

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Výběr notebooku pro osobní použití

Niiara Alimova

© 2020 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Niiara Alimova

Ekonomika a management
Provoz a ekonomika

Název práce

Výběr notebooku pro osobní použití

Název anglicky

Selection of a Laptop for Personal Use

Cíle práce

Cílem této práce je výběr notebooku pro osobní použití podle preference rozhodovatele v reálné rozhodovací situaci.

Metodika

Praktická aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při řešení konkrétního problému bude řešena následujícím postupem:

1. Literární rešerše

- Vícekriteriální rozhodování
- Váhy kritérií a metody jejich stanovení
- Metody pro výběr kompromisní varianty
- Metoda aspiračních úrovní
- Metoda bazické varianty
- Metoda váženého součtu

2. Praktická aplikace

- Profil rozhodovatele a stanovení vah kritérií
- Stanovení souboru variant
- Aplikace metody aspiračních úrovní
- Výběr kompromisní varianty

3. Zhodnocení výsledků, diskuse, závěr



Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

vícekriteriální analýza variant, kritérium, notebook, saatyho metoda, aspirační úroveň, metoda bazické varianty, metoda váženého součtu

Doporučené zdroje informací

FIALA, P. (2010): Operační výzkum: nové trendy. Praha: Professional Publishing, ISBN 9788074310362

JABLONSKÝ, J. (2007): Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, ISBN 9788086946443

ŠUBRT, T. (2015): Ekonomicko-matematické metody. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, ISBN 978-80-7380-563-0

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Martina Houšková Beránková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výběr notebooku pro osobní použití" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.03.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své rodině, která byla mi velkou oporou. Ale nejvíce chtěla bych poděkovat paní Ing. Martině Houškové Beránkové, Ph.D. za trpělivost, věnování svého času, cenné rady a odborné vedení.

Výběr notebooku pro osobní použití

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je výběr notebooku pro osobní použití pomocí vybraných metod vícekriteriální analýzy variant na základě stanovených kritérií.

V teoretické části je popsána obecná problematika vícekriteriálního hodnocení variant, jsou uvedené různé metody vícekriteriální analýzy a metody stanovení vah kritérií. Detailněji jsou popsány jen metody, které byly použity v praktické části této bakalářské práce.

V druhé části, resp. v praktické aplikaci, na základě profilu rozhodovatele jsou stanovena kritéria, pomocí kterých jsou aplikované vybrané metody vícekriteriálního hodnocení variant: metoda bazické varianty a metoda váženého součtu.

V závěru je shrnut celkový výsledek rozhodování a doporučení ohledně dané rozhodovací situace.

Klíčová slova: vícekriteriální analýza variant, kritérium, notebook, Saatyho metoda, aspirační úroveň, metoda bazické varianty, metoda váženého součtu.

Selection of a Laptop for Personal Use

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to select a notebook for personal use according to selected methods of multiple criteria decision-making methods based on set criteria.

In the theoretical part the general problems of multicriterial evaluation of variants are described, there are mentioned various methods of multicriterial analysis and methods of determination of criteria weights. Only the methods that were used in the practical part of this thesis are described more detailed.

In the second part, respectively in the practical application, based on the decision-maker's profile, the criteria are determined. According to them, the selected methods of multi-criteria evaluation of variants are applied: the basic variant method and the weighted sum method.

The conclusion summarizes the overall outcome of the decision-making and recommendations regarding the decision-making situation are given.

Keywords: multicriteria analysis of variants, criterion, notebook, Saaty's method, aspiration level, basic variant method, weighted sum method.

Obsah

1 Úvod	13
2 Cíl práce a metodika	14
2.1 Cíl práce	14
2.2 Metodika.....	14
3 Teoretická část	15
3.1 Vícekriteriální rozhodování.....	15
3.2 Vícekriteriální hodnocení (analýza) variant	15
3.3 Komponenty úloh vícekriteriální analýzy variant	16
3.3.1 Kritéria	16
Kriteriální matice.....	16
Preference kritéria	17
3.3.2 Varianty.....	18
Dominující varianta	18
Paretovská varianta.....	18
Ideální a bazální varianta	18
Kompromisní varianta	18
3.4 Informace o preferenčních vztazích.....	18
3.5 Metody stanovení vah kritérií.....	20
3.5.1 Ordinální vstupní informace.....	20
Metoda Fullerova trojúhelníku.....	20
Metoda pořadí	21
3.5.2 Kardinální vstupní informace	21
Saatyho metoda	21
Bodovací metoda.....	22

3.6	Metody stanovení kompromisních variant	23
3.6.1	Princip měření vzdálenosti od ideální varianty.....	23
3.6.2	Princip práce preferenčními relacemi mezi varianty	23
	Metoda AHP.....	23
	Metoda PROMETHEE	23
3.6.3	Princip práce informací o mezní míře substituce kriteriálních hodnot	24
3.6.4	Princip práce s funkcí užitků	24
	Metoda bazické varianty	24
	Metoda váženého součtu.....	25
4	Praktická aplikace	26
4.1	Profil rozhodovatele	26
4.2	Stanovení kritérií.....	26
4.2.1	Cena.....	26
4.2.2	Výdrž baterie.....	27
4.2.3	Váha	27
4.2.4	Kapacita pevného disku.....	27
4.3	Výběr variant	27
4.4	Stanovení vah kritérií	28
4.5	Výběr kompromisní varianty.....	28
4.5.1	Metoda bazické varianty.....	28
4.5.2	Metoda váženého součtu	30
5	Výsledky a diskuse	32
6	Závěr	33
7	Seznam použitých zdrojů	34

Seznam rovnic

<i>Rovnice 1 - Kriteriaální matice (ŠUBRT, 2015)</i>	17
<i>Rovnice 2 - Saatyho matice $S = (s_{ij})$ (ŠUBRT, 2015)</i>	22
<i>Rovnice 3 - Vzorec: Výpočet prvků standardizované kriteriaální matice (ŠUBRT, 2015)</i>	25
<i>Rovnice 4 - Vzorec: Výpočet agregované funkce užiteků (ŠUBRT, 2015)</i>	25

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - Metody kvantifikace preferenci mezi kritéria a jejich výstupy (ŠUBRT, 2015)</i>	19
<i>Tabulka 2 - Metody kvantifikace preferenci mezi variantami (ŠUBRT, 2015)</i>	20
<i>Tabulka 3 - Přípustné varianty (Vlastní zpracování)</i>	28
<i>Tabulka 4 – Saatyho metoda (Vlastní zpracování)</i>	28
<i>Tabulka 5 - Váhy kritérií (Vlastní zpracování)</i>	29
<i>Tabulka 6 - Aplikace metody bazické varianty (Vlastní zpracování)</i>	29
<i>Tabulka 7 - Ideální a bazální varianta (Vlastní zpracování)</i>	30
<i>Tabulka 8 - Aplikace metody váženého součtu (Vlastní zpracování)</i>	31

1 Úvod

Život člověka je řada rozhodnutí, která činí. Každé z našich rozhodnutí je výběr z několika možností. Každý den se každý člověk rozhoduje ne jednou, ale několikrát, od jednoduchých každodenních po ty, které ovlivňují jeho celý budoucí život. Někdy je snadné vybrat si například, když si vyberete mezi tím, co se vám líbí a co ne. Někdy je obtížnější to udělat, protože váš výběr je v zájmu jiných lidí.

Vícekritériálnost charakterizuje téměř každou rozhodovací situaci. Při výběru konkrétních věcí samozřejmě analyzujeme výhody a nevýhody různých možností. V případě, když rozhodnutí neovlivní náš budoucí život, můžeme rozhodovat intuitivně a není třeba aplikovat speciální metody. Ale když víme, že výběr činí velký význam pro naši budoucnost, chceme, aby výsledek rozhodnutí byl co nejlepší, nejefektivnější.

Tak pro management společnosti je rozhodování jednou z nejvýznamnějších činností, které manažeři uskutečňují. Např. rozhodují o finančních strategiích, investičních projektech nebo výběru dodavatelů. Výsledek rozhodování má vliv na další rozvoj společnosti, proto použití metod vícekritériálního hodnocení variant může být vhodným nástrojem pro dosažení lepších výsledků.

Na jiné straně, člověk může rozhodovat o více životních situacích. Např. rozhoduje o koupě nového automobilu, o změně bydliště, vybírá vysokou školu pro sebe nebo pro své dítě nebo prostě rozhoduje o koupě mobilního telefonu či notebooku pro osobní použití. V těchto případech určitě je možné postupovat intuitivně, ale jde o rozhodování, které ovlivňuje některé aspekty života člověka dlouhodobě, proto je lepší použít metody vícekritériální analýzy variant, jestli člověk chce dostat maximum užiteků ze svého rozhodnutí.

V této práci jsou popsány základní typy metod vícekritériálního hodnocení variant a možnosti jejich využití při řešení rozhodovacích situací v reálném životě, protože výběr notebooku pro osobní použití je příkladem jednoho z velkého množství rozhodnutí, se kterým se běžný člověk setkává.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je výběr notebooku pro osobní použití podle preference jednotlivých kritérií. Ukázat na reálném příkladu, jak funguje vybraný způsob a analyzovat výsledky aplikované metody.

2.2 Metodika

Praktická aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při řešení konkrétního problému bude řešena následujícím postupem:

1. Literární rešerše
 - Vícekriteriální rozhodování
 - Váhy kritérií a metody jejich stanovení
 - Metody pro výběr kompromisní varianty
 - Metoda aspiračních úrovní
 - Metoda bazické varianty
 - Metoda váženého součtu

2. Praktická aplikace
 - Profil rozhodovatele a stanovení vah kritérií
 - Stanovení souboru variant
 - Aplikace metody aspiračních úrovní
 - Výběr kompromisní varianty

3. Zhodnocení výsledků, diskuse, závěr

3 Teoretická část

3.1 Vícekriteriální rozhodování

Téměř každé rozhodování člověka je rozhodováním vícekriteriálním, i když ve většině příkladů jej není účelně a často ani možné nějakým modelovým způsobem podchytit (JABLONSKÝ, 2007).

Úlohy vícekriteriálního rozhodování se dělí na dvě skupiny podle způsobu zadání množiny variant:

a) Modely vícekriteriálního hodnocení (analýzy) variant

V těchto úlohách varianty jsou zadané pomocí konečného (diskrétního) seznamu a jsou ohodnocené podle jednotlivých kritérií.

b) Modely vícekriteriální optimalizace (programování)

Nekonečná množina variant v těchto modelech je vyjádřena pomocí omezujících podmínek a ohodnocením jednotlivých variant jsou jednotlivé kritériální funkce (ŠUBRT, 2015) (JABLONSKÝ, 2007).

Dál bude jen o modelech vícekriteriálního hodnocení variant.

3.2 Vícekriteriální hodnocení (analýza) variant

Modely vícekriteriální analýzy variant řeší situaci, kde je třeba vybrat jedinou nejvhodnější variantu ze dvou a více možných, na základě hledisek hodnocení variant - kritérií. Tato varianta se označuje jako *kompromisní varianta*, protože je právě kompromisem mezi jednotlivými rozhodovacími kritérii.

Kromě nalezení kompromisní varianty, mezi základní cíle úloh vícekriteriálního hodnocení patří:

- *Uspořádání množiny variant* od „nejhorší“ k „nejlepší“. Ale zde je třeba si uvědomit, že pojmy „nejhorší“, „nejlepší“ a „kompromisní“ závisí na preferencích rozhodovatele.
- *Klasifikace variant* nebo rozdělení variant do několika tříd (JABLONSKÝ, 2007).

3.3 Komponenty úloh vícekritériální analýzy variant

V modelech vícekritériální analýzy variant je daná konečná množina m variant, které jsou hodnoceny podle n kritérií (ŠUBRT, 2015).

3.3.1 Kritéria

Rozhodovací kritéria určuje sám rozhodovatel dle svých možností. Podle stanovených kritérií probíhá hodnocení variant, a proto je jejich volba velmi důležitá. Musí být nezávislá, měla by pokrývat všechna hlediska výběru, a přitom jich nesmí být zbytečně velký počet, aby problém nebyl nepřehledný (ŠUBRT, 2015).

Kritéria lze dělit podle různých hledisek: podle povahy a podle kvantifikovatelnosti.

Podle kvantifikovatelnosti se rozlišují:

- a) *Kritéria kvantitativní* jsou vyjádřena číselnou hodnotou, a proto se také nazývají objektivní.
- b) *Kritéria kvalitativní* jsou vyjádřena slovně. Takový typ kritéria je nutné kvantifikovat, a to např. pomocí různých bodovacích stupnic zvolených rozhodovatelem. Velmi často jde o hodnoty subjektivně odhadnuté uživatelem (subjektivní kritéria) (ŠUBRT, 2015).

Podle povahy se rozlišují:

- a) *Kritéria maximalizační*, při kterých nejvyšší hodnoty podle tohoto kritéria mají nejlepší varianty.
- b) *Kritéria minimalizační* jsou opakem maximalizačních kritérií.

Kritériální matice

Máme-li hodnocení variant podle kritérií kvantifikováno, můžeme údaje uspořádat do **kritériální matice** Y , kde prvek y_{mn} vyjadřuje hodnocení m -té varianty podle n -tého kritéria (ŠUBRT, 2015).

Řádky kritériální matice jsou tvořeny jednotlivými variantami, sloupce kritériální matice odpovídají jednotlivým kritériím.

Obecně tedy kritériální matice vypadá následovně:

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

Rovnice 1 - Kriteriaální matice (ŠUBRT, 2015)

Preference kritéria

Je zřejmé, že pro rozhodovatele mohou mít jednotlivá kritéria různou důležitost. Výsledky aplikace metod vícekritériálního hodnocení variant moc závisí na stanovených preferencích, a to takovým způsobem, že v případě, když rozhodovatel změní své preference, dojde k úplnému zneplatnění řešeného modelu. Rozumně stanovené preference zajistí skutečně velmi dobré rozhodnutí.

Podle (ŠUBRT, 2015) preference kritérií může být stanovena:

- *Aspirační úrovně kritérií*
Přípustná hodnota kritéria, kterou alespoň má být dosaženo. Stanoví jej rozhodovatel. Pro maximalizační kritérium je to nejnižší možná hodnota, a pro minimalizační – naopak.
- *Pořadí kritérií*
Rozhodovatel seřadí kritéria od nejdůležitějšího po nejméně důležité, ale neuvádí kolikrát je jedno kritérium důležitější než druhé.
- *Váhy kritérií*
Kvantifikované vyjádření důležitosti jednotlivých kritérií. Čím je důležitost kritéria vyšší, tím je vyšší i jejich váha. Nabývají hodnot v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a součet vah všech kritérií je roven jedné. Existují speciální metody, pomocí kterých na základě profilu rozhodovatele je možné spočítat váhy kritérií. Tyto metody budou probírané dál.
- *Kompensace kriteriaálních hodnot*
Je vyjádřena stupněm substituce mezi jednotlivými hodnotami kritérií. Možnost vyrovnat špatné kriteriaální hodnoty podle jednoho kritéria lepšími hodnotami podle jiného kritéria. (FRIEBELOVÁ, 2007)
- *Žádná informace o preferenci*

3.3.2 Varianty

Varianty můžeme definovat jako jednotlivé konkrétní rozhodovací možnosti, alternativní rozhodnutí. Jsou právě předmětem rozhodování a musí být realizovatelné a nejsou logickým nesmyslem (BROŽOVÁ, 2003).

Některé varianty jsou se speciálními vlastnostmi.

Dominující varianta

Dominující varianta je hodnocená lépe podle všech kritérií než varianta dominovaná. Ne vždy je možné určit dominující či dominovanou variantu.

Paretovská varianta

Paretovská varianta je varianta nedominovaná žádnou jinou variantou. Také se nazývá *efektivní varianta*. Pokud cílem modelu vícekriteriální analýzy variant je nalezení kompromisní varianty, mluvíme o variantě paretovské (ŠUBRT, 2015).

Ideální a bazální varianta

Ideální varianta je právě ta nejlepší varianta, která ve všech kritériích dosahuje nejlepších hodnot. Varianta bazální naopak podle všech kritérií je nejhorší variantou. Považují se za hypotetické, protože kdyby reálně existovala ideální varianta v modelu vícekriteriálního rozhodování, byla by jedinou nedominovanou variantou. (BROŽOVÁ, 2003)

Kompromisní varianta

Kompromisní varianta je jediná nedominovaná a doporučuje se tedy k řešení (FRIEBELOVÁ, 2007). Často se stává, že počet nedominovaných variant v úlohách vícekriteriálního hodnocení je více než jedna, proto je třeba uvazovat preference rozhodovatele a pak kvantifikovat důležitost jednotlivých kritérií (JABLONSKÝ, 2007).

3.4 Informace o preferenčních vztazích

Úlohy vícekriteriálního hodnocení variant můžeme dělit podle toho, zda vyžadují či nevyžadují nějaké doplňující informace a jaký je charakter těchto informací:

- *Žádná informace*

Informace o preferencích mezi kritérii neexistuje, ale to se týká jen preferenci mezi kritérii. Nelze bylo by určit ideální a bazální variantu, pokud by nebyla nějaká

informace o preferencích mezi varianty, a v tomto případě nebylo by možné úlohu vícekritériálního rozhodování vyřešit. (BROŽOVÁ, 2003)

- *Nominální informace*
Vyjádření preference pomocí aspirační úrovně, tj. hodnot, kterých má být alespoň dosaženo. Tato situace se opět vztahuje pouze k informaci o preferencích mezi kritérii. Varianty rozdělujeme na akceptovatelné a neakceptovatelné, na základě splnění/nesplnění aspiračních úrovní.
- *Ordinální informace*
Vyjadřuje pořadí kritérií podle důležitosti nebo uspořádaní variant podle ohodnocení kritériem. (BROŽOVÁ, 2003)
- *Kardinální informace*
Vyjadřuje, jak moc je jedno hodnocení lepší než druhé. V případě kritérií se jedná o váhy, v případě ohodnocení variant – o konkrétní vyjádření tohoto hodnocení, nejčastěji číselně.

V následující tabulce jsou uvedeny metody kvantifikace jednotlivých typů informací o preferencích mezi kritérii.

Analogicky je možné uvést přehled nejpoužívanějších metod zpracování informací o preferencích mezi varianty, které jsou představené ve druhé tabulce.

Samozřejmě, v těchto tabulkách autoři neuvedli úplný seznam všech metod. V dalších kapitolách této bakalářské práce budou popsány jen některé z nejpoužívanějších metod, a hlavně ty, které budou aplikovány v praktické části této práce.

Informace o preferencích mezi kritérii		
Informace	Metoda	Vystup
Žádná	Entropická metoda	Vektor vah kritérií
Nominální	Metoda aspirační úrovní	Aspirační úrovně kritérií
Ordinální	Metoda pořadí	Vektor vah kritérií
	Fullerova metoda	
Kardinální	Bodovací metoda	
	Saatyho metoda	

Tabulka 1 - Metody kvantifikace preferenci mezi kritéria a jejich výstupy (ŠUBRT, 2015)

	Informace o preferencích mezi variantami					
	Nominální informace	Ordinální informace	Kardinální informace			
	Aspirační úrovně	Pořadí	Funkce užiteků	Vzdálenost variant od ideální a bazální varianty	Preferenční relace	Mezní míra substituce
Metoda	Metoda PRIAM	Lexikografická metoda	Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS	Metoda AHP	Metoda postupné substituce
	Metoda bazické varianty	ORESTE			Metoda PROMETHEE	
		Permutační			Metoda ELECTRE	

Tabulka 2 - Metody kvantifikace preferenci mezi variantami (ŠUBRT, 2015)

3.5 Metody stanovení vah kritérií

Prvním krokem analýzy modelu vícekritériálního hodnocení variant je stanovení vah kritérií. Získat váhy kritérií od rozhodovatele přímo v numerické podobě je často velmi problematické. Pomocí metod odhadu vah kritérií, na základě subjektivních informací od rozhodovatele, je možné stanovit důležitost jednotlivých kritérií vůči ostatním kritériím. (JABLONSKÝ, 2007).

Metody stanovení vah kritérií se dělí podle typu vstupních informací. V následujících kapitolách budou popsány nejpoužívanější metody stanovení vah kritérií podle požadovaných vstupních informací.

3.5.1 Ordinální vstupní informace

U metod pracujících s ordinální informací jsou dvě základní možnosti vyjádření důležitosti mezi kritérií: porovnání každé dvojici kritérií mezi sebou (pak se určí, který kritérium je důležitější ze dvojice) nebo přiřazení pořadových čísel jednotlivým kritériím. (ŠUBRT, 2015)

Mezi nejpoužívanější metody vyžadující ordinální informace o preferencích mezi kritérií patří metoda Fullerova trojúhelníku a metoda pořadí.

Metoda Fullerova trojúhelníku

Tato metoda spočívá v porovnávání každé dvojici kritérií mezi sebou, tzn. v párovém porovnání kritérií. Z každé dvojice rozhodovatel vybere to kritérium, které je pro něj

důležitější a označí ho číslem 1, pokud obě kritéria jsou stejně důležitá, označí obě dvě. Poté sečte se počet označení u každého kritéria a váha jednotlivého kritéria se získá následujícím způsobem: počet označení každého kritéria se vydělí celkovým počtem kritérií.

Metoda pořadí

Metoda pořadí je dost jednoduchou metodou stanovení vah kritérií. Spočívá v přiřazení kritériím pořadová čísla v závislosti na tom, jaká ohodnocení dostala jednotlivá kritéria. Tzn. poprvé se kritéria seřadí od nejdůležitějšího k nejméně důležitému, pak nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno tolik bodů, kolik je celkový počet kritérií, tzn. když n je celkový počet kritérií, kritérium, který dostal nejlepší ohodnocení dostane n bodů. Druhý nejdůležitější kritérium dostane $n-1$ bodů atd., až jeden z kritérií nedostane jen jeden bod, jako nejméně důležitý kritérium. Pokud kritéria jsou stejně důležitá, dostanou body dle průměrného pořadí. Váhy se pak spočítají stejným způsobem, jak u Fullerovy metody: ohodnocení jednotlivého kritéria se vydělí celkovým počtem kritérií.

3.5.2 Kardinální vstupní informace

Metody pracující s kardinální informací vyžadují nejen určení pořadí důležitosti kritérií, ale také jejich kvantitativní ohodnocení. Rozhodovatel je schopen vyjádřit rozestupy mezi preferencemi jednotlivých kritérií. V tomto případě je využívána např. Saatyho metoda a bodovací metoda. (FRIEBELOVÁ, 2007)

Saatyho metoda

Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání odvozuje váhový vektor z informace o odhadu poměru vah, který stanoví přímo rozhodovatel. Používá se při hodnocení jedním expertem.

Spočívá v porovnání každé dvojici kritérií mezi sebou s použitím devítibodové stupnice:

1 – rovnocenná kritéria i a j

3 – slabě preferované kritérium i před j

5 – silně preferované kritérium i před j

7 – velmi silně preferované kritérium i před j

9 – absolutně preferované kritérium i před j (ŠUBRT, 2015)

Za potřeby lze použít i mezistupně (hodnoty 2, 4, 6, 8).

Informace z párového porovnání lze sestavit do **Saatyho matice** $S = (s_{ij})$:

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

Rovnice 2 - Saatyho matice $S = (s_{ij})$ (ŠUBRT, 2015)

Matice je čtvercová. Na diagonále matice jsou vždy hodnoty jedna, protože každé kritérium je samo sobě rovnocenné. Prvky symetrické podle hlavní diagonály jsou převrácenými hodnotami.

Dalším krokem je odhad vah kritérií. Nejčastěji se používá postup výpočtu vah jako normalizovaného geometrického průměru řádku Saatyho matice (ŠUBRT, 2015).

Poprvé se spočítá geometrický průměr: všechna čísla v řádku se vynásobí a z jejich součinu se provede n -tá odmocnina. Pro výpočet normalizace je třeba spočítat sumu geometrických průměrů a pak rozdělit každý geometrický průměr sumou geometrických průměrů. Odhadnuté váhy musí být rovny jedné.

Saatyho metoda se používá jak pro stanovení preferencí mezi kritérii, tak mezi variantami.

Bodovací metoda

Při stanovení vah kritérií bodovací metodou se používá bodovací stupnice. Může být stanovena v různém rozsahu a více kritériím lze přiřadit stejný počet bodů. Čím je kritérium pro rozhodovatele významnější, tím vyšší počet bodů získává (FRIEBELOVÁ, 2007).

Bodovací metoda se používá podobně, jako metoda pořadí, když hodnotí kritéria více expertů. Pro výpočet vah kritérií součet bodů, který dostane každý kritérium, se pak vydělí celkovým počtem bodů, který byl rozdělen mezi kritéria. (BROŽOVÁ, 2003)

Pro účely této bakalářské práce jako metoda stanovení vah kritérií byla zvolena Saatyho metoda.

3.6 Metody stanovení kompromisních variant

Metod vícekriteriálního hodnocení variant je velké množství a jsou založené na různých principech (JABLONSKÝ, 2007).

Obrazně je možné rozdělit úlohy vícekriteriální analýzy variant podle principů, na kterých je úloha založena.

3.6.1 Princip měření vzdálenosti od ideální varianty

Metoda založena na tomto principu posuzuje varianty z hlediska jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Snaha najít řešení, které je, co nejdále od bazální varianty a co neblíže k ideální variantě. Vyžaduje kardinální hodnocení variant podle jednotlivých kritérií a váhy kritérií.

Nejpoužívanější metoda, která je založena na tomto principu, je metoda TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution).

3.6.2 Princip práce preferenčními relacemi mezi varianty

Metoda AHP

Cílem analytického hierarchického procesu neboli metody AHP je zjednodušení a urychlení rozhodovacího procesu ve složitých situacích. Základem je hierarchická struktura, vždy lze přidat další úrovně. Tato metoda pracuje na všech úrovních hierarchického systému se Saatyho metodou, která funguje na principu párového porovnání. Jednotlivým komponentám jsou přiřazovány kvantitativní charakteristiky, které vyjadřují úroveň jejich důležitosti (BROŽOVÁ, 2003).

Metoda PROMETHEE

Metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation) je založena na vyhodnocování vztahů mezi všemi dvojicemi variant z hlediska všech kritérií. Pro každý kritérium se zvolí preferenční funkci a její parametry. Výsledkem srovnání je vyjádření intenzity preference mezi dvojicemi variant. Podrobněji se této metodě věnuje např. (BROŽOVÁ, 2003).

3.6.3 Princip práce informací o mezní míře substituce kritériálních hodnot

Metody založené na tomto principu vždy porovnávají varianty podle dvojici kritérií: řídicí kritérium a ekvivalizované kritérium. Řídicí kritérium se vyřazuje z hodnocení. Ekvivalizované kritérium představuje sloučení informací z obou kritérií a je používán pro další hodnocení. Algoritmus těchto metod lze popsat následovně:

1. Volba dvojice kritérií
2. Stanovení základní indifferenční křivky
3. Ekvivalizace hodnot řídicího kritéria
4. Vyloučení řídicího kritéria z rozhodování
5. Ekvivalizované kritérium vstupuje do dalšího hodnocení, na konci zůstane pouze 1 kritérium.

Příkladem úloh, které jsou založené na práci informací o mezní míře substituce kritériálních hodnot je metoda postupných substitucí.

3.6.4 Princip práce s funkcí užitků

Každé ohodnocení varianty je možno vyjádřit ve formě užitku, který tato varianta přináší. Dílčí hodnoty užitku lze sloučit do celkového užitku varianty a podle toho varianty vybírat. Metody jsou poměrně objektivní, protože pracují s předloženými daty bez zásahu uživatele. (BROŽOVÁ, 2003).

Mezi takové metody patří: metoda bazické varianty a metoda váženého součtu.

Metoda bazické varianty

Za bazickou variantu je považovaná varianta, která dosahuje nejlepších či předem stanovených hodnot z hlediska všech kritérií (ŠUBRT, 2015).

Tato metoda vyžaduje předem stanovené váhy kritérií.

Postup:

- 1) Stanoví se bazické hodnoty pro každé kritérium – y^B
- 2) Spočítá se normalizované kritériální hodnoty vzhledem k vybrané (bazické) hodnotě.

Postup závisí na charakteru jednotlivých kritéria:

- V případě minimalizačního kritéria: bazické hodnoty každého kritéria se vydělí hodnotou příslušného kritéria
- V případě maximalizační povahy: naopak, hodnoty jednotlivých kritérií se vydělí bazickou hodnotou odpovídajícího kritéria.

- 3) Pak je třeba spočítat celkové ohodnocení každé varianty pomocí výpočtu váženého součtu: užitek každého kritéria se vynásobí vahou, a spočítá se součet výsledků multiplikace podle každé varianty.
- 4) Po seřazení variant od nejlepší k nejhorší podle celkového ohodnocení se určuje kompromisní varianta. Kompromisní variantou je varianta, která dosahuje největších hodnot.

Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu vychází z principu maximalizace užitků. Vyžaduje kritériální matici \mathbf{Y} , vektor vah kritérií \mathbf{v} a určení ideální \mathbf{H} a bazální varianty \mathbf{D} .

Algoritmus metody váženého součtu:

- 1) Poprvé je stanovena ideální variantu H s ohodnocením (h_1, \dots, h_k) a bazální variantu D s ohodnocením (d_1, \dots, d_k) .
- 2) Potom se vytváří standardizovaná kritériální matice \mathbf{R} , jejíž prvky jsou získány pomocí vzorce:

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

Rovnice 3 - Vzorec: Výpočet prvků standardizované kritériální matice (ŠUBRT, 2015)

- 3) Třetím krokem je výpočet agregované funkce užitků pro jednotlivé varianty podle vzorce:

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

Rovnice 4 - Vzorec: Výpočet agregované funkce užitků (ŠUBRT, 2015)

Podobně předchozí metodě, varianty se seřadí sestupně podle hodnot $u(a_i)$ a varianta s nejvyšší hodnotou je kompromisní variantou.

Jak už bylo uvedeno v kapitole 3.4, úlohy vícekritériální analýzy se dělí podle druhu vstupních informací. V praktické části této práce jsou aplikované dvě metody pracující s funkcí užitků: metoda bazické varianty (vyžadující aspirační úrovně kritérií) a metoda váženého součtu (vyžadující kardinální informace).

4 Praktická aplikace

Tato kapitola se zabývá výběrem notebooku pro osobní použití pomocí vybraných metod vícekritériální analýzy variant. Na základě profilu rozhodovatele se stanoví kritéria a váhy kritérií, poté pomocí popsaných metod vícekritériálního hodnocení variant se bude vybírat kompromisní varianta z množiny vhodných variant.

Existuje obrovské množství obchodů, které prodávají elektroniku, resp. notebooky, proto pro lepší výsledek množina přípustných variant bude vybraná z webové stránky jednoho obchodu. Autorka rozhodla, že to bude jeden z největších a důvěryhodných obchodů v České republice – Alza.cz.

4.1 Profil rozhodovatele

V průběhu zpracování této práce došlo u autorky k situaci, kdy bylo třeba koupit notebook pro osobní použití, protože ten počítač, který měla k dispozici už nevyhovoval všem požadavkům.

Příčinou vzniku rozhodovací situace je to, že autorka začala pracovat a pro pracovní náležitosti musela mít počítač k dispozici kdykoliv. Předchozí počítač bylo možné používat jen z domova, protože byl nepřenosný. Proto jako první požadavek byla stanovena mobilita počítače.

Pro autorku, která je studentkou, finanční strana má velký vliv na průběh rozhodování, protože disponuje jen omezeným rozpočtem, který může vydělit na nákup nového počítače. Na základě předchozích zkušeností, autorka rozumí, že levnější elektronika často má menší životní cyklus. Ale požadavkem pro autorku je přijatelná cena neboli poměr ceny a kvality.

4.2 Stanovení kritérií

Při výběru notebooků pro osobní použití se projevilo několik kritérií.

4.2.1 Cena

Autorka je studentkou a má omezený rozpočet, proto cena je nejdůležitějším kritériem. Autorka je schopna vydělit do 30 tis. Kč na nákup nového počítače (a to včetně DPH), a to je možné považovat za aspirační úroveň tohoto kritéria. Z jiné strany autorka

nemá důvěry k levným elektronickým zařízením, protože už se setkala v životě se situací, kdy dost levná elektronika neprosloužila dokonce ani plný rok. Proto pro druhou hranici byla stanovena hodnota v 20 tis. Kč, a při rozhodování se bude snažit co nejvíce se přiblížit k té hodnotě. Je zřejmé, že cena je minimalizačním kritériem.

4.2.2 Výdrž baterie

Počítač se používá pro studium nebo práci, proto ho autorka musí mít s sebou. Stává se, že ne vždy jsou zásuvky k dispozici, proto druhým důležitým kritériem je výdrž baterie, nejméně 10 hodin. Tato aspirační úroveň byla stanovena s ohledem na to, že autorka v pracovní dny nebývá doma po 10-12 hodin. Výdrž baterie je maximalizačním kritériem.

4.2.3 Váha

Kvůli tomu, že autorka vždy chce mít počítač s sebou, musí být dost lehký, maximálně 2 kg. Váha je minimalizačním kritériem.

4.2.4 Kapacita pevného disku

Ještě jedním kritériem je kapacita pevného disku, protože jak už bylo uvedené výše, autorka je studentkou a pracuje, a proto má hodně informací a souborů, které potřebuje mít na počítači. Kapacita pevného disku je maximalizačním kritériem.

4.3 Výběr variant

Dalším krokem je výběr přípustných variant.

Webová stránka obchodu Alza.cz má možnost použití filtrů pro zjednodušení hledání. Po zadání stanovených aspiračních úrovně do filtru se objevilo obrovské množství variant. Autorka rozhodla, že 5 prvních položek z rozdílu „nejprodávanější“, která se objeví po uplatnění filtru, budou považované za množinu přípustných variant, ze které bude vybrána nejvhodnější varianta. Toto řešení bylo přijaté na základě toho, že autorka nemá znalosti o technických vybaveních notebooků a při čtení popisu málo co chápe. Autorka má důvěru k 5 vybraným variantám, protože v poslední době lidé nejčastěji vybírají je.

V tabulce č. 3 jsou představené vybrané varianty.

Po porovnání každé dvojici variant podle kritérií je vidět, že v tomto souboru nelze určit dominující nebo dominovanou variantu, a proto je možné spočítat s tím, že v tabulce je konečná množina přípustných variant.

Varianty	Cena (tis. Kč)	Hmotnost (kg)	Max. výdrž baterie (h)	Pevný disk (GB)
HP ProBook 450 G6	24,7	2	12,5	512
MacBook Air 13" CZ	24	1,35	12	128
HP Pavilion 15 - cs3900nc	22,6	1,85	10	512
Dell Vostro 5490	20,9	1,49	10	256
Lenovo ThinkPad E15 - IML	27,5	1,9	12	512

Tabulka 3 - Přípustné varianty (Vlastní zpracování)

4.4 Stanovení vah kritérií

Pro další aplikování vybraných metod vícekritériálního hodnocení variant je třeba stanovit váhy kritérií.

Váhy kritérií budou stanoveny podle Saatyho metody popsané v teoretické části této práce. Pomocí 9 bodové stupnice párově porovnááme kritéria, pak spočítáme geometrické průměry a naposledy stanovíme váhy kritérií.

Výsledky jsou představené v tabulce:

	Cena (tis. Kč)	Hmotnost (kg)	Max. výdrž baterie (h)	Pevný disk (GB)	Geom. Pr.	Váhy
Cena (tis. Kč)	1	5	3	9	3,41	0,56
Hmotnost (kg)	0,2	1	0,33	5	0,76	0,13
Max. výdrž baterie (h)	0,33	3	1	7	1,63	0,27
Pevný disk (GB)	0,11	0,2	0,14	1	0,24	0,04
					6,04	

Tabulka 4 – Saatyho metoda (Vlastní zpracování)

4.5 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr osobního počítače byly použity dvě vybrané metody: metoda bazické varianty a metoda váženého součtu. Postup těchto metod už byl popsán v teoretické části této práce, ale pro lepší porozumění teoretických poznatek některé výpočty budou představené.

4.5.1 Metoda bazické varianty

Metoda bazické varianty vyžaduje napřed stanovené váhy kritérií. Pro zjednodušení, váhy stanovené Saatyho metodou jsou v následující tabulce:

	Cena (tis. Kč)	Hmotnost(kg)	Max. výdrž baterie (h)	Pevný disk (GB)
Vahy	0,56	0,13	0,27	0,04

Tabulka 5 - Váhy kritérií (Vlastní zpracování)

Aplikace metody se začíná tím, že poprvé se po každém kritériu zvolí ideální varianta, pak se stanoví dílčí užitek podle charakteru kritéria. Naposledy se spočítá celkové ohodnocení jednotlivých variant pomocí váženého součtu a dosažené hodnoty se uspořádají sestupně. Varianta, která je první v pořadí, je hledanou kompromisní variantou.

Jako příklad, teď budou představené výpočty pro variantu HP ProBook 450 G6:

- Bazická varianta je volena jako vektor nejlepších hodnot kritérií na daném souboru.
- Kritérium „cena“ má minimalizační charakter, proto pro výpočet dílčího užitku se bazická hodnota dělí hodnotou daného kritéria: $20,9 / 24,7 = 0,85$ (zaokrouhlujeme na dvě desetinná místa).
- Pro kritérium „hmotnost“ postupujeme stejně, protože taky je minimalizačním: $1,35 / 2 = 0,68$ (zaokrouhlujeme na dvě desetinná místa).
- Další kritérium „maximální výdrž baterie“ je maximalizačním, proto postupujeme naopak: $12,5 / 12,5 = 1$ (hodnota varianty pro daný kritérium je bazickou hodnotou).
- Stejně pro kritérium „pevný disk“: $512 / 512 = 1$ (hodnota varianty pro daný kritérium je bazickou hodnotou).
- Posledním krokem je spočítat celkové ohodnocení varianty pomocí váženého součtu podle postupu, popsaného v teoretické části: $0,85 \cdot 0,56 + 0,68 \cdot 0,13 + 1 \cdot 0,27 + 1 \cdot 0,04 = 0,8744$.

Výsledky aplikace metody bazické varianty jsou v následující tabulce:

Varianty	Cena	Hmotnost (kg)	Max. výdrž baterie (h)	Pevný disk (GB)	Součet pořadí	Pořadí
	(tis. Kč)					
HP ProBook 450 G6	0,85	0,68	1	1	0,8744	3
MacBook Air 13" CZ	0,87	1	0,96	0,25	0,8864	2
HP Pavilion 15 - cs3900nc	0,92	0,73	0,8	1	0,8661	4
Dell Vostro 5490	1	0,91	0,8	0,5	0,9143	1
Lenovo ThinkPad E15 - IML	0,76	0,71	0,96	1	0,8171	5

Tabulka 6 - Aplikace metody bazické varianty (Vlastní zpracování)

Je vidět, že notebook Dell Vostro 5490 dostal nejvyšší celkové ohodnocení, proto je prvním v pořadí a podle metody bazické varianty je hledanou kompromisní variantou.

4.5.2 Metoda váženého součtu

Pro aplikaci metody váženého součtu, kromě napřed spočítaných vah kritérií, je třeba stanovit ideální variantu **H** a variantu bazální **D**.

	Cena (tis. Kč)	Hmotnost (kg)	Max. výdrž baterie (h)	Pevný disk (GB)
H	20,9	1,35	12,5	512
D	27,5	2	10	128

Tabulka 7 - Ideální a bazální varianta (Vlastní zpracování)

Prvním krokem je vytvoření standardizované kritériální matice. Prvky jsou spočítané pomocí rovnice č. 3, uvedené v teoretické části, ideálním hodnotám odpovídá 1 a bazálním – 0.

Příkladem bude výpočet prvků standardizované kritériální matice pro notebook HP ProBook 450 G6:

- Rozdíl hodnoty jednotlivého kritéria a hodnoty bazální daného kritéria vydělíme rozdílem ideální a bazální hodnoty odpovídajícího kritéria:
 $(24,7 - 27,5) / (20,9 - 27,5) = 0,42$ (zaokrouhlujeme na dvě desetinná místa).
- Hodnota kritéria „hmotnost“ pro danou variantu je hodnotou bazální, proto se bude rovnat 0.
- Hodnoty kritérií „maximální výdrž baterie“ a „pevný disk“ jsou hodnoty ideální, proto se rovnají 1.

Po vytvoření standardizované kritériální matice, pro jednotlivé varianty vypočteme agregovanou funkci užítka, a to pomocí váženého součtu. Dál seřadíme dosažené hodnoty od nejlepší k nejhorší. Varianta, která dosáhne nejlepší hodnoty je hledanou kompromisní variantou.

Výsledky aplikace metody jsou v následující tabulce:

Varianty	Cena (tis. Kč)	Hmotnost (kg)	Max. výdrž baterie (h)	Pevný disk (GB)	Součet pořadí	Pořadí
HP ProBook 450 G6	0,42	0	1	1	0,5452	3
MacBook Air 13" CZ	0,53	1	0,8	0	0,6428	2
HP Pavilion 15 - cs3900nc	0,74	0,23	0	1	0,4843	4
Dell Vostro 5490	1	0,78	0	0,33	0,6746	1
Lenovo ThinkPad E15 - IML	0	0,15	0,8	1	0,2755	5

Tabulka 8 - Aplikace metody váženého součtu (Vlastní zpracování)

Podle výsledku aplikace metody váženého součtu, notebook Dell Vostro 5490 opět dosáhl nejvyšších hodnot, jako při aplikaci metody bazické varianty, a je kompromisním řešením.

Zároveň, podle výsledků dvou metod, ostatní varianty dostaly stejná pořadí. Proto můžeme počítat s tím, že notebook MacBook Air 13" CZ je vhodnou alternativní variantou, pokud by z nějakých důvodů byla zamítnuta kompromisní varianta.

5 Výsledky a diskuse

Na základě výsledků aplikace dvou vybraných metod vícekritériálního hodnocení variant byl jako kompromisní varianta zvolen notebook Dell Vostro 5490. Tento notebook dosahuje nejvyšší hodnoty pro kritérium „cena“, hodnoty kritérií „hmotnost“ a „pevný disk“ jsou následující po nejlepší hodnotě odpovědných kritérií. Jediné, kde tato varianta prohrává, je kritérium „maximální výdrž baterie“, protože tento notebook má nejhorší hodnotu ze všech variant podle tohoto kritéria.

Podle metody váženého součtu, rozdíl hodnot užiteků kompromisní a vhodné alternativní varianty je jen 0,0318, což není tak velkým rozdílem.

Druhou variantou v pořadí podle obou metod je notebook MacBook Air 13" CZ. Tento notebook má nejlepší hodnotu podle hmotnosti, což je třetím podle důležitosti kritériem. Maximální výdrž baterie je 12 hodin, což je jen na 30 minut méně než nejlepší hodnota 12,5 hodin. Kritérium „pevný disk“, který má jedinou nejhorší hodnotu a zároveň nejnižší váhu kritéria, není klíčovým pro autorku. Nevýhodou pak je cena tohoto notebooku. V porovnání s kompromisní variantou je o 3 100 Kč dražší, což je dost velký rozdíl.

Notebook HP Pro Book 450 G6 je třetím v pořadí. Má nejdelší výdrž baterie a největší kapacitu pevného disku (druhé a čtvrté kritérium dle důležitosti). Kritérium „cena“ je stanoveno autorkou jako nejdůležitější. Podle ceny je tato varianta na předposledním místě, a to je jednou z příčin, proč ten notebook má dost velký rozdíl 0,1294 při porovnání užiteků dané varianty a kompromisní varianty. Ještě jednou nevýhodou HP ProBook 450 G6 je hmotnost, protože váží 2 kg, což bylo určeno autorkou jako hranice pro toto kritérium.

Čtvrtým v pořadí je notebook HP Pavilion 15 - cs3900nc. Přestože maximální výdrž baterie je stejně nízká jako u kompromisní varianty Dell Vostro 5490, a kapacita pevného disku je největší z možných v daném souboru, podle kritéria „hmotnost“ je jen o 0,15 kg lepší než bazální hodnota tohoto kritéria. Co se týče ceny, tento notebook není tak drahý v porovnání s kompromisní variantou.

Posledním v pořadí je notebook Lenovo ThinkPad E15 – IML. Největší nevýhodou tohoto notebooku samozřejmě je cena ve výši 27,5 tis. Kč, která se velmi blíží horní hranici 30 tis. Kč, kterou na začátku stanovila autorka. Stejně je pro kritérium „hmotnost“. Není pak nejhorší variantou podle tohoto kritéria, ale téměř dosahuje horní hranice, stanovené autorkou. Na druhou stranu, kapacitu pevného disku má největší z uvedených variant, a hodnota kritéria „maximální výdrž baterie“ je vyšší než u kompromisní varianty.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vybrat notebook pro osobní použití pomocí metod vícekriteriálního hodnocení variant podle rozpočtu a potřeb, vymezených autorkou. Pro dosažení stanoveného cíle byly nejprve prostudované teoretické poznatky problematiky vícekriteriálního hodnocení.

Teoretická část této práce byla zaměřena na strukturu a obecné pojmy modelu vícekriteriálního rozhodování. Detailněji byly popsány metody, které byly použity pro dosažení cíle: Saatyho metoda stanovení vah kritérií, metoda bazické varianty a metoda váženého součtu. Poslední dvě metody byly použity pro výběr kompromisní varianty.

Praktická část byla zaměřena na nalezení kompromisní varianty podle postupu vybraných metod. Množina variant byla vybrána z kategorie „nejprodávanejší“ na webové stránce obchodu Alza.cz. Hodnoceno bylo pět prvních notebooků z této kategorie. Nejprve se stanovila kritéria, podle kterých varianty byly hodnoceny. Autorka stanovila čtyři kritéria podle svých požadavků ohledně notebooku: cena, hmotnost, maximální výdrž baterie a kapacita pevného disku.

Metoda bazické varianty a metoda váženého součtu, které byly použity v této práci pro nalezení kompromisní varianty, vyžadují napřed stanovené váhy kritérií, proto dalším krokem bylo spočítat váhy jednotlivých kritérií, a to pomocí Saatyho metody.

Po stanovení všech potřebných hodnot pro praktickou aplikaci vybraných metod, dále se postoupilo ke stanovení kompromisní varianty. Výsledky obou metod byly stejné: jako kompromisní varianta byl zvolen notebook Dell Vostro 5490. Tento notebook má nejnižší cenu, téměř nejmenší váhu, dostatečnou kapacitu pevného disku. Jedinou nevýhodou je maximální výdrž baterie, jen 10 hodin, což je bazální hodnota tohoto kritéria.

V poslední části byly zhodnoceny výsledky vícekriteriálního rozhodování. Stanovil se rozdíl hodnot užiteků první a druhé varianty v pořadí, který je jen 0,0318, a proto notebook MacBook Air 13" CZ bylo rozhodnuto považovat za vhodnou alternativu ke kompromisní variantě.

7 Seznam použitých zdrojů

Tištěné zdroje:

JABLONSKÝ, J. 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha : Professional Publishing, 2007. ISBN 9788086946443.

ŠUBRT, T. 2015. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

FRIEBELOVÁ, J. 2007. *Rozhodovací modely pro ekonomy*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. ISBN: 978-80-7394-035-5.

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M. a ŠUBRT, T. 2003. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2003. ISBN 80-213-1019-7..

Elektronické zdroje:

Alza.cz, a.s. HP ProBook 450 G6. [Online] [Citace: 10. 03 2020.] <https://www.alza.cz/hp-probook-450-g6?dq=5678970>.

Alza.cz, a.s. MacBook Air 13" CZ. [Online] [Citace: 10. 03 2020.] <https://www.alza.cz/macbook-air-13?dq=4983188>.

Alza.cz, a.s. HP Pavilion 15-cs3900nc . [Online] [Citace: 10. 03 2020.] <https://www.alza.cz/gaming/hp-pavilion-15-c?dq=5681072>.

Alza.cz, a.s. Lenovo ThinkPad E15-IML. [Online] [Citace: 10. 03 2020.] <https://www.alza.cz/lenovo-thinkpad-e590?dq=5725745>.

Alza.cz, a.s. Dell Vostro 5490. [Online] [Citace: 10. 03 2020.] <https://www.alza.cz/dell-vostro-5370?dq=5696533&o=6>.