

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Výběr herního notebooku pomocí metod
vícekriteriálního rozhodování**

Jan Soudil

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Soudil

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Výběr herního notebooku pomocí metod vícekriteriálního rozhodování

Název anglicky

Gaming Laptop Selection Using Multiple Criteria Decision Making Methods

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je výběr vhodného herního notebooku podle potřeb konkrétního zákazníka pomocí metod vícekriteriální analýzy variant.

Metodika

Bakalářská práce bude rozdělena na dvě části, – na teoretickou a praktickou část. V teoretické části bude s využitím odborné literatury vysvětlena vícekriteriální analýza variant a popsány její metody. Dále bude specifikováno základní fungování herních notebooků a popsány jejich jednotlivé části. V praktické části bude nejprve charakterizován zákazník a jeho potřeby, poté budou stanovena rozhodovací kritéria. Následně budou stanoveny váhy kritérií a poté bude pomocí analýzy variant určeno kompromisní řešení. Na jeho základě bude zákazníkovi doporučen vhodný notebook.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Vícekriteriální analýza variant, herní notebook, kompromisní řešení, rozhodovací kritéria

Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. (2003): Modely pro vícekriteriální rozhodování. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 178 s., ISBN 978-80-213-1019-3.

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

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Martina Houšková Beránková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2021

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 02. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výběr herního notebooku pomocí metod vícekritériálního rozhodování" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Martině Houškové Beránkové, Ph.D. za cenné a odborné rady, věnování svého volného času, velmi vstřícný přístup a trpělivost při vedení mé práce.

Výběr herního notebooku pomocí metod vícekriteriálního rozhodování

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je výběr herního notebooku pomocí metod vícekriteriálního rozhodování na základě stanovených kritérií.

V teoretické části práce je popsána problematika vícekriteriálního rozhodování, dále jsou uvedené různé metody vícekriteriální analýzy a metody pro stanovení vah u kritérií. Do většího detailu je popsána metoda Analytického Hierarchického procesu, která je použita pro výběr kompromisní varianty v praktické části práce. Dále je popsána také i Saatyho metoda pro výběr vah jednotlivých kritérií.

V druhé části, a to v praktické, jsou na základě vytvořeného profilu rozhodovatele stanovena kritéria, na základě, kterých výběr ze 4 vybraných variant probíhá. Tedy kritéria váha, frekvence procesoru, grafická paměť, paměť RAM, kapacita SSD disku a kapacita baterie, pomocí kterých je aplikována vybraná metoda vícekriteriálního hodnocení variant: metoda Analytický Hierarchického procesu.

V závěru práce je shrnut výběr herního notebooku a doporučen vhodný notebook.

Klíčová slova: vícekriteriální rozhodování, herní notebook, Saatyho metoda, metoda AHP, kritérium, vícekriteriální analýza variant

Gaming Laptop Selection Using Multiple Criteria Decision-Making Methods

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to select a gaming laptop using multi-criteria decision making methods based on the set criteria.

In the theoretical part of the thesis, the multi-criteria decision making is described, then various methods of multi-criteria analysis and methods for determining weights for criteria are presented. The Analytic Hierarchy Process method is described in greater detail and is used to select the trade-off in the practical part of the thesis. Saaty's method for selecting weights for each criterion is also described.

In the second part, namely the practical part, the criteria on the basis of which the selection of the 4 selected options is made are determined on the basis of the created decision maker profile. Thus, the criteria weight, processor frequency, graphics memory, RAM memory, SSD capacity and battery capacity, which are used to apply the selected multi-criteria method of variant evaluation: the Analytical Hierarchy Process method.

The thesis concludes by summarizing the selection of a gaming laptop and recommending a suitable laptop.

Keywords: multicriteria decision making, gaming notebook, Saaty's method, AHP method, criterion, multicriteria analysis of variants

Obsah

1 Úvod	12
2 Cíl práce a metodika.....	13
2.1 Cíl práce.....	13
2.2 Metodika.....	13
3 Teoretická část	14
3.1 Vícekriteriální rozhodování.....	14
3.2 Vícekriteriální hodnocení (analýzy) variant	14
3.3 Komponenty modelů vícekriteriálního hodnocení variant	14
3.3.1 Kritéria.....	15
3.3.2 Preference kritérií.....	15
3.3.3 Aspirační úrovně kritérií.....	16
3.3.4 Pořadí kritérií	16
3.3.5 Váha jednotlivých kritérií.....	16
3.3.6 Varianty	16
3.4 Informace o preferencích.....	16
3.5 Metody stanovení vah kritérií	17
3.5.1 Stanovení vah z kardinální vstupní informace.....	18
3.5.2 Stanovení vah z ordinální vstupní informace	20
3.6 Metody výběru kompromisní varianty	21
3.6.1 Bodovací metoda a metoda pořadí.....	21
3.6.2 Metoda AHP	22
3.6.3 Metoda váženého součtu	24
4 Vlastní práce	26
4.1 Profil rozhodovatele	26
4.2 Stanovení kritérií.....	26
4.2.1 Cena.....	26
4.2.2 Kapacita baterie	27
4.2.3 Váha	27
4.2.4 Paměť grafické karty.....	27
4.2.5 Paměť RAM.....	27
4.2.6 Kapacita SSD disku.....	28

4.2.7	Frekvence procesoru	28
4.3	Výběr variant	28
4.4	Stanovení vah jednotlivých kritérií	30
4.5	Výběr kompromisní varianty	31
5	Výsledky a diskuse	34
6	Závěr	35
7	Seznam použitých zdrojů	36

Seznam obrázků

Obrázek 1	Kriteriální matice.....	15
Obrázek 2	Saatyho matice	19
Obrázek 3	Hierarchická struktura úlohy vícekritériální analýzy variant.....	23
Obrázek 4	Hierarchická struktura výběru variant pomocí metody AHP.....	33

Seznam tabulek

Tabulka 1	Rozdělení vah daného kritéria pro jednotlivé varianty	24
Tabulka 2	Přípustné varianty	29
Tabulka 3	Přípustné varianty	30
Tabulka 4	Saatyho metoda pro výpočet vah.....	30
Tabulka 5	Dílčí ohodnocení variant pro kritérium Cena pomocí metody AHP	31
Tabulka 6	Dílčí ohodnocení variant pro kritérium Baterie pomocí metody AHP.....	31
Tabulka 7	Dílčí ohodnocení variant pro kritérium Váha pomocí metody AHP	32
Tabulka 8	Dílčí ohodnocení variant pro kritérium CPU pomocí metody AHP	32
Tabulka 9	Výsledná tabulka pro metodu AHP	33

1 Úvod

Během života se musí lidé neustále rozhodovat, v podstatě každý den na člověka čeká nějaké rozhodnutí. Každé rozhodnutí vychází z toho, že má daný rozhodovatel na výběr z několika možností. Ať už se jedná o rozhodnutí, které spadá do každodenních záležitostí či o rozhodnutí, které může ovlivnit rozhodovatele v jeho budoucím životě. Občas může být rozhodnutí zdánlivě jednoduché. Například, když se potřebuje člověk rozhodnout o tom, co se mu líbí a co se mu nelíbí. Avšak v životě přicházejí i rozhodnutí, které jsou těžká. Pro příklad, když se musí rozhodovatel rozhodnout a jeho rozhodnutí ovlivní i ostatní lidi.

Vícekriteriální rozhodování charakterizuje téměř každou rozhodovací situaci. Pokud se člověk dostane do situace, kde si bude muset vybrat konkrétní věc, tak samozřejmě bude analyzovat výhody a nevýhody různých možností a volit kritéria tak, aby si vybral správně. Ve velké části rozhodnutí se člověk může rozhodnout intuitivně. Pro člověka může být daná rozhodovací situace důležitá a může ovlivnit jeho budoucí život nebo je pro něj důležité pouze vybrat určitou věc, která by pro něj byla co možná nejlepší a nejvhodnější.

Rozhodování je také v podstatě nejvýznamnější faktor v organizacích a firmách. Pro vedení organizace proto může mít v nejhorsím případě i fatální dopad. Vedení organizace rozhoduje například o výběru dodavatelů, strategii směřování firmy nebo financování. Výsledek tohoto rozhodování má poté vliv na další chod organizace, a proto zde může být vhodným nástrojem použití metod vícekriteriálního hodnocení variant.

Člověk poté rozhoduje o různých věcech, které mohou mít dopad na kvalitu jeho života. Ať už se jedná o výběr vysoké školy, koupi nové pračky, koupi nového domu či koupi herního notebooku. V těchto případech se může člověk rozhodnout intuitivně, ale jde o důležité rozhodnutí, které následně může ovlivnit část a kvalitu jeho života. Proto je lepší v těchto situacích použít metody vícekriteriální analýzy variant a získat co nejlepší variantu a největší užitek ze svého rozhodnutí.

V této práci jsou do větších podrobností popsány základní metody vícekriteriálního hodnocení variant. Výběr herního notebooku je příkladem z velkého množství rozhodnutí, se kterými se člověk během života setkává.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je výběr vhodného herního notebooku podle potřeb konkrétního zákazníka pomocí metod vícekriteriální analýzy variant. Dále také ukázka toho, jak aplikovat zvolenou metodu na reálné rozhodovací situaci a jak analyzovat výsledky aplikace této metody.

2.2 Metodika

Bakalářská práce bude rozdělena na dvě části, - na teoretickou a praktickou část. V teoretické části bude s využitím odborné literatury vysvětlena vícekriteriální analýza variant a popsány její metody pro stanovení vah a výběr kompromisní varianty.

V praktické části bude nejprve charakterizován zákazník a jeho potřeby, poté budou stanovena rozhodovací kritéria. Následně budou stanoveny váhy kritérií a poté bude pomocí metody Analyticky Hierarchického procesu určeno kompromisní řešení. Na jeho základě bude zákazníkovi doporučen vhodný notebook.

3 Teoretická část práce

3.1 Vícekriteriální rozhodování

Vícekriteriální rozhodování tvoří modely, jež zobrazují rozhodovací problémy a jejich důsledky se rozhodují pomocí více kritérií. Tyto modely mají poté za cíl nalézt „nejlepší“ varianty dle všech uvažovaných hledisek, vyloučit varianty, které jsou neefektivní, nebo uspořádat množinu variant (ŠUBRT, 2015).

Dle zadání úlohy rozlišuje vícekriteriální rozhodování dvě skupiny modelů:

a) Modely vícekriteriálního hodnocení variant

Tyto modely mají omezený počet přípustných variant a jejich ohodnocení podle kritérií.

b) Modely vícekriteriální optimalizace

Tyto modely nemají omezený počet přípustných variant, ale tyto varianty jsou vyjádřeny pomocí omezující podmínky (ŠUBRT, 2015).

Dále bude v práci pojednáváno pouze o modelech vícekriteriálního hodnocení variant, kterých se tato bakalářská práce týká.

3.2 Vícekriteriální hodnocení (analýza) variant

Rozhodnutí v teorii vícekriteriálního hodnocení (analýzy) variant znamená vybrat jednu nebo více variant z množiny přípustných variant a doporučit je například zákazníkovi k realizaci. Je velice důležité, aby rozhodovatel postupoval maximálně objektivně, k čemuž mu dopomáhají různé postupy a metody analýzy variant. Častý a dobrý postup je, aby se zadavatel a řešitel úlohy lišil, neboť se tím může předejít možnému zabarvení výsledku (FIALA, 2008).

3.3 Komponenty modelů vícekriteriálního hodnocení variant

V modelech vícekriteriálního hodnocení jsou varianty uspořádány do konečné množiny m variant, které jsou poté hodnoceny podle n kritérií. Cílem modelů je vybrat variantu, která je podle všech kritérií celkově ohodnocena co nejlépe, případně seřadit

varianty jdoucí od nejlepší po nejhorší nebo úplně vyloučit neefektivní varianty (BROŽOVÁ, 2003).

3.3.1 Kritéria

Kritéria jsou hlediska hodnocení variant, mohou být kvalitativní nebo kvantitativní. Kvalitativní kritéria se nedají naměřit. Jsou vyjádřena slovně. Zatímco kvantitativní jsou vyjádřena v měrných jednotkách. Jsou-li varianty a jejich hodnocení podle kritérií kvantifikovány, mohou se údaje uspořádat do kritériální matice Y , kde sloupce matice odpovídají kritériím a řádky odpovídají jednotlivým variantám (ŠUBRT, 2015).

Obecně vypadá kritériální matice takto:

Obrázek 1 Kritériální matice

$$\begin{array}{cccc}
 & f_1 & f_2 & \dots & f_k \\
 a_1 & \left[\begin{array}{cccc}
 y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\
 y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\
 \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\
 y_{p1} & y_{p2} & \dots & y_{pk}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Zdroj: ŠUBRT, 2015

Kritéria, podle nichž je vybírána nejvýhodnější varianta, se dělí podle povahy na kritéria maximalizační, kdy se za nejvýhodnější variantu považuje hodnota nejvyšší a kritéria minimalizační, kde jde o opak maximalizačního kritéria a za nejvýhodnější varianty se považují hodnoty nejnižší (ŠUBRT, 2015).

3.3.2 Preference kritérií

Preference kritérií vyjadřuje důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Pro každého rozhodovatele mohou mít jednotlivá kritéria různou důležitost. Může být vyjádřena různými způsoby:

- Aspirační úrovně kritérií
- Pořadí kritérií (ordinální informace o kritériích)
- Váha jednotlivých kritérií (kardinální informace o kritériích) (BROŽOVÁ, 2003)

3.3.3 Aspirační úrovně kritérií

Jedná se o přípustnou hodnotu daného kritéria, které má být dosaženo. Tuto hodnotu stanoví rozhodovatel. U minimalizačního kritéria je to nejvyšší hodnota, u maximalizačního poté nejnižší (ŠUBRT, 2015).

3.3.4 Pořadí kritérií

Kritéria jsou rozhodovatelem seřazena od nejdůležitějšího po nejméně důležité, ale není zde uváděno o co je kritérium důležitější než jiné (ŠUBRT, 2015).

3.3.5 Váha jednotlivých kritérií

Váha je hodnota, která se pohybuje v intervalu $\langle 0;1 \rangle$. Jedná se o kvantifikované vyjádření důležitosti jednotlivých kritérií, to znamená, že čím je důležitost kritéria vyšší, tím je váha vyšší. Součet všech vah musí být roven jedné (BROŽOVÁ, 2003). Váhy jsou vypočítávány různými metodami, které budou vysvětleny v dalších částech.

3.3.6 Varianty

Varianty je možné definovat jako konkrétní rozhodovací možnosti, například notebooky. Jsou předmětem rozhodování, je nutné, aby byly realizovatelné a logické. Varianty mohou být různého typu, například: ideální, bazální, dominující, kompromisní nebo Paretovská (BROŽOVÁ, 2003).

Ideální varianta (H) je variantou buď hypotetickou nebo reálně existující, která ve všech kritériích dosahuje nejlepší možné hodnoty. V případě, že tato varianta reálně existuje, stává se tak variantou optimální a nedominovanou.

Naopak bazální varianta (D) je protějškem k variantě ideální, neboť má hodnoty ve všech kritériích nejhorší (FIALA, 2008).

Dominující varianta je hodnocena lépe podle všech nebo alespoň jednoho kritéria než varianta dominovaná. Dominovaná varianta je taková varianta, která je ve všech kritériích ohodnocena stejně nebo hůře dle všech kritérií než varianty ostatní. Může se stát, že dominující a dominovanou variantu nelze určit (BROŽOVÁ, 2003).

Kompromisní varianta je jako jediná varianta nedominovaná a doporučená jako řešení úlohy.

Varianta, která se nazývá Paretovská nebo jinak i efektivní varianta, je varianta nedominována žádnou jinou variantou. V případě, že je v úloze cíl nalézt variantu kompromisní, jedná se o variantu Paretovskou (BROŽOVÁ, 2002).

3.4 Informace o preferencích

Ve vícekriteriální analýze variant se rozlišují úlohy dle typu informace, která je o preferencích mezi kritérii a variantami k dispozici.

V úloze nemusí být k dispozici *žádná informace* o preferencích. V tomto případě není možné úlohu vyřešit, neboť není možné určit varianty horší či lepší.

Další informací, která se objevuje, je *informace nominální*, která je přípustná pouze pro kritéria. Tato informace se vyjadřuje pomocí aspiračních úrovní a rozděluje varianty dle příslušného kritéria na akceptovatelné a neakceptovatelné.

Ordinální informace vyjadřuje pořadí kritérií dle důležitosti nebo uspořádání variant dle hodnocení kritériem (ŠUBRT, 2015).

Posledním druhem informací je *informace kardinální*, která vyjadřuje skutečné hodnoty, kterých dosáhly jednotlivé varianty při hodnocení jednotlivých kritérií (FIALA, 2008).

3.5 Metody stanovení vah kritérií

Stanovení vah kritérií je prvním krokem analýzy modelu vícekriteriální analýzy variant. Na základě subjektivních informací od rozhodovatele lze stanovit důležitost jednotlivých kritérií vůči ostatním pomocí metod odhadu vah kritérií.

Tyto metody se dělí dle typu vstupních informací, kterými jsou kardinální a ordinální informace. V následujících částech práce budou popsány nejpoužívanější metody pro stanovení vah kritérií dle vstupních informací (BROŽOVÁ, 2003).

3.5.1 Stanovení vah z kardinální vstupní informace

Metody, které ke stanovení vah kritérií využívají kardinální vstupní informace předpokládají, že rozhodovatel dokáže určit jak pořadí důležitosti jednotlivých kritérií, tak i poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. Mezi nepoužívanější metody patří metoda bodovací, která přetváří bodové ohodnocené důležitosti kritérií do podoby váhového vektoru. Druhou nepoužívanější metodou je Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání. Ta stanovuje váhový vektor z informace o odhadu poměru vah, který určí rozhodovatel (BROŽOVÁ, 2003).

3.5.1.1 Bodovací metoda

Tato metoda se používá tehdy, pokud kritéria hodnotí více expertů. Při hodnocení variant dle kritéria je zapotřebí nejprve si stanovit bodovou stupnici (např. od 1 do 10). Každá z variant je ohodnocena každým expertem a určitým počtem bodů. Mohou se používat i desetinná čísla a více variant může obdržet stejnou bodovou hodnotu. Při minimalizačním typu ohodnocení je varianta ohodnocena tím menším počtem bodů, čím je lépe hodnocena (př. při stupnici od 1 do 10 bude nejhorší možné hodnocení vyjádřeno 10 a nejlepší možné 1). Při maximalizačním typu ohodnocení bude hodnocení variant opačné (BROŽOVÁ, 2002).

Velikost vah je poté vyjádřena vzorcem:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

V tomto vzorci značí b_j součet všech bodů od expertů, které byly j -tému kritériu přiděleny (ŠUBRT, 2015).

3.5.1.2 Saatyho metoda

Tato metoda se k výpočtu vah kritérií používá dle (ŠUBRT, 2015) pouze pokud je hodnotí jeden expert.

Jedná se o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. Spočívá v porovnání každé dvojice 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

V případě potřeby lze použít i mezistupně – hodnoty 2, 4, 6, 8 (ŠUBRT, 2015).

Expert porovná každou dvojici kritérií a velikostí preferencí i -tého kritéria vzhledem k j -tému kritériu zapíše do tzv. Saatyho matice $S = (s_{ij})$:

Obrázek 2 Saatyho matice

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

Zdroj: BROŽOVÁ, 2003

Jedná se o čtvercovou matici. Na diagonální přímce se nachází vždy hodnota 1, neboť každé kritérium je samo sobě rovné.

Vysvětlení ohodnocení ostatních pozic: Pokud expert například preferuje silně i -té kritérium před j -tým, je $s_{ij} = 3$. Pokud expert absolutně preferuje i -té před j -tým, je $s_{ij} = 9$ atd. Je-li naopak j -té kritérium preferováno před i -tým, zapíšou se do Saatyho matice převrácené hodnoty ($s_{ij} = 1 / (3,)$ při slabé preferenci, $s_{ij} = 1 / 7$, při velmi silné preferenci atd.) (ŠUBRT, 2015).

Další krok je odhad vah kritérií. Saaty navrhl několik možných způsobů výpočtu odhadu vah kritérií. Nejčastěji se používá postup výpočtu vah jako normalizovaného geometrického průměru řádku Saatyho matice.

Nejprve se spočítá geometrický průměr, tzn. že všechna čísla v řádku se vynásobí a z jejich součinu se provede n -tá odmocnina. Váhy se poté vypočítají pomocí normalizace hodnot. Je zapotřebí spočítat sumu geometrických průměrů a poté vydělit každý vypočtený geometrický průměr v daném řádku sumou geometrických průměrů. Následné odhadnuté váhy musí být rovny jedné (BROŽOVÁ, 2002).

3.5.2 Stanovení vah z ordinálních vstupních informací

Při stanovení vah z ordinálních vstupních informací použité metody předpokládají, že je řešitel ochotný a schopný vyjádřit důležitost jednotlivých kritérií tak, že přiřadí všem kritériím jejich pořadová čísla nebo při porovnávání všech dvojic určí, které kritérium z dvojice je důležitější než druhé.

V následujících kapitolách práce budou uvedeny dvě nejčastěji používané metody, a to metoda pořadí a metoda párového porovnání ve Fullerově trojúhelníku (ŠUBRT, 2015).

3.5.2.1 Metoda pořadí

V této metodě je řešitelem určeno pořadí důležitosti jednotlivých kritérií od nejdůležitější po nejméně důležité. Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno tolik bodů, kolik je dohromady počet kritérií, tzn. pokud n je celkový počet kritérií, tak kritérium, které dostalo nejlepší ohodnocení dostane právě n bodů. Další kritérium v pořadí obdrží $n-1$ bodů apod. Nakonec zbude kritérium, které obdrží pouze jeden bod, neboť je nejméně důležité. Pokud se stane, že jsou některá kritéria stejně důležitá, obdrží body dle průměrného pořadí.

Následná váha každého kritéria je určena tak, že je proveden součet bodů, které kritérium získalo od každého řešitele a ten se vydělí počtem bodů, které byly řešiteli rozděleny mezi všechna kritéria. Následná suma vah všech kritérií je rovna 1 (ŠUBRT, 2015).

Dle (BROŽOVÁ, 2003) se obecně hodnoty váhového sektoru normalizují dle vztahu jako při použití metody bodovací:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

3.5.2.2 Metoda Fullerova trojúhelníku

V této metodě se porovnává každá dvojice kritérií mezi sebou v tzv. párovém porovnání kritérií v trojúhelníkovém schématu. Kritéria se pevně očíslovají pořadovými čísly $1, 2, \dots, k$. V trojúhelníkovém schématu jsou vyznačeny dvojice jednotlivých kritérií tak, že se každá dvojice v tomto schématu vyskytuje pouze jednou. Řešitel následně vybere to kritérium z dané dvojice, které je pro něj důležitější a zvýrazní ho. V případě, že jsou obě kritéria stejně důležitá, zvýrazní obě (FIALA, 2008).

Poté se sečte počet označení u každého kritéria a následná váha i -tého kritéria se získá tím, že se počet označení každého kritéria vydělí celkovým počtem kritérií (BROŽOVÁ, 2003):

$$v_i = \frac{n_i}{N}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

3.6 Metody výběru kompromisní varianty

Pro výběry kompromisních variant se využívá různých metod. Podle (ŠUBRT, 2015) se mohou rozdělit na *metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií*. Zde lze zařadit metodu bodovací a metodu pořadí. Dále na *metody vyžadující kardinální informaci*. Zde se využívá metoda váženého součtu a také metoda analytického hierarického procesu – AHP. Jako další na *metody vyžadující ordinální informace*. Sem patří metoda Lexikografická a metoda ORESTE. Dalšími metodami jsou *metody vyžadující aspirační úrovně kritérií*. Aspirační úrovně kritérií využívá Konjuktivní a disjuktivní metoda a metoda PRIAM.

Dále sem patří *metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty*. Tento princip využívá metoda TOPSIS. V neposlední řadě také *Metody založené na vyhodnocování preferenční relace*. Zde se využívá Metoda ELECTRE I. a metoda PROMETHEE. A jako poslední sem patří *Metody pro práci s informací o mezní míře substituce kriteriálních hodnot*. V tomto případě se používá metoda postupné substituce.

Pro výběr kompromisní varianty v praktické části této bakalářské práce byla zvolena metoda AHP, která bude popsána podrobněji. Dále budou popsány podrobněji často využívané metody. Těmi jsou metoda bodovací, metoda pořadí a metoda váženého součtu.

3.6.1 Bodovací metoda a metoda pořadí

V případě, že je model zadán pouze pomocí preferencí variant dle jednotlivých kritérií a nejsou známy preference kritérií, je možné použít pro výběr kompromisní metody bodovací metodu či metodu pořadí (BROŽOVÁ, 2003).

V prvním kroku bude každá varianta ohodnocena podle každého kritéria číslem b_{ij} .

U metody pořadí budou jednotlivé varianty ohodnoceny čísly mezi 1 a m tak, aby nejlepší ohodnocení bylo např. m (m znamená počet variant). Pokud jsou varianty ohodnoceny stejně, lze použít průměrná pořadová čísla.

U metody bodovací je důležité použít pro ohodnocení informací podle jednotlivých kritérií vhodnou stupnici, např. od jedné do deseti, kde nejlepší ohodnocení je rovno deseti a nejhorší jedné.

Jako druhý krok poté následuje celkové ohodnocení každé varianty. To se vypočítá jako součet dílčích hodnot.

Třetím krokem je dle (BROŽOVÁ, 2003) uspořádání variant sestupně podle hodnot b_i , a kompromisní neboli nejlepší varianta je vybrána dle vztahu:

$$a_l \div b_l = \max(b_i) \quad (4)$$

V případě, že je zapotřebí vybrat více variant, vybere se potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami b_i (ŠUBRT, 2015).

3.6.2 Metoda AHP

Metoda AHP byla navržena v roce 1980 profesorem Saatyem za účelem zrychlení a zjednodušení procesu rozhodování (BROŽOVÁ, 2003). Vychází z aplikace párového srovnání pro vyjádření důležitosti vah kritérií (KAHRAMAN, 2008).

Složité problémy metoda rozkládá na jednodušší komponenty (prvky) a sestavuje je do hierarchické struktury. Pomocí Saatyho metody se provádí na jednotlivých úrovních kvantitativní párové porovnání. Pomocí subjektivního hodnocení kvantifikuje jednotlivé komponenty dle jejich důležitosti. Výsledkem je stanovení prvku s nejvyšší prioritou.

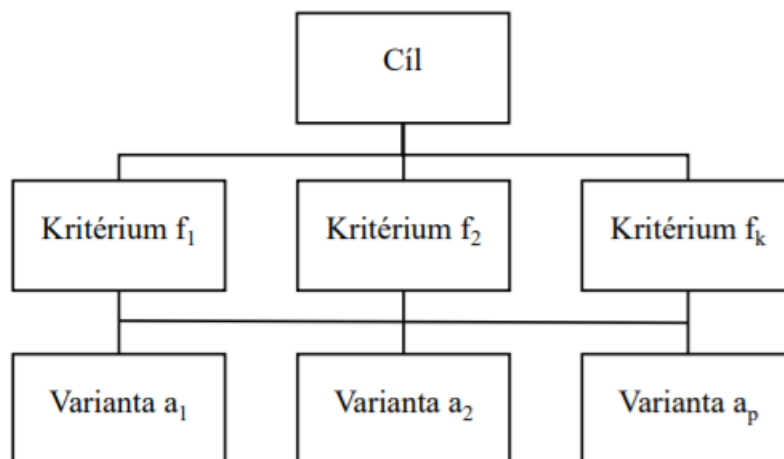
Tato metoda má výhodu v tom, že ji lze použít pro jakýkoli typ informace o preferenčních vztazích mezi komponentami modelu, v případě, že je rozhodovatel schopen z nich stanovit intenzitu a směr důležitosti všech prvků daného modelu. Nejvyšší úroveň hierarchie má pouze jeden prvek a je mu přiřazena hodnota 1. Tento prvek se určitým způsobem rozděluje na druhou úroveň a postupně se dopočítává až na poslední úroveň (ŠUBRT, 2015).

Typická jednoduchá úloha vícekriteriální analýzy variant obsahuje dle (BROŽOVÁ, 2003) následující tři úrovně:

- Úroveň 1 – cíl vyhodnocování
- Úroveň 2 – kritéria vyhodnocování
- Úroveň 3 – posuzované varianty

Úlohu je také možné znázornit v tzv. hierarchické struktuře výběru variant pomocí metody AHP. Tato struktura je názorně ukázána na obrázku níže. Na vrcholu obrázku se nachází vždy cíl úlohy. Uprostřed jsou jednotlivá kritéria a pod nimi jsou uvedeny jednotlivé varianty.

Obrázek 3 Hierarchická struktura úlohy vícekritériální analýzy variant



Zdroj: BROŽOVÁ, 2003

Řešení metody AHP probíhá ve třech krocích. V prvním kroku se vytvoří hierarchická struktura variant, kritérií a cílů, která se následně uspořádá podle rostoucí priority. Cílem úlohy může být např. výběr počítače. Stanovená kritéria mohou být např. cena, procesor, pevný disk apod. Variantami mohou být pro ukázkou počítač 1, počítač 2, počítač 3. atd. V kroku druhém se stanoví lokální váhy jednotlivých kritérií, sub kritérií a dalších prvků v jednotlivých úrovních problému pomocí Saatyho metody párového porovnávání, ve kterém se v maticích porovnávají varianty podle jednotlivých kritérií (BROŽOVÁ, 2003). Pro každé kritérium je zapotřebí vytvořit samostatnou matici. Z každé matice vytvořené pro jednotlivé kritérium vyjde najevo, jak si varianty rozdělily váhu daného kritéria. Pro odhad vah se nejvíce používá metoda geometrického průměru (FIALA, 2008). V následující tabulce je názorně ukázáno rozdělení vah daného kritéria pro jednotlivé varianty. Rozdělené váhy dají v součtu hodnotu váhy daného kritéria. Geometrický průměr je zde označen jako *GP* a normalizace jako *Normal*.

Tabulka 1 Rozdělení vah daného kritéria pro jednotlivé varianty

Cena	Počítač 1	Počítač 2	Počítač 3	GP	Normal.	Váha
Počítač 1	1	5	1/7	0,89	0,17	0,085
Počítač 2	1/5	1/9	1/9	0,28	0,05	0,025
Počítač 3	7	1	1	3,98	0,77	0,39

Zdroj: vlastní zpracování

V posledním kroku metody se odhadnuté váhy jednotlivých variant zkombinují a zapíší do výsledné tabulky, ve které dochází k uspořádání variant a výběru varianty s největší agregovanou váhou. Tato varianta se stane kompromisní variantou (ŠUBRT, 2015).

3.6.3 Metoda váženého součtu

Tato metoda vychází z principu maximalizace užitků. Vyžaduje kritériální matici Y , vektor vah kritérií a určení ideální (H) a bazální (D) varianty. Lze ji použít pro hledání jedné nejvýhodnější varianty, ale i pro uspořádání variant od nejlepší po nejhorší, či naopak.

Metoda váženého součtu je speciálním případem metody funkce užitku. Principiálně vychází z maximalizace užitku. V případě, že varianta a_i dosáhne podle kritéria j určité hodnoty y_{ij} , přináší tak uživateli užitek, který jde vyjádřit pomocí lineární funkce užitku (BROŽOVÁ, 2003).

Postup výpočtu metody váženého součtu:

Prvním krokem je určení ideální varianty H s ohodnocením (h_1, \dots, h_n) a bazální variantu D s ohodnocením (d_1, \dots, d_n) .

Druhým krokem je dle (FIALA, 2008) vytvoření standardizované kritériální matice R , jejíž prvky se získají pomocí vzorce:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{H_j - d_j} \quad (5)$$

Třetím a závěrečným krokem je vypočtení agregované funkce užitku pro jednotlivé varianty podle vzorce (ŠUBRT, 2015):

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad (6)$$

Jednotlivé varianty se seřadí sestupně podle hodnot $u(a_i)$ a potřebný počet variant s nejvyššími (nejlepšími) hodnotami užitku je považován za kompromisní varianty (ŠUBRT, 2015).

Tímto lze ukončit teoretickou část práce. Byly uvedeny veškeré důležité informace. Popsán byl model vícekriteriální analýzy variant, vysvětleny jeho jednotlivé komponenty, tedy kritéria a varianty. Podrobněji byly popsány často používané metody výběru kompromisních variant a také metoda, která je použita v praktické části a k této části je nyní možné přejít.

4 Vlastní práce

Tato kapitola se zabývá výběrem herního notebooku pro zákazníka pomocí vybraných metod vícekriteriální analýzy variant. V této části bude nejprve nadefinován modelový zákazník a následně se stanoví jeho kritéria a váhy kritérií, poté se bude pomocí popsanych metod vícekriteriálního hodnocení variant vybírat kompromisní varianta z množiny vhodných variant.

4.1 Profil rozhodovatele

Herní notebook si bude kupovat zákazník, kterému je 21 let. Tento zákazník vystudoval střední školu v oboru informačních technologií a notebookům tedy alespoň z části rozumí. Na svém starém notebooku už si nemůže zahrát ani starší hry, protože jsou na jeho notebook už příliš náročné, a proto se rozhodl, že je zapotřebí koupit si nový notebook a jelikož rád hraje hry, tak si chce koupit rovnou notebook herní.

Zákazník má omezený rozpočet, konkrétně má vyhrazených maximálně 20 000 Kč na koupi nového notebooku a pevně věří, že si do této ceny vybere takový, který mu bude vyhovovat. Zákazník se rozhodl, že bude notebook vybírat z internetového obchodu, protože si zde může zadat a vyhledat přesně co potřebuje a je to pro něj nejpohodlnější způsob nakupování.

Na českém trhu se vyskytuje mnoho internetových obchodů, které se zabývají prodejem notebooků. Herní notebook bude vybrán z největšího internetového obchodu v České republice, kterým je Alza.cz. Je to největší internetový obchod, a tak se dá očekávat, že nabídka bude nejširší.

4.2 Stanovení kritérií

Z preferencí rozhodovatele vyplývají následující kritéria.

4.2.1 Cena

Zákazník je schopen vyčlenit pro koupi nového notebooku 20 000 Kč. Je si jistý, že do této ceny se dá koupit notebook, který bude splňovat jeho parametry. Cena je tedy minimalizačním kritériem.

4.2.2 Kapacita baterie

Kapacita baterie je pro zákazníka důležité kritérium, neboť často s notebookem cestuje vlakem či autobusem a musí se spoléhat právě na baterii, která napájí notebook. Baterie notebooku má za úkol dodávat notebooku napětí po dobu, kdy není napájen ze sítě. Čím větší kapacita baterie, tím pro zákazníka lépe. Kapacita baterie je tedy maximalizační kritérium. Kapacita baterie se uvádí v miliampér hodinách (mAh).

4.2.3 Váha

Kvůli tomu, že zákazník poměrně často s notebookem cestuje, požaduje, aby notebook nebyl těžký. V tomto kritérium pro zákazníka platí čím méně, tím lépe. Váha je tedy kritérium minimalizační. Váha se uvádí v kilogramech (kg).

4.2.4 Paměť grafické karty

Paměť grafické karty (GPU) je důležitá, neboť zajišťuje větší prožitek ze hry, který chce mít zákazník maximální. Grafická karta zajišťuje veškeré grafické rozhraní a zobrazení notebooku. Od zobrazení přihlašovací obrazovky po obrazový zážitek ze hry. Bez tohoto komponentu by prakticky neexistoval dnešní digitální svět her. Toto kritérium je tedy maximalizační. Samotná paměť grafické karty se uvádí v Giga bytech (GB).

4.2.5 Paměť RAM

Paměť RAM je označována jako operační paměť. Je velice důležitá pro plynulý a rychlý chod celého notebooku. V této paměti jsou uloženy veškeré běžící programy jak na pozadí, tak programy, které jsou přímo spuštěny uživatelem. Tato komponenta zajišťuje co nejplynulejší a nejrychlejší přepínání mezi těmito programy. Proto si zákazník přeje co nejvyšší možnou velikost RAM paměti. Z tohoto důvodu je tedy toto kritérium maximalizační. RAM paměť se uvádí v Giga bytech (GB).

4.2.6 Kapacita SSD disku

Zákazník je zvyklý mít na svém notebooku mnoho souborů, aplikací a her, a tak si přeje mít dostatečně velkou kapacitu SSD disku tak, aby se nemusel bát, že brzy dosáhne plné kapacity.

SSD disk slouží k elektronickému ukládání veškerých dat v notebooku. SSD disky se vyznačují zejména mnohem větší přenosovou rychlostí než například jejich předchůdci pevné disky. Přenosová rychlost udává, jaké množství informace se přenesou za jednotku času. Kapacita SSD disku je tedy maximalizační kritérium a udává se v Giga bytech (GB).

4.2.7 Frekvence procesoru

Procesor (CPU) je nejdůležitější komponentou notebooku, který pohání celý notebook a zajišťuje veškerou komunikaci mezi jednotlivými komponenty. Pro příklad zajišťuje komunikaci s bezdrátovou sítí Wi-Fi nebo také příjem GPS signálu. Proto je zapotřebí, aby frekvence neboli kmitočet procesoru byla co nejvyšší. Frekvence procesoru je tedy maximalizační kritérium a udává se v Giga hertzech (GHz).

4.3 Výběr variant

Nyní nastává krok, ve kterém je zapotřebí výběr přípustných variant. Na webové stránce obchodu Alza.cz je možnost použití filtrů pro vyhledání notebooků dle představy zákazníků. Na základě zákaznických preferencí byla do filtru zadána maximální cena 20 000 Kč. Jako druhý filtr bylo zvoleno to, aby měl notebook již nainstalovaný operační systém Windows 10. Na základě těchto filtrů byly nabídnuty 4 herní notebooky, které budou považované za množinu přípustných variant, ze které bude vybraná nejvhodnější varianta.

Dále jsou uvedeny jednotlivé notebooky a jejich parametry ke dni 6. 9. 2021.

1. HP Pavilion Gaming 15 -ec1900nc Shadow Black White

Základní Parametry: Herní notebook – AMD Ryzen 5 4600H, 15.6" IPS matný 1920 × 1080 144Hz, RAM 8GB DDR4, NVIDIA GeForce GTX 1650 4GB, SSD 512GB, numerická klávesnice, podsvícená klávesnice, webkamera, USB 3.2 Gen 1, USB-C, WiFi 5, baterie 52,5 Wh, Hmotnost 2,25 kg, Windows 10 Home (25P51EA)

Cena: 17 822 Kč

2. Acer Nitro 5 Obsidian Black

Základní parametry: Herní notebook – Intel Core i5 10300H Comet Lake, 15.6" IPS matný 1920 × 1080 144Hz, RAM 8GB DDR4, NVIDIA GeForce GTX 1650 4GB, SSD 512GB, podsvícená klávesnice, webkamera, USB 3.2 Gen 1, USB 3.2 Gen 2, USB-C, WiFi 6, Hmotnost 2,3 kg, Windows 10 Home, HDD upgrade kit (AN515-55-59P6)

Cena: 19 990 Kč

3. ASUS VivoBook 15 X571GT-BQ109T Star Black

Základní parametry: Notebook – Intel Core i5 9300H Coffee Lake, 15.6" IPS antireflexní 1920 × 1080, RAM 8GB DDR4, NVIDIA GeForce GTX 1650 4GB 50 W, SSD 512GB, numerická klávesnice, podsvícená klávesnice, webkamera, USB 3.2 Gen 1, USB-C, WiFi 5, Hmotnost 2,14 kg, Windows 10 Home

Cena: 18 690 Kč

4. Acer Nitro 5 Obsidian Black

Základní parametry: Herní notebook – Intel Core i5 9300H Coffee Lake, 15.6" IPS matný 1920 × 1080 120Hz, RAM 8GB DDR4, NVIDIA GeForce GTX 1650 4GB, SSD 512GB, numerická klávesnice, podsvícená klávesnice, webkamera, USB-C, WiFi 6, baterie 56 Wh, Hmotnost 2,5 kg, Windows 10 Home, HDD upgrade kit (AN515-54-54KC)

Cena: 18 990 Kč

Ve vybraných variantách se nachází dva notebooky s identickým názvem Acer Nitro 5 Obsidian Black. Je tedy zapotřebí tyto dva notebooky od sebe rozlišit. Notebook číslo 2 bude dále označen jako Acer Nitro 5 A a notebook číslo 4 bude označen jako Acer Nitro 5 B.

Varianty a jejich jednotlivá kritéria jsou přehledně zobrazeny v tabulce níže:

Tabulka 2 Přípustné varianty

Název	Cena (Kč)	Baterie (Wh)	Váha (kg)	GPU (GB)	RAM (GB)	SSD (GB)	CPU (H)
HP Pavilion	19 803	52,5	2,25	4	8	512	4600
Acer Nitro 5 A	19 990	57	2,3	4	8	512	10300
ASUS	18 690	42	2,14	4	8	512	9300
Acer Nitro 5 B	18 990	56	2,5	4	8	512	9300
Povaha	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce lze vidět, že kritéria GPU, RAM a SSD mají u všech variant stejné hodnoty. Na výběr kompromisní varianty tedy nemají žádný vliv, nerozlišují mezi variantami, a proto budou z dalšího porovnávání vyškrtuty.

V tabulce níže jsou zobrazeny zbývající kritéria jednotlivých variant na jejichž základě bude proveden výběr kompromisní varianty:

Tabulka 3 Přípustné varianty

Název	Cena (Kč)	Baterie (Wh)	Váha (kg)	CPU (H)
HP Pavilion	19 803	52,5	2,25	4600
Acer Nitro 5 A	19 990	57	2,3	10300
ASUS	18 690	42	2,14	9300
Acer Nitro 5 B	18 990	56	2,5	9300
Povaha	MIN	MAX	MIN	MAX

Zdroj: vlastní zpracování

4.4 Stanovení vah jednotlivých kritérií

Pro další aplikování vybraných metod vícekritériálního hodnocení variant je třeba stanovit váhy kritérií. Rozhodovatel vyjádřil svoje preference pomocí Saatyho škály preferencí.

Saatyho škála preferencí:

- 1 = rovnocennost
- 3 = slabá preference
- 5 = silná preference
- 7 = velmi silná preference
- 9 = absolutní preference

Výsledky jsou představeny v tabulce níže:

Tabulka 4 Saatyho metoda pro výpočet vah

Kritérium	Cena	Baterie	Váha	CPU	Geometrický průměr	Váhy
Cena	1	1/5	1/7	1/9	0,24	0,04
Baterie	5	1	1/3	1/7	0,70	0,11
Váha	7	3	1	1/5	1,43	0,22
CPU	9	7	5	1	4,21	0,64

Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr herního notebooku byla použita metoda Analytického hierarchického procesu (AHP). Postup a výpočet metody AHP je zobrazen v následujících tabulkách. Cílem je tedy výběr vhodného herního notebooku. Kritéria, dle kterých se bude vybírat, jsou cena, baterie, váha a GPU. V každé tabulce se uvádí porovnání variant (tj. notebooků) podle jednotlivých kritérií, které se označují jako Saatyho matice. Následně jsou u každé varianty vypočteny váhy dle jednotlivých kritérií a na závěr se váhy zapíší do výsledné tabulky a provede se jejich součet, uspořádání a tím i výběr kompromisní varianty. Výpočty geometrických průměrů a normalizací jsou zaokrouhleny na 2 desetinná místa. Výpočty rozdělení vah jsou pro větší přesnost zaokrouhleny na 3 desetinná místa.

Tabulka 5 Dílčí ohodnocení variant pro kritérium Cena pomocí metody AHP

Cena	HP Pavilion	Acer Nitro 5 A	ASUS	Acer Nitro 5 B	Geometrický průměr	Normalizace	x váha
HP Pavilion	1	3	1/9	1/7	0,47	0,07	0,003
Acer Nitro 5 A	1/3	1	1/9	1/7	0,27	0,04	0,002
ASUS	9	9	1	5	4,49	0,64	0,026
Acer Nitro 5 B	7	7	1/5	1	1,77	0,25	0,010

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 6 Dílčí ohodnocení variant pro kritérium Baterie pomocí metody AHP

Baterie	HP Pavilion	Acer Nitro 5 A	ASUS	Acer Nitro 5 B	Geometrický průměr	Normalizace	x váha
HP Pavilion	1	1/7	9	1/7	0,65	0,10	0,011
Acer Nitro 5 A	7	1	9	3	3,71	0,55	0,061
ASUS	1/9	1/9	1	1/9	0,19	0,03	0,003
Acer Nitro 5 B	7	1/3	9	1	2,14	0,32	0,035

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 7 Dílčí ohodnocení variant pro kritérium Váha pomocí metody AHP

Váha	HP Pavilion	Acer Nitro 5 A	ASUS	Acer Nitro 5 B	Geometrický průměr	Normalizace	x váha
HP Pavilion	1	3	1/5	5	1,32	0,20	0,045
Acer Nitro 5 A	1/3	1	1/7	5	0,70	0,11	0,024
ASUS	5	7	1	9	4,21	0,65	0,143
Acer Nitro 5 B	1/5	1/5	1/9	1	0,26	0,04	0,009

Zdroj: vlastní zpracování**Tabulka 8 Dílčí ohodnocení variant pro kritérium CPU pomocí metody AHP**

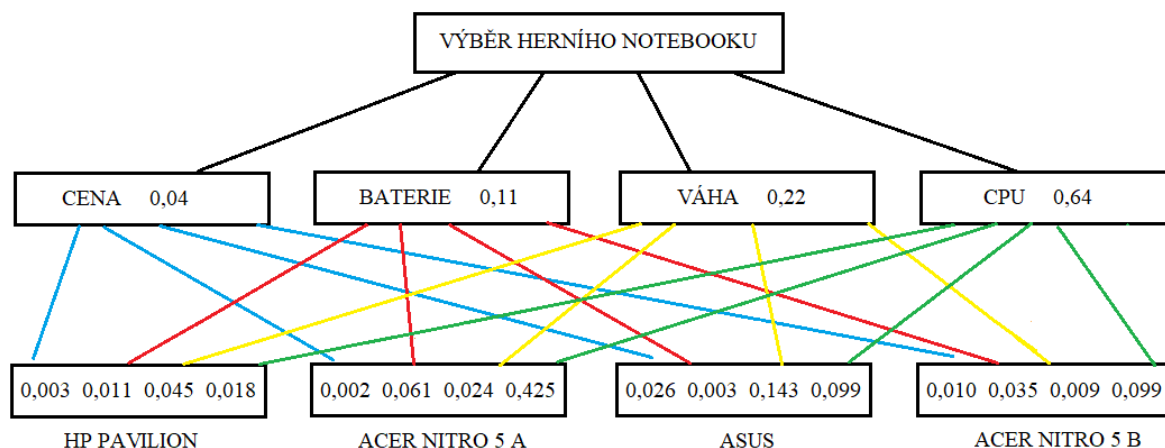
CPU	HP Pavilion	Acer Nitro 5 A	ASUS	Acer Nitro 5 B	Geometrický průměr	Normalizace	x váha
HP Pavilion	1	1/9	1/9	1/9	0,19	0,03	0,018
Acer Nitro 5 A	9	1	7	7	4,58	0,66	0,425
ASUS	9	1/7	1	1	1,06	0,15	0,099
Acer Nitro 5 B	9	1/7	1	1	1,06	0,15	0,099

Zdroj: vlastní zpracování

Tuto úlohu je také možné znázornit v tzv. hierarchické struktuře výběru variant pomocí metody AHP. Tato struktura je názorně ukázána na obrázku níže. Na vrcholu obrázku se nachází cíl, tj. výběr herního notebooku. Uprostřed jsou zobrazeny jednotlivá kritéria a jejich váhy. Pod nimi jsou uvedeny jednotlivé varianty, ve kterých jsou znázorněny rozdělené váhy dle jednotlivých kritérií.

Zobrazení hierarchické struktury úlohy:

Obrázek 4 Hierarchická struktura výběru variant pomocí metody AHP



Zdroj: vlastní zpracování

Výsledná tabulka pro výpočet výběru herního notebooku pomocí metody AHP:

Tabulka 9 Výsledná tabulka pro metodu AHP

Název	Cena	Baterie	Váha	CPU	Součet	Umístění
HP Pavilion	0,003	0,011	0,045	0,018	0,077	4.
Acer Nitro 5 A	0,002	0,061	0,024	0,425	0,512	1.
ASUS	0,026	0,003	0,143	0,099	0,271	2.
Acer Nitro 5 B	0,010	0,035	0,009	0,099	0,153	3.

Zdroj: vlastní zpracování

Podle výsledné tabulky, a tedy výsledku metody AHP, je vidět, že notebook Acer Nitro 5 A získal nejvyšší ohodnocení a je tedy na 1. místě. Tento notebook je hledanou kompromisní variantou a tedy notebookem, který si zákazník vybere.

Na druhém místě se umístil notebook ASUS. Proto je vhodnou alternativní variantou, pokud by z nějakých důvodů byla zamítnuta varianta kompromisní.

5 Výsledky a diskuse

Na základě výsledku aplikace vybrané metody vícekriteriálního hodnocení variant, konkrétně metody AHP, byl jako kompromisní varianta zvolen notebook Acer Nitro 5 Obsidian Black „A“. Tento notebook získal největší hodnocení ze všech notebooků pro kritérium „Baterie“ a dále pro kritérium „CPU“. Kritérium „Cena“ je u tohoto notebooku nejhorší ze všech variant. To znamená, že notebook je nejdražší, ale nehraje to zásadní roli, neboť kritérium „Cena“ získala od zákazníka nejmenší váhu ze všech kritérií.

Druhým v pořadí, a tedy jako vhodná alternativní varianta, je notebook ASUS VivoBook 15 X571GT-BQ109T Star Black. Tento notebook například v porovnání s notebookem Acer Nitro 5 Obsidian Black „A“ získal větší hodnocení u kritéria „Váha“. ASUS je totiž o 0,16 Kg lehčí. Je vůbec nejlehčím notebookem ze všech variant, a proto má u kritéria „Váha“ nejvyšší hodnocení. V porovnání s kompromisní variantou je o 1 300 Kč levnější. Tento notebook je nejlevnější ze všech, avšak kritérium „Cena“ je pro zákazníka nejméně důležité.

Notebook Acer Nitro 5 Obsidian Black „B“ je třetím v pořadí. V žádném kritériu není nejlépe hodnocen. Avšak v porovnání s vhodnou alternativní variantou má větší kapacitu baterie, konkrétně o 14 Wh více. Kapacita baterie je 56 Wh, to je pouze o 1 Wh méně než u kompromisní varianty. Jednou z příčin, proč se umístil na 3. místě je to, že je vůbec netěžší ze všech. Váží 2,5 kg. V porovnání s vhodnou alternativní variantou je o 0,36 kg těžší, což je již značný rozdíl.

Poslední v pořadí je notebook HP Pavilion Gaming 15 -ec1900nc Shadow Black White. Největší nevýhodou tohoto notebooku je frekvence procesoru 4 600 H. Tato hodnota je výrazně nejmenší ze všech variant. Z tohoto důvodu je výsledná hodnota kritéria „CPU“ 0,075 absolutně nejmenší ze všech notebooků. Na druhou stranu, tento notebook je druhým nejlehčím notebookem ze všech a v porovnání s kompromisní variantou je o 0,05 kg lehčí. Sice to není nijak významný rozdíl, ale přeci jen je lehčí.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vybrat vhodný herní notebook pomocí metod vícekriteriálního rozhodování podle požadavků a potřeb modelového zákazníka. K dosažení stanoveného cíle bylo nejprve zapotřebí prostudovat problematiku vícekriteriálního hodnocení a následně ji přenést do praxe.

Teoretická část této práce byla zaměřena na popis modelu vícekriteriální analýzy variant. Popsány byly metody pro stanovení vah jednotlivých kritérií a také metody, které slouží k výběru kompromisní varianty, konkrétně metody pořadí, bodovací, metoda váženého součtu a metoda AHP, která byla použita pro výběr kompromisní varianty v praktické části práce.

Praktická část se zabývá nalezením vhodné kompromisní varianty dle postupu vybrané metody vícekriteriálního hodnocení variant. Množina variant, ze kterých se následně vybírala kompromisní varianta, byla vybrána ze sekce herních notebooků z internetového obchodu Alza.cz. Na stránkách e-shopu byly zvoleny na základě zákaznickových preferencí filtry, tedy byla zadána maximální cena 20 000 Kč a jako druhý filtr bylo zvoleno to, aby měl notebook již nainstalovaný operační systém Windows 10. Po aplikování tohoto filtru byly vyhledány 4 notebooky, které následně sloužily jako vybraná množina variant. Následně se stanovila kritéria, dle kterých byly jednotlivé varianty ohodnoceny. Zákazník stanovil 7 požadavků na nový notebook: cena, hmotnost, baterie, CPU, GPU, RAM a HDD. Kritéria GPU, RAM a HDD byla následně z postupu vyškrtuta, neboť u všech notebooků měla stejné hodnoty a na výběr kompromisní varianty tedy neměla žádný vliv.

Dalším krokem bylo určit váhy jednotlivých kritérií, a to pomocí Saatyho metody. Po stanovení jednotlivých vah kritérií už tedy zbývalo pouze vybrat vhodnou kompromisní variantu. Tento výběr byl proveden za pomoci metody AHP. Výsledkem bylo vybrání kompromisní varianty, kterou se stal notebook Acer Nitro 5 Obsidian Black „A“. Tento notebook má největší kapacitu baterie a také nejvyšší frekvenci procesoru. Kritérium „Cena“ je u tohoto notebooku nejhorší ze všech variant. To znamená, že notebook je nejdražší, ale nehraje to zásadní roli, neboť kritérium „Cena“ získalo od zákazníka nejmenší váhu ze všech kritérií a bylo pro něj tedy nejméně důležité.

7 Seznam použitých zdrojů

- BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA, 2002. *Základní metody operační analýzy*. Praha: Credit. ISBN 80-213-0951-2.
- BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT, 2003. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha: Credit. ISBN 978-80-213-1019-3.
- FIALA, Petr, 2008. *Modely a metody rozhodování*. 2., přeprac. vyd. V Praze: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1345-4.
- JABLONSKÝ, Josef, 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-44-3.
- KAHRAMAN, Cengiz, 2008. *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments: Springer Optimization and Its Applications – Svazek 16*. Springer. ISBN 978-0-387-76812-0.
- ŠUBRT, Tomáš a kol., 2015. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-563-0.