlavních kritérií: cíle, které úloha sleduje, a typu informací, s nimiž pracuje.

3.4.1 Klasifikace podle cíle řešení

Mezi hlavní cíle vícekritériální analýzy variant patří: (Jablonský, 2007, str. 43)

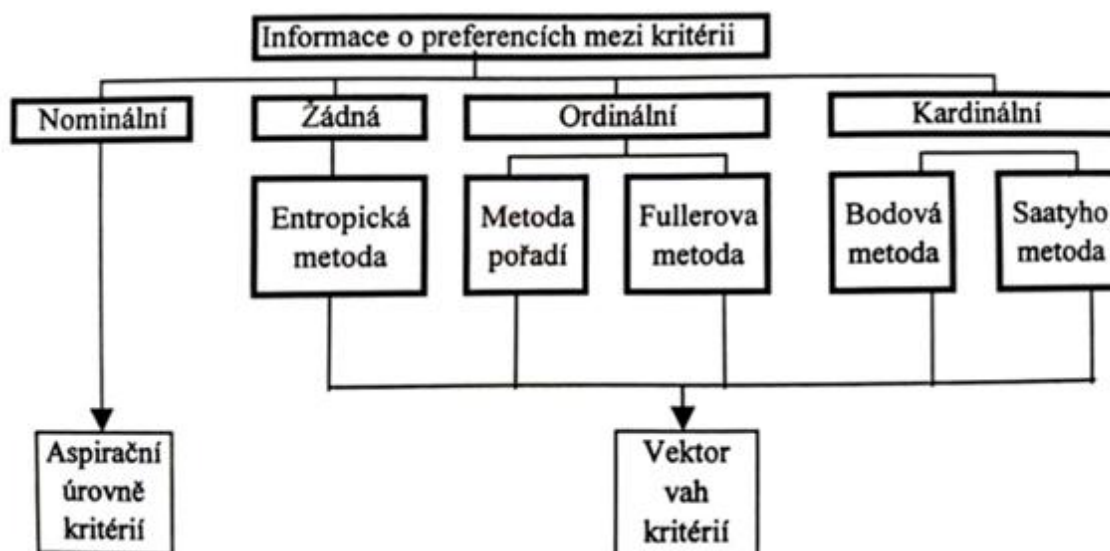
- **Výběr jedné varianty**, která poslouží jako výchozí bod pro finální rozhodnutí. Tato varianta je označována jako **kompromisní varianta**, přičemž rozhodovateli nezáleží na pořadí ostatních variant.
- **Uspořádání variant** představuje širší cíl než pouhý výběr kompromisní varianty. V tomto případě dochází k uspořádání variant od nejlepší po nejhorší.
- **Klasifikace variant** je cílem, který se zaměřuje především na rozdělení variant do různých kategorií. Toto rozdělení může zahrnovat například kategorizaci neomezených/omezených mobilních tarifů.

3.4.2 Klasifikace podle typu informace

Rozdělení úloh je také možné na základě typu dostupné informace o preferencích mezi variantami a kritérii: (Ramík, 1999, str. 25)

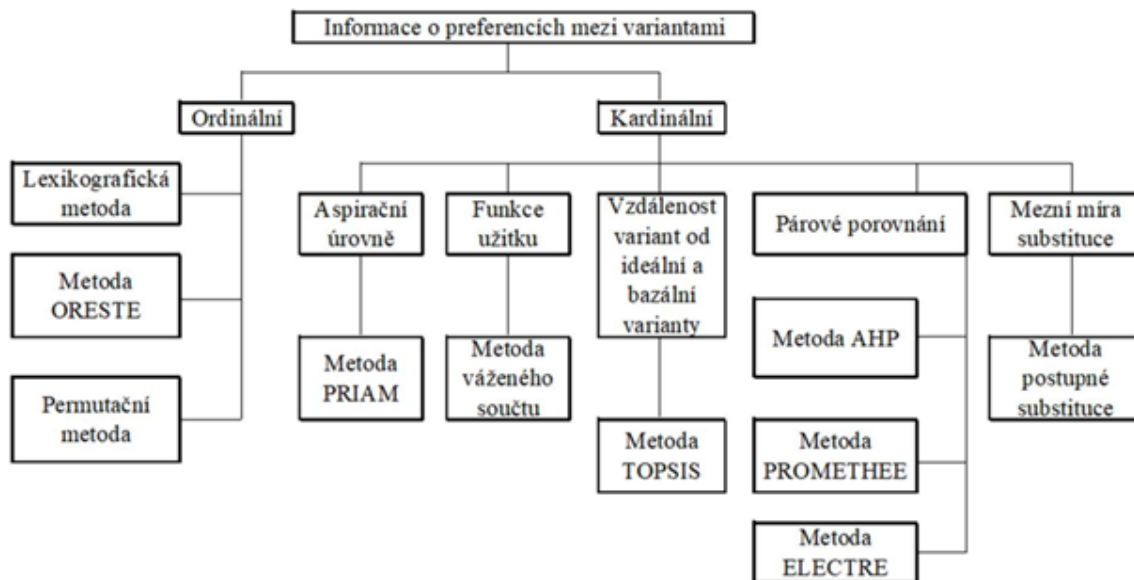
- **Žádná informace** – neexistují žádné údaje o preferencích. Tato situace je akceptovatelná pouze v případě preferencí kritérií. Bez informací o preferencích mezi jednotlivými variantami by bylo nemožné úlohu vyřešit.
- **Nominální informace** – i v tomto případě se této údaje týkají pouze kritérií. Informace o důležitosti jednotlivých kritérií nejsou dostupné, nelze je získat, a nemá smysl o nich uvažovat. Kritériím nelze přiřadit váhy a nemohou být seřazena podle důležitosti. Jsou vyjádřena pomocí aspiračních úrovní, což znamená nejhorších možných hodnot, při nichž je varianta stále akceptovatelná.
- **Ordinální informace** – poskytuje uspořádání kritérií podle důležitosti nebo řadí varianty v závislosti na způsobu, jakým jsou hodnoceny daným kritériem.
- **Kardinální informace** – spojuje kvantitativní a kvalitativní charakter a udává rozdíl nebo míru, o kterou je jedno hodnocení lepší než druhé. V případě preferencí kritérií vyjadřuje váhy, zatímco při ohodnocení variant podle kritéria poskytuje konkrétní, obvykle číselné hodnocení. Toto hodnocení nezávisí na množině porovnávaných variant. Vzhledem k tomu, že většina metod vícekritériálního hodnocení variant vyžaduje kardinální informace, jsou metody, které umožňují kvantifikovat například slovní vyjádření ohodnocení, zásadní.

Níže uvedený přehled prezentuje metody kvantifikace různých typů informací o preferencích mezi kritérii:



Obrázek 3 – Metody kvantifikace preferencí mezi kritérii a jejich výstupy (BROŽOVÁ a další, 2014, str.10)

Podobným způsobem lze prezentovat přehled metod zpracování informací v souladu s preferencemi mezi jednotlivými variantami:



Obrázek 4 – Metody kvantifikace preferencí mezi variantami (BROŽOVÁ a další, 2014, str.10)

3.5 Metody stanovení vah kritérií

Fotr (2006) zdůrazňuje, že při většině metod vícekritériální analýzy variant je nezbytné předem určit váhy jednotlivých kritérií. Tato číselná hodnota reflektuje důležitost cílů jednotlivců, firem nebo jiných subjektů, které jsou transformovány do jednotlivých kritérií.

Stanovení vah kritérií ze strany rozhodovatele může být často náročné. Proto se jeví vhodné využít jednoduché nástroje pro tento úkol. Tyto nástroje jsou známy jako metody stanovení vah kritérií, což jsou jednoduché postupy, jež na základě subjektivních informací vytvářejí odhady vah. (Jablonský, 2007, str. 274)

3.5.1 Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií

Metody využívající ordinální informace o kritériích předpokládají, že jednotlivec je ochoten a schopen vyjádřit důležitost jednotlivých kritérií. To může být provedeno přiřazením pořadových čísel všem kritériím nebo porovnáním všech dvojic kritérií k určení,

kteří je důležitější v dané dvojici. V obou případech může dojít k označení dvou nebo více kritérií jako rovnocenných. (Brožová, 2007, str. 92)

3.5.1.1 Metoda pořadí

Metoda pořadí vyžaduje, aby rozhodovatel (nebo rozhodovatelé) uspořádal kritéria od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazena hodnota k (k je počet kritérií), druhému kritériu číslo $k-1$ a postupně až po nejméně důležitému kritériu s hodnotou 1. (Jablonský, 2004, str. 45)

V případě, že se objeví situace, kdy mají určitá kritéria shodnou důležitost, budou hodnocena na základě průměrného pořadí. (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 14)

Normalizace vah kritérií se používá k upravení informací o preferencích kritérií. Tento proces je označován vzorcem, kde " b_j " představuje pořadové číslo a " j " značí konkrétní kritérium. (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 14)

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

Vzorec 1 – Metoda pořadí, normalizace vah kritérií (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 14)

3.5.1.2 Metoda Fullerova trojúhelníku

V tomto modelu se využívá metoda párového porovnávání, která spočívá v porovnávání vztahu mezi každou dvojicí kritérií.

„Při tomto postupu je rozhodovateli předloženo trojúhelníkové schéma, ve kterém jsou vyznačeny dvojice jednotlivých kritérií tak, že se každá dvojice v tomto schématu vyskytuje právě jednou. Z každé dvojice musí rozhodovatel vybrat to kritérium, které je pro něj důležitější.“ (Jablonský, 2007, str. 275)

Následně toto kritérium zvýrazní, například kroužkem, barevně nebo podtržením. Pokud jsou některá kritéria stejně důležitá, budou obě zvýrazněna. Výpočet vah se pak určuje pomocí Rovnice 2 - Metoda pořadí, normalizace vah kritérií, kde b_i představuje počet zvýraznění i -tého kritéria.

3.5.2 Stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií

3.5.2.1 Bodovací metoda

Podle Jablonského (2007, str. 275) lze předpokládat, že rozhodovatel má schopnost subjektivně přiřadit numerická hodnocení důležitosti kritérií v předem stanovené stupnici bodů, například od 1 do 5. Čím větší je důležitost kritéria pro rozhodovatele, tím vyšší hodnotou je ohodnotí.

Podle Hružové (2011, str. 111) lze interpretovat body na škále v intervalu <1;5> například následovně:

- 1 ... málo významné
- 2 ... významné
- 3 ... velmi významné
- 4 ... zanedbatelné
- 5 ... značně významné

Pokud přiřadíme bodové ohodnocení i -tého kritéria označené jako b_i , můžeme odhad vah kritérií získat pomocí následujícího vzorce.

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

Vzorec 2 – Bodovací metoda, normalizace vah kritérií (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 14)

3.5.2.2 Saatyho metoda

Podle Olivkové (2011) se, na rozdíl od metody párového porovnávání, při určování směru preference mezi dvojicemi kritérií také stanovuje velikost této preference, což je vyjádřeno konkrétním počtem bodů z tzv. Saatyho škály. Výsledkem tohoto kroku je získání pravé horní trojúhelníkové části matice velikostí preferencí.

Rozhodovatel vyjádřuje relativní důležitost mezi dvěma kritérii prostřednictvím stupnice od 1 do 9, kde hodnota 1 značí, že obě kritéria mají stejnou důležitost, a hodnota 9 indikuje, že důležitost jednoho kritéria zcela převažuje nad druhým. V případě nižší

důležitosti se používá převrácená hodnota celých čísel ze stupnice. (Jablonský, 2007, str. 276)

Dle Získala & Havlíčka (2010, str. 31) Saatyho škála je strukturována následujícím způsobem:

$S_{ij} = 1$... rovnocenné

$S_{ij} = 3$... slabá preference

$S_{ij} = 5$...silná preference

$S_{ij} = 7$...velmi silná preference

$S_{ij} = 9$...absolutní preference

Saatyho matice je čtvercového typu o rozměrech $n \times n$. Je reciproční, což znamená, že všechny hodnoty jsou převráceny podle diagonály $s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}$, a na hlavní diagonále Saatyho matice jsou vždy hodnoty 1. (BROŽOVÁ a kol, 2014, str. 16, 17)

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

Rovnice 2 – Obecný tvar Saatyho matice $S=(s_{ij})$ (BROŽOVÁ a kol., 2014, str. 16)

Před výpočtem vah kritérií je nutné prověřit dostatečnou konzistenci Saatyho matice. Míra konzistence se vyhodnocuje pomocí indexu konzistence, kde l_{max} představuje největší vlastní číslo Saatyho matice a n značí počet kritérií:

$$I_s = \frac{l_{max} - n}{n - 1}$$

Vzorec 3 – Saatyho metoda, index konzistence (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 17)

Saatyho matice je považována za dostatečně konzistentní, pokud hodnota indexu konzistence (I_s) nepřesahuje 0,1.

BROŽOVÁ a kol. (2014, s. 17) vyznačují, že Saaty navrhl několik jednoduchých metod pro výpočet vah. Často využívaným postupem je výpočet normalizovaného průměru řádků Saatyho matice, známý též jako metoda logaritmičeských nejmenších čtverců. Hodnoty vah (b_i) jsou získány geometrickým průměrem řádků matice.

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

Vzorec 4 – Saatyho metoda, geometrický průměr řádků (BROŽOVÁ a kol, 2014, s. 17)

Následně se váhy vypočtou normalizací hodnot b_i :

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

Vzorec 5 – Saatyho metoda, výpočet vah (BROŽOVÁ a další, 2014, s. 17)

3.5.2.3 Metoda bazické varianty

Tato metoda využívá tzv. bazickou variantu k hodnocení jednotlivých variant. Bazická varianta představuje fiktivní variantu, která je stanovena jako vektor nejlepších (ideální varianta) nebo předem určených (např. průměr) hodnot. Podstatou této metody je porovnání jednotlivých variant s bazickou. Pro maximalizační (výnosová) kritéria j , dílčí varianty i a bazickou variantou b platí:

$$u_j(x_i) = \frac{x_j^i}{x_j^b}$$

Vzorec 6 – Metoda bazické varianty, maximalizační (výnosová) kritéria

Zdroj: vlastní zpracování, dle Kaspera (2018)

Pro minimalizační (nákladová) kritéria i je hodnocení určeno vzorcem:

$$u_j(x_i) = \frac{x_i^b}{x_i^i}$$

Vzorec 7 – Metoda bazické varianty, minimalizační (nákladová) kritéria

Zdroj: vlastní zpracování, dle Kaspera (2018)

Dílčí užitky jsou násobeny odpovídajícími váhami v_j a poté sečteny. Varianty jsou uspořádány podle celkového užitku od nejvyššího po nejnižší. Celkový užitek je získán podle vzorce:

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

Vzorec 8 – Metoda bazické varianty, výpočet celkového užitku

Zdroj: vlastní zpracování, dle Kaspera (2018)

Nevýhodou této metody spočívá v absenci stejného tvaru funkcí užitku pro výnosy a náklady. Zatímco první křivka má lineární tvar (s rostoucími hodnotami dochází k rovnoměrnému nárůstu přínosu), druhá má hyperbolický tvar (s přírůstkem hodnot dochází k degresivnímu poklesu přínosu). Často se však stává, že minimalizační kritérium nedostatečně popisuje náklady a chování hodnot neodpovídá hyperbolické křivce. Tento problém lze řešit transformací hodnot minimalizačních kritérií na maximalizační. (Kasper, 2018, str. 21)

3.6 Metody stanovení kompromisní varianty

Existuje široká škála metod pro určení kompromisní varianty, a tyto metody jsou postaveny na různých základních principech. (JABLONSKÝ, 2007, str. 280)

Podle Jablonského (2004, s. 50) patří mezi nejčastěji využívané metody pro řešení úloh vícekriteriální analýzy variant metoda AHP, metoda váženého součtu, metoda funkce užitku, metody třídy PROMETHEE a ELECTRE a metoda TOPSIS. Naopak mezi méně frekventované metody se řadí ORESTE, PRAGMA, MAPPAC a další.

3.6.1 Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process)

Metoda AHP je založena na porovnání prvků na různých úrovních hierarchické struktury pomocí párového srovnání. Tuto metodu, kterou navrhl profesor Saaty v roce 1980, lze charakterizovat systematickým srovnáváním důležitosti jednoho kritéria s každým dalším kritériem v daném souboru (srovnávání probíhá párově). (Hrůzová, 2011, str. 116)

Jablonský (2007, str. 282-284) uvádí, že čím obecnější jsou prvky v rámci rozhodovacího problému, tím vyšší úroveň hierarchie zaujímají, a naopak. Mezi prvky na po sobě následujících úrovních existují určité vazby. Jablonský (2007) dále definuje, že úlohy vícekriteriální analýzy variant mají tři úrovně. Na nejvyšší úrovni hierarchie se

nachází cíl hodnocení, který musí v součtu činit 1. Na druhé úrovni jsou kritéria s váhami a na třetí úrovni jsou jednotlivé varianty, jejichž užitek závisí na předchozí úrovni.

Nejdříve se pro uzel umístěný nejvýše v hierarchii použije Saatyho metoda kvantitativního párového porovnávání pro prvky na nižší úrovni (druhá úroveň), tedy pro kritéria. Výsledná matice bude mít rozměr $k \times k$, a z informací v ní obsažených se vyvozují váhy kritérií v_j .

Pro každý uzel na druhé úrovni, tedy pro každé kritérium, se opět sestaví matice párových porovnání, tentokrát vztahující se k variantám. Prvky této matice vyjadřují preferenční úroveň jedné varianty před druhou ve vztahu k danému kritériu. Pro každý uzel na druhé úrovni vznikne matice o rozměrech $n \times n$. Z těchto matic následně vychází preferenční indexy variant w_{ij} .

Celkový součet vah všech prvků na druhé úrovni (kritéria) musí být roven jedné.

$$\sum_{j=1}^k v_j = 1, \sum_{i=1}^n w_{ij} = v_j, j = 1, 2, \dots, k$$

Vzorec 9 – Váhy kritérií – metoda AHP

Zdroj: vlastní zpracování, dle Jablonského (2007, str. 283)

Celkový užitek variant, který umožňuje uspořádat varianty, se vypočítá jako:

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k w_{ij}, i = 1, 2, \dots, n$$

Vzorec 10 – Celkový užitek – metoda AHP

Zdroj: vlastní zpracování, dle Jablonského (2007, str. 283)

3.6.2 Metoda váženého součtu (WSA – Weighted Sum Approach)

„Metoda váženého součtu vychází z principu maximalizace užitku, ale předpokládá pouze lineární funkci užitku.“ (Získal & Havlíček, 2010)

Funkční hodnoty užitku se nacházejí v rozmezí od 0 do 1, kde vyšší hodnota funkce užitku indikuje větší výhodnost varianty.

WSA integruje všechny víceúčelové funkce do jedné skalární složené účelové funkce pomocí váženého součtu podle Rovnice 13.

$$F(x) = w_1 f_1(x) + w_2 f_2(x) + \dots + w_M f_M(x),$$

Vzorec 11 – Skalární složená účelová funkce

Zdroj: vlastní zpracování, dle Jablonského (Yang, Xin-She, 2014)

kde

$$\sum_{i=1}^M w_i = 1, \quad w_i \in (0,1).$$

Vzorec 12 – Váhový koeficient

Zdroj: vlastní zpracování, dle Jablonského (Yang, Xin-She, 2014)

Funkce užitku ve vícekritériálním hodnocení se získá podle vztahu uvedeného ve Vzorcí 15, kde $u_j(a_i)$ představují dílčí funkce užitku jednotlivých kritérií a v_j jsou váhy těchto kritérií.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j u_j(a_i)$$

Vzorec 13 – Vícekritériální funkce užitku

Zdroj: vlastní zpracování, dle Ziskala & Havlíčka (2010, str. 36)

Podle Ziskala a Havlíčka (2010, str. 36) pro aplikaci metody váženého součtu v řešení modelu je nejprve nezbytná transformace všech kritérií na maximalizační. Ideální a bazální hodnoty jsou následně vypočítány pro každé kritérium. V kritériální matici jsou ideální hodnoty nahrazeny číslem 1 a bazální hodnoty číslem 0. Ostatní hodnoty jsou dopočítány pomocí transformačního vzorce (Vzorec 16), kde i představuje variantu, j kritérium, Y hodnotu v kritériální matici, D bazální hodnotu a H ideální hodnotu. Následně se provede skalární součin pro každou variantu a výsledné hodnoty se seřadí od největší (nejlepší) po nejmenší (nejhorší).

$$r_{ij} = \frac{Y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}$$

Vzorec 14 – Transformační vzorec pro tvorbu normalizované matice R

Zdroj: vlastní zpracování, dle Ziskala & Havlíčka (2010, str. 36)

3.6.3 Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Metoda TOPSIS je založena na principu minimalizace vzdálenosti od ideální varianty. Jako „nejlepší“ vybírá tu variantu, která je nejbližší k ideální variantě a nejdále od bazální varianty.“ (Získal & Havlíček, 2010, str. 37)

Jablonský (2007, str. 281) tvrdí, že metoda TOPSIS vybírá variantu, která dosahuje nejmenší vzdálenosti od ideální varianty a současně je nejvzdálenější od bazální varianty. Prvním krokem v této metodě je transformace původních hodnot y_{ij} na hodnoty r_{ij} podle určitého vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^n y_{ij}^2\right)^{1/2}}$$

Vzorec 15 – Metoda TOPSIS, normalizovaná kritériální rovnice R (JABLONSKÝ, 2007, str. 281)

Následným krokem je výpočet vážené kritériální matice W, kde se váhy kritérií přičítají:

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

Vzorec 16 – Metoda TOPSIS, vážená kritériální matice (JABLONSKÝ, 2007, str. 281)

Ve třetím kroku se pomocí prvků matice W identifikují ideální varianta H a bazální varianta D.

$$H_j = \max_i(w_{ij}) \text{ a } D_j = \min_i(w_{ij})$$

Vzorec 17 – Metoda TOPSIS, výběr ideální a bazální varianty (JABLONSKÝ, 2007, str. 281)

Po identifikaci ideální a bazální varianty lze vypočítat vzdálenosti jednotlivých variant od ideální a bazální varianty:

$$d_i^+ = \left[\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2 \right]^{1/2}$$

Vzorec 18 – Metoda TOPSIS, výpočet vzdálenosti od ideální varianty (JABLONSKÝ, 2007, s. 281)

$$d_i^- = \left[\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2 \right]^{1/2}$$

Vzorec 19 – Metoda TOPSIS, výpočet vzdálenosti od bazální varianty (JABLONSKÝ, 2007, s. 281)

V následujícím kroku se vypočte ukazatel c_i jako relativní vzdálenost od bazální varianty:

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

Vzorec 20 – Metoda TOPSIS, ukazatel relativní vzdálenosti od bazální varianty (JABLONSKÝ, 2007, s. 281)

Konečným krokem je uspořádání variant sestupně podle hodnot c_i , a ty varianty, které dosáhnou nejvyšších hodnot, jsou považovány za optimální řešení problému. (BROŽOVÁ a kol., 2014, str.37)

Vlastní práce

V této části práce bude podrobně představen proces výběru optimálního mobilního operátora s využitím metody VAV. Do výběrového procesu budou zapojeni tři rozhodovatelé: studenti, dospělí a senioři. Každý z těchto subjektů bude mít své individuální preference, které budou analyzovány a promítnuty do definice kritérií pro výběr. V rámci analýzy budou zohledněni mobilní operátoři Vodafone, O2 a T-Mobile. Některá kritéria byla převedena z kvalitativního charakteru na kvantitativní formu, aby mohla být využita při výpočtu vah. Pro stanovení vah kritérií bude využita Saatyho metoda a následně bude sestaven model vícekritériální analýzy variant pomocí metody AHP.

V závěru této části bude proveden výpočet a prezentace optimálního mobilního operátora pro každého rozhodovatele na základě výsledků metody AHP.

Množina variant byla vybírána z webových stránek o2.cz, vodafone.cz a t-mobile.cz dne 11.12.2023.

3.7 Rozhodovatelé

Profil rozhodovatele pro každou skupinu uživatelů mobilních operátorů:

Studenti: Studenti jsou mladí jednotlivci s omezeným rozpočtem, kteří využívají mobilní telefon nejen pro komunikaci, ale také pro studijní účely a zábavu. S aktuální širokou škálou tarifů a nabídek mobilních operátorů je pro studenty klíčové nalézt optimální kombinaci služeb, která odpovídá jejich finančním možnostem a individuálním potřebám. Studenti hledají cenově dostupné tarify s bohatým balíčkem bonusů.

Dospělí: Dospělí rozhodovatelé často kombinují potřeby pracovní a osobní komunikace. Jsou orientováni na kvalitu služeb a spolehlivost s ohledem na své pracovní povinnosti. Výběr mobilního operátora pro ně znamená nalezení rovnováhy mezi cenou a kvalitou služeb. Dospělí mohou preferovat tarify s neomezeným voláním a datovým limitem, aby zajistili plynulou komunikaci a přístup k online informacím.

Senioři: Senioři jsou často konzervativnější a mohou upřednostňovat jednoduché a přehledné tarify. Důležitým faktorem pro ně může být také spolehlivost sítě a dobrý signál. Senioři vyhledávají jednoduché a transparentní tarify, které nabízí přiměřené měsíční

poplatky za služby, zejména za volání. Ocení také případné balíčky s velkým počtem minut pro volání, které jim umožní komunikovat s rodinou a přáteli.

3.8 Stanovení kritérií

Kritéria představují klíčový prvek ve vícekritériální analýze variant. Je důležité najít vyvážený počet kritérií, který umožní snadný výpočet k ideální variantě, aniž by bylo příliš mnoho, což by mohlo ztížit výběr. Na základě profilu každého rozhodovatele byl vytvořen seznam kritérií pro výběr mobilního operátora:

Kritéria pro studenti a dospělí:

- Cena tarifu
- Rychlost dat
- Bonusy
- Recenzí

Kritéria pro seniory:

- Cena tarifu
- Objem dat
- Volání
- SMS

3.8.1 Cena tarifu

Studenti: Cena tarifu představuje pro studenty klíčové kritérium zejména z důvodu finanční omezenosti. Studenti obvykle disponují omezeným rozpočtem, a proto hledají cenově dostupné tarify, které odpovídají jejich finanční situaci.

Dospělí: Pro dospělé je kritérium cena také významné, nicméně může být vnímáno z jiné perspektivy než u studentů. Dospělí mohou mít více finančních prostředků k dispozici, což jim umožňuje zvažovat širší spektrum tarifů a nabídek od mobilních operátorů. I přesto je pro ně cena stále důležitým faktorem, avšak mohou klást větší důraz na kvalitu služeb a dostupnost specifických funkcí.

Seniory: Pro seniory je kritérium cena klíčovým hlediskem při výběru mobilního tarifu. Seniors jsou často omezeni pevnějším rozpočtem a hledají cenově dostupné možnosti,

kteře odpovídat jejich potřebám. Vzhledem k tomu, že senioři často nevyužívají mobilní služby tak intenzivně jako mladší generace, preferují jednoduché a přehledné tarify s nízkými měsíčními náklady.

3.8.2 Rychlost dat

Studenti: Pro studenty je rychlost dat považována za důležitý, avšak ne klíčový aspekt při výběru mobilního operátora.

Dospělí: Pro dospělé je rychlost dat nejvýznamnějším kritériem při výběru mobilního operátora. Dospělí hodnotí rychlost a spolehlivost připojení k internetu jako klíčový prvek, zejména v kontextu pracovních a osobních komunikací. Proto je pro ně rychlost dat rozhodujícím faktorem při srovnávání nabídek.

3.8.3 Bonusy

Studenti: Pro studenty jsou bonusy považovány za jeden z nejdůležitějších kritérií při výběru mobilního operátora. Studenti ocení nabídky s atraktivními bonusy, protože tím mohou ušetřit peníze a získat dodatečné výhody. Pro mladé lidi je důležité, aby operátor poskytoval různé benefity, které mohou využít ve svém každodenním životě.

Dospělí: Pro dospělé jsou bonusy vnímány jako méně důležité kritérium při výběru mobilního operátora. Dospělí kladou větší důraz na jiné aspekty, jako je cena a rychlost dat, a nemají tak vysoký zájem o bonusové programy. Pro tuto skupinu je důležitější stabilní a spolehlivá služba než nabídky bonusů.

3.8.4 Recenzí

Studenti: Pro studenty není kritérium recenzí považováno za důležité při výběru mobilního operátora. Mladí lidé obvykle věnují více pozornosti ceně, dostupnosti dat a bonusům než recenzím od ostatních uživatelů. Studenti jsou spíše orientováni na praktické aspekty služby a zkušenosti svých vrstevníků nemají na výběr výrazný vliv.

Dospělí: Pro dospělé je kritérium recenzí velmi důležité. Dospělí mají tendenci k zodpovědnějšímu přístupu k rozhodování, a proto věnují pozornost názorům a zkušenostem ostatních uživatelů. Recenze odjinud mohou poskytnout dospělým uživatelům důvěru v

kvalitu služby a pomoci jim lépe vybrat operátora, který odpovídá jejich potřebám a očekáváním.

Kritérium recenzí bylo hodnoceno s pomocí analýzy na webu tarifomat.cz. Tato analýza poskytla procentuální podíl pozitivních recenzí, což umožnilo získat přehled o spokojenosti uživatelů s daným mobilním operátorem. Tento postup byl zvolen pro získání objektivních dat, která mohou sloužit jako opora při rozhodování o recenzích. Data z webu tarifomat.cz byla získána dne 15.12.2023.

3.8.5 **Objem dat**

Pro seniory se kritérium "Objem dat" považuje za méně důležité při výběru mobilního operátora. Senioři nekladou velký důraz na velký objem dat v rámci svých mobilních tarifů, protože jejich potřeby v oblasti mobilních dat jsou obvykle nižší.

3.8.6 **Volání**

Tento kritérium je klíčový pro seniory při výběru mobilního operátora. Pro tuto skupinu uživatelů je důležitá kvalita hlasových hovorů a dostatečný počet volných minut. Senioři preferují mobilní tarify, které jim poskytují dostatek volných minut pro telefonování s rodinou, přáteli a dalšími důležitými kontakty. Kvalitní a spolehlivá hlasová komunikace je pro ně klíčovým faktorem při výběru mobilního operátora.

3.8.7 **SMS**

Pro seniory se kritérium "SMS" považuje za důležitý, ačkoliv není nejvyšší prioritou při výběru mobilního operátora. Většina seniorů využívá textové zprávy jako jedno z komunikačních prostředků, a proto je pro ně důležité, aby měli dostatek SMS zahrnutých ve svém mobilním tarifu. Ačkoliv možná nejde o klíčový aspekt, dostupnost a přiměřené množství SMS je pro seniory stále relevantní při posuzování kvality a výhodnosti nabídek mobilních operátorů.

3.9 **Výběr variant**

Tato kapitola se začala realizovat výběrem tarifů od společnosti Vodafone. Tarify této společnosti byly vybrány přímo z oficiálního webu Vodafone.cz v sekci "Tarify". Autorka

práce zohlednila doporučení samotné společnosti a vybrala tarify, které jsou explicitně doporučované na oficiálním webu operátora. Následně byly zkoumány tarify od společnosti O2, a to rovněž na oficiálním webu O2.cz v sekci "Tarify". Při výběru tarifů od O2 byly brány v úvahu již vybrané tarify od Vodafone, a byly preferovány ty, které odpovídaly podobným kritériím a nabídkám. Tarify společnosti T-Mobile byly vybrány z oficiálního webu T-Mobile.cz. Stejně jako u předchozích dvou operátorů, i zde byla zohledněna předchozí výběr tarifů od Vodafone, a byly preferovány ty, které měly podobné charakteristiky a odpovídaly předchozím preferencím. Tímto způsobem autorka postupovala systematicky při výběru variant, snažíc se o srovnatelnost nabídek od jednotlivých mobilních operátorů.

Varianty mobilních tarifů pro studenty:

Varianty	Název tarifu
V1	Vodafone (#jetovtobě Super+)
V2	T-mobile (Tarif pro flexery)
V3	O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)

Tabulka 1 – Tabulka variant pro studenty (Vlastní zpracování)

Varianty mobilních tarifů pro dospělé:

Varianty	Název tarifu
V1	Vodafone (Neomezený Super+)
V2	T-mobile (Neomezeně XL)
V3	O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)

Tabulka 2 – Tabulka variant pro dospělé (Vlastní zpracování)

Varianty mobilních tarifů pro seniory:

Varianty	Název tarifu
V1	Vodafone (Start 250 Minut)
V2	T-mobile (Start 150 Plus)
V3	O2 (YOU 5 GB)

Tabulka 3 – Tabulka variant pro seniory (Vlastní zpracování)

V tabulce níže je seznam variant spolu s příslušnými hodnotami kritérií.

Studenti:

Varianty	Cena (Kč)	Rychlost dat (Mb/s)	Bonusy	Recence (%)
Vodafone (#jetovtobě Super+)	648,05	20	Sleva až 5 000 Kč na zařízení	44,44
T-mobile (Tarif pro flexery)	700	10	Sleva 1 000 Kč na vybraný mobil	41,77
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	699	20	HBO Max a O2 TV v ceně, S Air Bank 300 Kč na účet každý měsíc	35,27

Tabulka 4 – Přehled variant pro studenty a jejich kritérii (Vlastní zpracování)

Dospělí:

Varianty	Cena (Kč)	Rychlost dat (Mb/s)	Bonusy	Recence (%)
Vodafone (Neomezený Super+)	997	20	Sleva 2 000 Kč na zařízení	44,44
T-mobile (Neomezeně XL)	930	10	Sleva 2 000 Kč na vybraný mobil	41,77
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	949	10	Žádná	35,27

Tabulka 5 – Přehled variant pro dospělé a jejich kritérii (Vlastní zpracování)

Seniory:

Varianty	Cena (Kč)	Objem dat (GB)	Volání (min)	SMS (ks)
Vodafone (Start 250 Minut)	326,18	3	250	∞
T-mobile (Start 150 Plus)	380	1	150	150
O2 (YOU 5 GB)	399	5	120	∞

Tabulka 6 – Přehled variant pro seniory a jejich kritérii (Vlastní zpracování)

3.10 Stanovení vah kritérii

Váhy jednotlivých kritérií byly určeny prostřednictvím Saatyho metody, která je podrobněji rozebrána v kapitole 3.5.2.2 teoretické části této práce

Studenti:

Kritérium	Cena	Rychlost dat	Bonusy	Recenze	bj	vj
Cena	1	7	5	9	4,2129	0,6573
Rychlost dat	0,142857143	1	0,333333333	2	0,5555	0,0867
Bonusy	0,2	3	1	5	1,3161	0,2053
Recenze	0,111111111	0,5	0,2	1	0,3247	0,0507

Tabulka 7 – Výpočet vah kritérii pro studenty (Vlastní zpracování)

Autorka práce vybrala důležitost kritérií pro studenty v následujícím pořadí (od toho nejdůležitějšího po to nejméně důležité):

1. Cena
2. Bonusy
3. Rychlost dat
4. Recenze

Toto uspořádání je odůvodněno tím, že pro studenty je cenová dostupnost tarifu klíčovým faktorem, jelikož disponují omezeným rozpočtem. Dále jsou pro ně důležité bonusy, protože pomocí nich mohou ušetřit, což je pro studenty významné. Rychlost dat je také důležitým hlediskem, avšak není na prvním místě, a nakonec jsou recenze, které přestože mohou být informativní, pro studenty nejsou klíčovým kritériem při výběru mobilního operátora.

Dospělí:

Kritérium	Cena	Rychlost dat	Bonusy	Recenze	bj	vj
Cena	1	0,333333333	5	3	1,4953	0,2417
Rychlost dat	3	1	9	7	3,7078	0,5993
Bonusy	0,2	0,111111111	1	0,5	0,3247	0,0525
Recenze	0,333333333	0,142857143	2	1	0,6586	0,1065

Tabulka 8 – Výpočet vah kritérií pro dospělé (Vlastní zpracování)

Autorka práce přiřadila nejvyšší důležitost kritériu rychlosti dat při výběru mobilního operátora pro dospělé. Následujícím klíčovým hlediskem je cena, která hraje významnou roli v rozhodování. Recenze byly také zohledněny, avšak s nižší prioritou než předchozí kritéria. Bonusy jsou považovány za méně významné a zaujímají poslední místo ve vyhodnocení výběru pro tuto skupinu uživatelů.

Seniory:

Kritérium	Cena	Objem dat	Volání	SMS	bj	vj
Cena	1	7	0,5	3	1,8001	0,3063
Objem dat	0,142857143	1	0,111111111	0,2	0,2374	0,0404
Volání	2	9	1	5	3,0801	0,5241
SMS	0,333333333	5	0,2	1	0,7598	0,1293

Tabulka 9 – Výpočet vah kritérií pro seniory (Vlastní zpracování)

Autorka práce stanovila prioritní pořadí kritérií pro seniory následovně (od nejvíce významného po méně důležité):

1. Volání

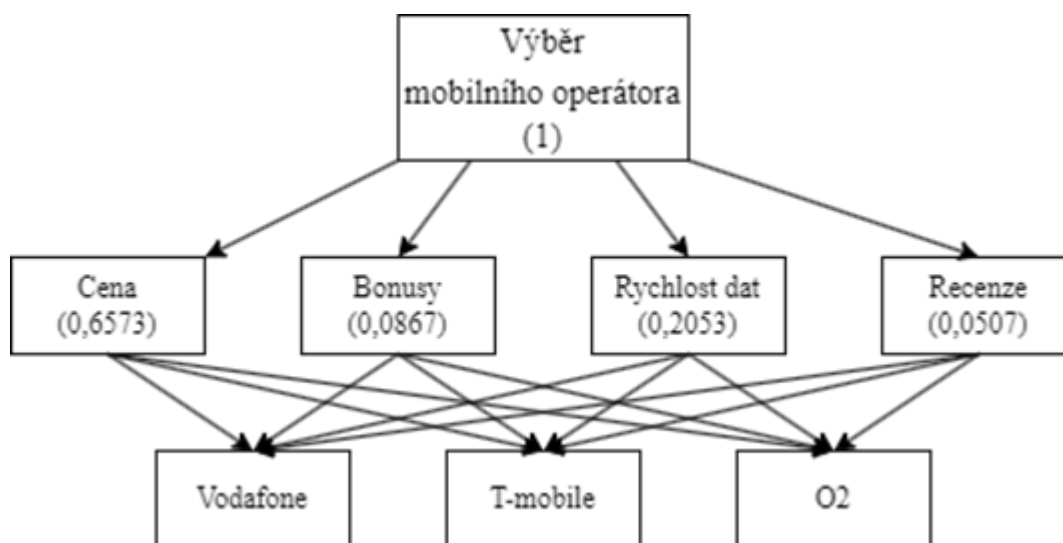
2. Cena
3. SMS
4. Objem dat

Toto pořadí bylo vybráno s ohledem na potřeby seniorů, kteří kladou největší důraz na možnost volání, následovanou cenovou dostupností. SMS a objem dat mají rovněž své místo v hodnocení, ale s nižší prioritou, aby reflektovaly preference a nároky této konkrétní skupiny uživatelů.

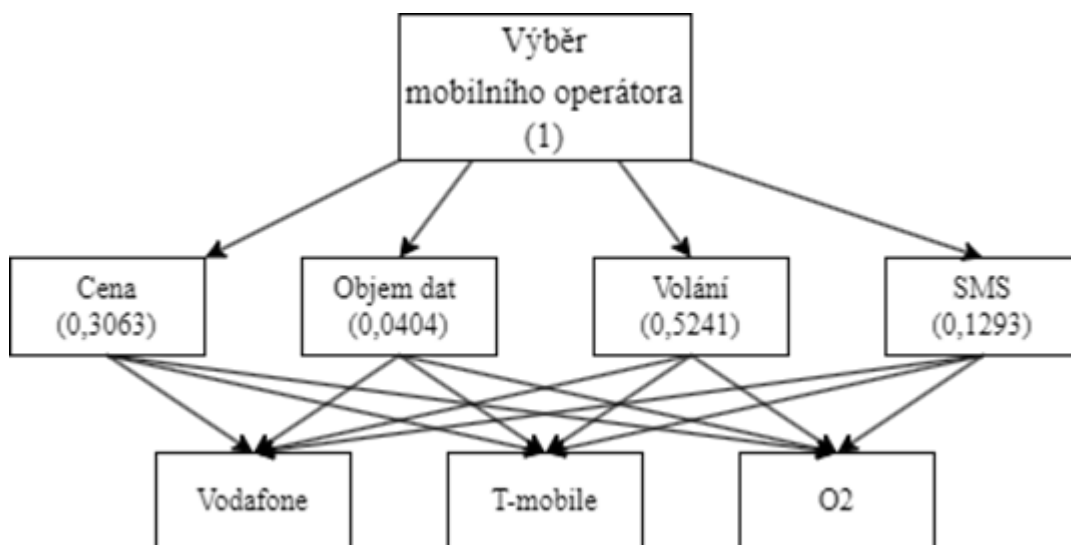
3.11 Výběr optimálního mobilního operátora pomocí metody AHP

Metoda AHP také využívá porovnávání prvků, podobně jako Saatyho metoda. Metoda AHP se vyznačuje tím, že celý rozhodovací proces je zobrazen pomocí hierarchické struktury. Hierarchická struktura může být představena jako stromové uspořádání s několika úrovněmi, kde každá úroveň reprezentuje různé části rozhodování a obsahuje několik prvků. Nejvyšší úroveň hierarchie vždy obsahuje jediný prvek, kterým je cíl rozhodování.

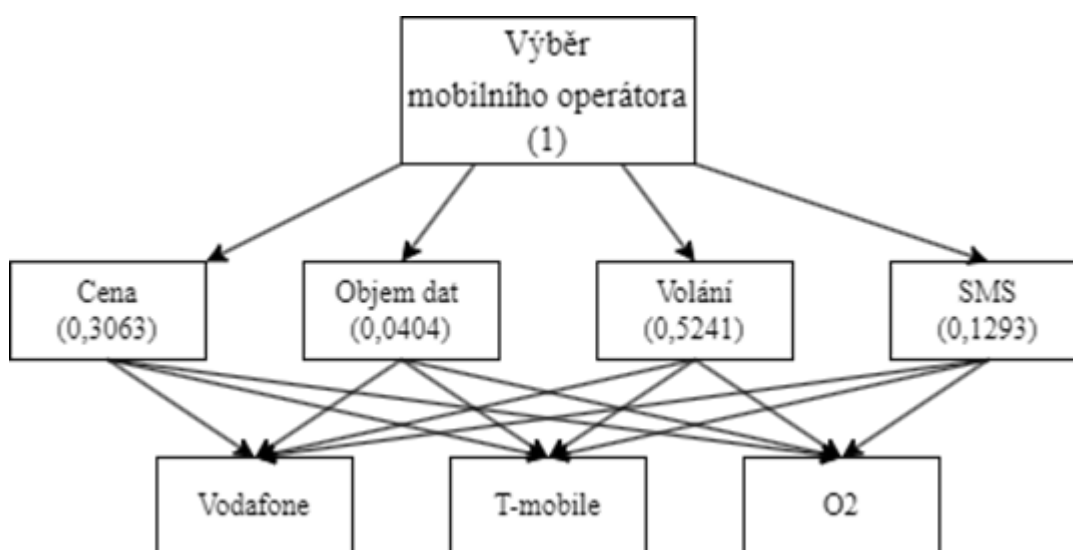
Na základě trojúrovňové hierarchie, která je představena níže (Obrázky 5-7), lze pozorovat, že v tomto modelu existují tři úrovně. Na první úrovni je výběr optimálního mobilního operátora, na druhé úrovni jsou kritéria s jejich váhami a na třetí a poslední úrovni jsou prezentovány jednotlivé varianty mobilních operátorů, přičemž jejich užitek závisí na předchozí úrovni, konkrétně na kritériích modelu.



Obrázek 5 – Hierarchická struktura modelu pro studenty (Vlastní zpracování)



Obrázek 6 – Hierarchická struktura modelu pro dospělé (Vlastní zpracování)



Obrázek 7 – Hierarchická struktura modelu pro seniory (Vlastní zpracování)

Řešení pro studenty:

Cena tarifu	MIN		Normování	Dílčí užitek
Vodafone (#jetovtobě Super+)	<u>648,05</u>	1	0,3505	0,2304
T-mobile (Tarif pro flexery)	700	0,926	0,3245	0,2133
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	699	0,927	0,3250	0,2136
Celkem		2,85	1	

Tabulka 10 – Matice pro kritérium cena, Metoda bazické varianty (studenti) (Vlastní zpracování)

Rychlost dat	MAX		Normování	Dílčí užitek
Vodafone (#jetovtobě Super+)	<u>20</u>	1	0,4	0,0347
T-mobile (Tarif pro flexery)	10	0,5	0,2	0,0173
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	<u>20</u>	1	0,4	0,0347
Celkem		2,5	1	

Tabulka 11 – Matice pro kritérium rychlost dat, Metoda bazické varianty (studenti) (Vlastní zpracování)

Bonusy	Vodafone (#jetovtobě Super+)	T-mobile (Tarif pro flexery)	O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	Geom. Pr.	Normování	Dílčí úžitek
Vodafone (#jetovtobě Super+)	1	3	0,2	0,8434	0,1782	0,0366
T-mobile (Tarif pro flexery)	0,33333	1	0,11111	0,3333	0,0704	0,0145
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	5	9	1	3,5569	0,7514	0,1543
Celkem				4,7337	1	

Tabulka 12 – Matice pro kritérium bonusu, Saatyho metoda (studenti) (Vlastní zpracování)

Recenze	MAX		Normování	Dílčí úžitek
Vodafone (#jetovtobě Super+)	<u>44,44</u>	1	0,3658	0,0185
T-mobile (Tarif pro flexery)	41,77	0,9399	0,3438	0,0174
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	35,27	0,7937	0,2903	0,0147
Celkem		2,73	1	

Tabulka 13 – Matice pro kritérium recenze, Metoda bazické varianty (studenti) (Vlastní zpracování)

Mobilní operátor	Úžitek	Pořadí
Vodafone (#jetovtobě Super+)	0,3202	2.
T-mobile (Tarif pro flexery)	0,2625	3.
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	0,4173	1.
Celkem	$\Sigma = 1$	

Tabulka 14 – Celkové pořadí mobilních operátorů dle vypočtené metody AHP (studenti) (Vlastní zpracování)

Řešení pro dospělé:

Cena tarifu	MIN		Normování	Dílčí úžitek
Vodafone (Neomezený Super+)	997	0,9328	0,3202	0,0774
T-mobile (Neomezeně XL)	<u>930</u>	1	0,3433	0,0830
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	949	0,9800	0,3364	0,0813
Celkem		2,9128	1	

Tabulka 15 – Matice pro kritérium cena, Metoda bazické varianty (dospělí) (Vlastní zpracování)

Rychlost dat	MAX		Normování	Dílčí užitek
Vodafone (Neomezený Super+)	<u>20</u>	1	0,5	0,2997
T-mobile (Neomezeně XL)	10	0,5	0,25	0,1498
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	10	0,5	0,25	0,1498
Celkem		2	1	

Tabulka 16 – Matice pro kritérium rychlost dat, Metoda bazické varianty (dospělí) (Vlastní zpracování)

Bonusy	Vodafone (Neomezený Super+)	T-mobile (Neomezeně XL)	O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	Geom. Pr.	Normování	Dílčí úžitek
Vodafone (Neomezený Super+)	1	1	9	2,0801	0,4737	0,0249
T-mobile (Neomezeně XL)	1	1	9	2,0801	0,4737	0,0249
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	0,1111	0,1111	1	0,2311	0,0526	0,0028
Celkem				4,3913	1	

Tabulka 17 – Matice pro kritérium bonusy, Saatyho metoda (dospělí) (Vlastní zpracování)

Recenze	MAX		Normování	Dílčí užitek
Vodafone (Neomezený Super+)	<u>44,44</u>	1	0,3658	0,0390
T-mobile (Neomezeně XL)	41,77	0,9399	0,3438	0,0366
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	35,27	0,7937	0,2903	0,0309
Celkem		2,73	1	

Tabulka 18 – Matice pro kritérium recenze, Metoda bazické varianty (dospělí) (Vlastní zpracování)

Mobilní operátor	Úžitek	Pořadí
Vodafone (Neomezený Super+)	0,4409	1.
T-mobile (Neomezeně XL)	0,2943	2.
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	0,2648	3.
Celkem	$\Sigma = 1$	

Tabulka 19 – Celkové pořadí mobilních operátorů dle vypočtené metody AHP (dospělí) (Vlastní zpracování)

Řešení pro seniory:

Cena tarifu	MIN		Normování	Dílčí užitek
Vodafone (Start 250 Minut)	<u>326.18</u>	1	0,3737	0,1145
T-mobile (Start 150 Plus)	380	0,858	0,3208	0,0983
O2 (YOU 5 GB)	399	0,817	0,3055	0,0936
Celkem		2,68	1	

Tabulka 20 – Matice pro kritérium cena, Metoda bazické varianty (seniory) (Vlastní zpracování)

Objem dat		Pořadí	Body	Normování	Dílčí užitek
Vodafone (Start 250 Minut)	3	2	2	0,3333	0,0135
T-mobile (Start 150 Plus)	1	3	1	0,1667	0,0067
O2 (YOU 5 GB)	5	1	3	0,5000	0,0202
Celkem			6	1	

Tabulka 21 Matice pro kritérium objem dat, Metoda pořadí (seniory) (Vlastní zpracování)

Volání	MAX		Normování	Dílčí užitek
Vodafone (Start 250 Minut)	<u>250</u>	1	0,4808	0,2520
T-mobile (Start 150 Plus)	150	0,6	0,2885	0,1512
O2 (YOU 5 GB)	120	0,48	0,2308	0,1209
Celkem		2,08	1	

Tabulka 22 – Matice pro kritérium volání, Metoda bazické varianty (seniory) (Vlastní zpracování)

SMS	Vodafone (Start 250 Minut)	T-mobile (Start 150 Plus)	O2 (YOU 5 GB)	Geom. Pr.	Normování	Dílčí úžitek
Vodafone (Start 250 Minut)	1	9	1	2,0801	0,4737	0,0612
T-mobile (Start 150 Plus)	0,1111	1	0,1111	0,2311	0,0526	0,0068
O2 (YOU 5 GB)	1	9	1	2,0801	0,4737	0,0612
Celkem				4,3913	1	

Tabulka 23 – Matice pro kritérium SMS, Saatyho metoda (seniory) (Vlastní zpracování)

Mobilní operátor	Úžitek	Pořadí
Vodafone (Start 250 Minut)	0,4412	1.
T-mobile (Start 150 Plus)	0,2630	3.
O2 (YOU 5 GB)	0,2960	2.
Celkem	$\Sigma = 1$	

*Tabulka 24 – Celkové pořadí mobilních operátorů dle vypočtené metody AHP (seniory)
(Vlastní zpracování)*

Výsledky a diskuse

Hlavním cílem praktické části bylo vybrat optimální mobilního operátora pro různé skupiny uživatelů na základě jejich individuálních preferencí a potřeb.

Pro přehlednost budou výsledky převedeny do jedné tabulky.

	Úžitek	Pořadí
Studenti		
Vodafone (#jetovtobě Super+)	0,3202	2.
T-mobile (Tarif pro flexery)	0,2625	3.
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	0,4173	1.
Dospělí		
Vodafone (Neomezený Super+)	0,4409	1.
T-mobile (Neomezeně XL)	0,2943	2.
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	0,2648	3.
Seniory		
Vodafone (Start 250 Minut)	0,4412	1.
T-mobile (Start 150 Plus)	0,2630	3.
O2 (YOU 5 GB)	0,2960	2.

Tabulka 25 – Finální výsledky výběru kompromisní varianty (Vlastní zpracování)

Podle výsledků tabulky je možné určit neoptimalnější mobilní operátor pro každou skupinu:

Studenti:

Podle preferencí studentů bylo metodou AHP zjištěno, že nejlepším mobilním operátorem je O2 (YOU NEO s 20 Mb/s), který bude této skupině na základě výpočtů doporučen ke koupi. Cena a bonusy, jako klíčová kritéria, dominovaly, což vedlo k vítězství, protože tato kritéria dohromady tvořila váhu 0,8626, tedy 86,26 %. Celkový užitek tohoto

operátora dosahuje 0,4173 a úplně ovládá tabulku celkového užítku všech mobilních operátorů.

Operátor Vodafone (#jetovtobě Super+) obsadil druhé místo s celkovým užítkem 0,3202. Přestože má daný operátor nejnižší cenu 648,05 Kč a nejlepší recenze (44,44 % pozitivních recenzí), skončil na druhém místě kvůli nedostatečně výhodným bonusům.

Na třetím místě se umístil operátor T-mobile (Tarif pro flexery), který byl nejhorší téměř ve všech kritériích. Měl nejvyšší cenu za tarif, nejpomalejší rychlost dat a malý počet bonusů.

Dospělí:

V kategorii dospělých uživatelů se ukázalo, že tarif od operátora Vodafone (Neomezený Super+) dosáhl nejvyššího celkového užítku (0,4409) a umístil se na prvním místě v pořadí. I když tento tarif měl nejvyšší cenu 997 Kč byl vybrán jako nejoptimálnější, protože se ukázal jako operátor s nejvyšší rychlostí dat 20 Mb/s, což bylo důležité kritérium s vahou až 0,5993 (59,93 %), a také měl největší procento (44,44 %) pozitivních recenzí od uživatelů.

Na druhém místě se umístil tarif od operátora T-mobile (Neomezeně XL). Ten měl na rozdíl od tarifu Vodafone (Neomezene Super+) nejnižší cenu (930 Kč), zároveň však byla rychlost dat dvakrát nižší než u konkurenta. Celkový užitek tohoto operátora činí 0,2943.

Tarif od operátora O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný) obsadil třetí místo s horšími hodnotami kritérií.

Senioři:

V případě seniorů se ukázalo, že nejlepším výběrem je tarif od operátora Vodafone (Start 250 Minut). Celkový užitek tohoto operátora dosáhl až 0,4412, protože tento tarif má nejlepší ukazatele podle nejdůležitějších kritérií, a to cena (326,18 Kč), volání (250 min) a SMS (∞ ks).

Jako další v pořadí se umístil tarif od operátora O2 (YOU 5 GB) s celkovým užítkem 0,2960. I přes nejvyšší cenu (399 Kč) a nejmenší počet minut na volání (120 min) je tento operátor na druhém místě, protože má možnost posílat neomezené množství SMS.

Tarif od operátora T-mobile (Start 150 Plus) skončil na posledním místě. I když měl největší objem dat (5 GB), byl to jediný tarif s omezeným počtem SMS (150 ks), což hodně ovlivnilo jeho místo na seznamu.

4 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo provést praktickou aplikaci ekonomicko-matematických metod pro výběr nejlepšího mobilního operátora v České republice. Konkrétně se zaměřit na vyhodnocení a porovnání dostupných mobilních operátorů na základě definovaných kritérií a preferencí uživatelů.

V teoretické části práce byl podrobně popsán model vícekriteriální analýzy variant, který zahrnuje komponenty jako jsou preference, varianty, kritéria a váhy. Na základě rešerše odborné literatury byl následně v praktické části práce tento model aplikován.

V praktické části práce byly nejprve stanoveny profily rozhodovatelů, které zahrnovaly jednotlivá kritéria a požadavky na mobilního operátora. Následně byly vybrány jednotlivé varianty daných operátorů v souladu s preferencemi a požadavky rozhodovatele. Za použití Saatyho metody pro stanovení vah a metody AHP pro výpočet kompromisní varianty bylo určeno finální pořadí mobilních operátorů.

V závěrečné části práce byly analyzovány výsledky vícekriteriálního hodnocení. Výsledkem analýzy bylo doporučení různých mobilních operátorů pro jednotlivé skupiny uživatelů. Pro studenty se ukázal jako optimální operátor O2 (YOU NEO s 20 Mb/s), pro dospělé uživatele pak Vodafone (Neomezený Super+), a pro seniory nejlepší volbou byl operátor Vodafone (Start 250 Minut).

5 Seznam použitých zdrojů

GRASSEOVÁ, Monika; MAŠLEJ Miroslav; BRECHTA Bohumil. Manažerské rozhodování: Teoretická východiska a praktické příklady. Brno: Univerzita obrany, 2010, 177 s. ISBN 978-80-7231-730-1.

HRŮZOVÁ, Helena. Manažerské rozhodování: Management. 2. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2011. ISBN 978-80-86730-74-5.

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.

FIALA, Petr. Modely a metody rozhodování. 2. přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2008. ISBN 978-80-245-1345-4.

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

OLIVKOVÁ, Ivana. Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování při hodnocení kvality veřejné dopravy. Perner's Contacts, 2011, 6.3: 293-303.

SAATY, Thomas L. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas, 2008, 102: 251-318.

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

VOHRADSKÝ, Marek. Použití metod vícekriteriálního rozhodování při řízení podniku. Plzeň, 2016. Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/23313/1/DP_Vohradsky_2016.pdf. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce doc. RNDr. Ladislav Lukáš, CSc.

YANG, Xin-She. Multi-objective optimization. Nature-inspired optimization algorithms, 2014, 197–211.

6 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

6.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Rozdíl mezi jistotou, rizikem a nejistotou (Hrůzová, 2011, str. 13).....	16
Obrázek 2 – Polygonální zobrazení dominance variant (GRASSEROVA a kol., 2010, str. 97)	20
Obrázek 3 – Metody kvantifikace preferencí mezi kritérii a jejich výstupy (BROŽOVÁ a další, 2014, str.10).....	22
Obrázek 4 – Metody kvantifikace preferencí mezi variantami (BROŽOVÁ a další,2014, str.10).....	23
Obrázek 5 – Hierarchická struktura modelu pro studenty (Vlastní zpracování)	41
Obrázek 6 – Hierarchická struktura modelu pro dospělé (Vlastní zpracování).....	42
Obrázek 7 – Hierarchická struktura modelu pro seniory (Vlastní zpracování)	42

6.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Tabulka variant pro studenty (Vlastní zpracování)	37
Tabulka 2 – Tabulka variant pro dospělé (Vlastní zpracování)	37
Tabulka 3 – Tabulka variant pro seniory (Vlastní zpracování).....	37
Tabulka 4 – Přehled variant pro studenty a jejich kritérii (Vlastní zpracování)	38
Tabulka 5 – Přehled variant pro dospělé a jejich kritérii (Vlastní zpracování)	38
Tabulka 6 – Přehled variant pro seniory a jejich kritérii (Vlastní zpracování).....	39
Tabulka 7 – Výpočet vah kritérií pro studenty (Vlastní zpracování)	39
Tabulka 8 – Výpočet vah kritérií pro dospělé (Vlastní zpracování)	40
Tabulka 9 – Výpočet vah kritérií pro seniory (Vlastní zpracování).....	40
Tabulka 10 – Matice pro kritérium cena, Metoda bazické varianty (studenti) (Vlastní zpracování).....	43
Tabulka 11 – Matice pro kritérium rychlost dat, Metoda bazické varianty (studenti) (Vlastní zpracování).....	43
Tabulka 12 – Matice pro kritérium bonusy, Saatyho metoda (studenti) (Vlastní zpracování)	44

Tabulka 13 – Matice pro kritérium recenze, Metoda bazické varianty (studenti) (Vlastní zpracování)	44
Tabulka 14 – Celkové pořadí mobilních operátorů dle vypočtené metody AHP (studenti) (Vlastní zpracování).....	45
Tabulka 15 – Matice pro kritérium cena, Metoda bazické varianty (dospělí) (Vlastní zpracování)	45
Tabulka 16 – Matice pro kritérium rychlost dat, Metoda bazické varianty (dospělí) (Vlastní zpracování)	46
Tabulka 17 – Matice pro kritérium bonusy, Saatyho metoda (dospělí) (Vlastní zpracování)	46
Tabulka 18 – Matice pro kritérium recenze, Metoda bazické varianty (dospělí) (Vlastní zpracování)	47
Tabulka 19 – Celkové pořadí mobilních operátorů dle vypočtené metody AHP (dospělí) (Vlastní zpracování).....	47
Tabulka 20 – Matice pro kritérium cena, Metoda bazické varianty (seniory) (Vlastní zpracování)	48
Tabulka 21 Matice pro kritérium objem dat, Metoda pořadí (seniory) (Vlastní zpracování)	48
Tabulka 22 – Matice pro kritérium volání, Metoda bazické varianty (seniory) (Vlastní zpracování)	49
Tabulka 23 – Matice pro kritérium SMS, Saatyho metoda (seniory) (Vlastní zpracování).....	49
Tabulka 24 – Celkové pořadí mobilních operátorů dle vypočtené metody AHP (seniory) (Vlastní zpracování).....	50
Tabulka 25 – Finální výsledky výběru kompromisní varianty (Vlastní zpracování).....	51

6.3 Seznam vzorců

Vzorec 1 – Metoda pořadí, normalizace vah kritérií (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 14) ...	24
Vzorec 2 – Bodovací metoda, normalizace vah kritérií (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 14)	25
Vzorec 3 – Saatyho metoda, index konzistence (BROŽOVÁ a další, 2014, str. 17)	26

Vzorec 4 – Saatyho metoda, geometrický průměr řádků (BROŽOVÁ a kol, 2014, s. 17).	27
Vzorec 5 – Saatyho metoda, výpočet vah (BROŽOVÁ a další, 2014, s. 17).....	27
Vzorec 6 – Metoda bazické varianty, maximalizační (výnosová) kritéria	27
Vzorec 7 – Metoda bazické varianty, minimalizační (nákladová) kritéria.....	27
Vzorec 8 – Metoda bazické varianty, výpočet celkového užitku.....	28
Vzorec 9 – Váhy kritérií – metoda AHP.....	29
Vzorec 10 – Celkový užitek – metoda AHP	29
Vzorec 11 – Skalární složená účelová funkce	30
Vzorec 12 – Váhový koeficient	30
Vzorec 13 – Vícekriteriální funkce užitku.....	30
Vzorec 14 – Transformační vzorec pro tvorbu normalizované matice R.....	30
Vzorec 15 – Metoda TOPSIS, normalizovaná kritériální rovnice R (JABLONSKÝ, 2007, str. 281).....	31
Vzorec 16 – Metoda TOPSIS, vážená kritériální matice (JABLONSKÝ, 2007, str. 281)..	31
Vzorec 17 – Metoda TOPSIS, výběr ideální a bazální varianty (JABLONSKÝ, 2007, str. 281).....	31
Vzorec 18 – Metoda TOPSIS, výpočet vzdálenosti od ideální varianty (JABLONSKÝ, 2007, s. 281)	32
Vzorec 19 – Metoda TOPSIS, výpočet vzdálenosti od bazální varianty (JABLONSKÝ, 2007, s. 281)	32
Vzorec 20 – Metoda TOPSIS, ukazatel relativní vzdálenosti od bazální varianty (JABLONSKÝ, 2007, s. 281).....	32

6.4 Seznam rovnic

Rovnice 1 – Kritériální matice Y (BROŽOVÁ a další, 2014, s. 5).....	19
Rovnice 2 – Obecný tvar Saatyho matice $S=(s_{ij})$ (BROŽOVÁ a kol., 2014, str. 16).....	26

Přílohy

Příloha 1: Výpočet vah pomocí Saatyho metody

studenti	cena tarifu absolutní preference před recence	9					
	cena tarifu velmi silná preference před rychlost dat	7					
	cena tarifu silná preference před bonusy	5					
	bonusy silná preference před recence	5					
	bonusy mírná preference před rychlost dat	3					
	rychlost dat velmi slabá preference před recence	2					
<i>váhy studentů</i>	cena tarifu	chlost dat (Mb)	bonusy	recence (%)	ri	vi	
cena tarifu	1,0000	7,0000	5,0000	9,0000	4,2129	0,6573	
rychlost dat (Mb/s)	0,1429	1,0000	0,3333	2,0000	0,5555	0,0867	
bonusy	0,2000	3,0000	1,0000	5,0000	1,3161	0,2053	
recence (%)	0,1111	0,5000	0,2000	1,0000	0,3247	0,0507	
					6,4091	1	

Zdroj: Vlastní zpracování

dospělí	rychlost dat absolutní preference před bonusy	9					
	rychlost dat velmi silná preference před recence	7					
	rychlost dat mírná preference před cenou	3					
	cena silná preference před bonusy	5					
	cena mírná preference před recence	3					
	recence velmi slabá preference před bonusy	2					
<i>váhy dospělí</i>	cena tarifu	chlost dat (Mb)	bonusy	recence (%)	ri	vi	
cena tarifu	1	0,33333333	5	3	1,4953	0,2417	
rychlost dat (Mb/s)	3	1	9	7	3,7078	0,5993	
bonusy	0,2	0,11111111	1	0,5	0,3247	0,0525	
recence (%)	0,33333333	0,14285714	2	1	0,6586	0,1065	
						1	

Zdroj: Vlastní zpracování

senioři	volání absolutní preference před objem dat	9					
	volání silná preference před sms	5					
	volání velmi slabá preference před cenou	2					
	cena velmi silná preference před objem dat	7					
	cena mírná preference před sms	3					
	sms silná preference před objem dat	5					
<i>váhy senioři</i>	cena tarifu	objem dat (GB)	volání (min)	sms	ri	vi	
cena tarifu	1	7	0,5	3	1,8001	0,3063	
Objem dat (GB)	0,142857143	1	0,11111111	0,2	0,2374	0,0404	
Volání (min)	2	9	1	5	3,0801	0,5241	
sms	0,333333333	5	0,2	1	0,7598	0,1293	
						1	

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 2: Výpočet optimálního mobilního operátora pomocí metody AHP

studenti	cena tarifu	rychlost dat (Mb/s)	bonusy	recenze (%)		
Vodafone (Hjetavtobě Super+)	648,05	20	Sleva až 5 000 Kč na zařízení	44,44		
T-mobile (Tarif pro flexery)	700	10	Sleva 1 000 Kč na vybraný mobil	41,77		
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	699	20	HBO Max a O2 TV v ceně, 5 Air Bank 300 Kč na účet každý měsíc	35,27		
Váhy	0,6573	0,0867	0,2053	0,0507		
Metoda bazické varianty						
Cena tarifu (0,6596)			Normování	Díleci užitek		
Vodafone (Hjetavtobě Super+)	648,05	1	0,3505	0,2304		
T-mobile (Tarif pro flexery)	700	0,926	0,3245	0,2133		
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	699	0,927	0,3250	0,2136		
	MIN	2,85		1,00		
Metoda bazické varianty						
Rychlost dat (Mb/s) (0,0766)			Normování	Díleci užitek		
Vodafone (Hjetavtobě Super+)	20	1	0,4	0,0347		
T-mobile (Tarif pro flexery)	10	0,5	0,2	0,0173		
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	20	1	0,4	0,0347		
	MAX	2,50				
Saotyha metoda						
Bonusy (0,2061)	Vodafone (Hjetavtobě Super+)	T-mobile (Tarif pro flexery)	O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	Geom. Pr.	Normování	Díleci užitek
Vodafone (Hjetavtobě Super+)	1	3	0,2	0,8434	0,1782	0,0366
T-mobile (Tarif pro flexery)	0,33333	1	0,11111	0,3333	0,0704	0,0145
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	5	9	1	3,5569	0,7514	0,1543
				4,7337	1,0000	
Metoda bazické varianty						
Recenze (0,0578)			Normování	Díleci užitek		
Vodafone (Hjetavtobě Super+)	44,44	1	0,3658	0,0185		
T-mobile (Tarif pro flexery)	41,77	0,9399	0,3438	0,0174		
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	35,27	0,7937	0,2903	0,0147		
	MAX	2,73		1,0000		
Operator						
	Úžitek	Pořadí				
Vodafone (Hjetavtobě Super+)	0,3202	2				
T-mobile (Tarif pro flexery)	0,2625	3				
O2 (YOU NEO s 20 Mb/s)	0,4173	1				
	1,0000					

Zdroj: Vlastní zpracování

dospělí	cena tarifu	rychlost dat (Mb/s)	bonusy	recenze (%)		
Vodafone (Neomezený Super+)	997	20	Sleva 2 000 Kč na zařízení	44,44		
T-mobile (Neomezené XL)	930	10	Sleva 2 000 Kč na vybraný mobil	41,77		
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	949	10	žádná	35,27		
Váhy	0,2417	0,5993	0,0525	0,1065		
Metoda bazické varianty						
Cena tarifu (0,2417)			Normování	Díleci užitek		
Vodafone (Neomezený Super+)	997	0,9328	0,3202	0,0774		
T-mobile (Neomezené XL)	930	1,0000	0,3433	0,0830		
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	949	0,9800	0,3364	0,0813		
	MIN	2,9128				
Metoda bazické varianty						
Rychlost dat (Mb/s) (0,5993)			Normování	Díleci užitek		
Vodafone (Neomezený Super+)	20	1	0,5	0,2997		
T-mobile (Neomezené XL)	10	0,5	0,25	0,1498		
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	10	0,5	0,25	0,1498		
	MAX	2				
Saotyha metoda						
Bonusy (0,0525)	Vodafone (Neomezený Super+)	T-mobile (Neomezené XL)	O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	Geom. Pr.	Normování	Díleci užitek
Vodafone (Neomezený Super+)	1	1	9	2,0801	0,4737	0,0249
T-mobile (Neomezené XL)	1	1	9	2,0801	0,4737	0,0249
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	0,11111111	0,11111111	1	0,2311	0,0526	0,0028
				4,3913	1,0000	
Metoda bazické varianty						
Recenze (%) (0,1065)			Normování	Díleci užitek		
Vodafone (Neomezený Super+)	44,44	1	0,3658	0,0390		
T-mobile (Neomezené XL)	41,77	0,9399	0,3438	0,0366		
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	35,27	0,79365	0,2903	0,0309		
	MAX	2,73				
Úžitek						
Vodafone (Neomezený Super+)	0,4409					
T-mobile (Neomezené XL)	0,2943					
O2 (10 Mb/s NEO+ Stříbrný)	0,2648					
	1,0000					

Zdroj: Vlastní zpracování

seniář	cena tarifu	objem dat (GB)	volání (min)	sms			
Vodafone (Start 250 Minut)	326,18	3	250	∞			
T-mobile (Start 150 Plus)	380	1	150	150			
O2 (YOU 5 GB)	399	5	120	∞			
Váhy	0,3063	0,0404	0,5241	0,1293			
Metoda bazické varianty							
Cena tarifu (0,2943)				Normování	Dílčí užitek		
Vodafone (Start 250 Minut)	326,18	1		0,3737	0,1145		
T-mobile (Start 150 Plus)	380	0,858		0,3208	0,0983		
O2 (YOU 5 GB)	399	0,817		0,3055	0,0936		
	MIN	2,68		1,0000			
Metoda pořadí							
Objem dat (GB) (0,0388)			Poradí	Body	Normování	Dílčí užitek	
Vodafone (Start 250 Minut)	3	2		0,3333	0,0135		
T-mobile (Start 150 Plus)	1	3		0,1667	0,0067		
O2 (YOU 5 GB)	5	1		0,5000	0,0202		
			6			1	
Metoda bazické varianty							
Volání (min) (0,5035)				Normování	Dílčí užitek		
Vodafone (Start 250 Minut)	250	1		0,4808	0,2520		
T-mobile (Start 150 Plus)	150	0,6		0,2885	0,1512		
O2 (YOU 5 GB)	120	0,48		0,2308	0,1209		
	MAX	2,08		1,0000			
Saatyha metoda							
Sms (0,1635)		Vodafone (Start 250 Minut)	T-mobile (Start 150 Plus)	O2 (YOU 5 GB)	Geom. Pr.	Normování	Dílčí užitek
Vodafone (Start 250 Minut)	1	1	9	1	2,0801	0,4737	0,0612
T-mobile (Start 150 Plus)	0,1111	1	1	0,1111	0,2311	0,0526	0,0068
O2 (YOU 5 GB)	1	1	9	1	2,0801	0,4737	0,0612
					4,3913	1,0000	
Užitek							
Vodafone (Start 250 Minut)	0,4412						
T-mobile (Start 150 Plus)	0,2630						
O2 (YOU 5 GB)	0,2960						
	1,000						

Zdroj: Vlastní zpracování