

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Bakalářská práce

**Praktická aplikace metod vícekritériální analýzy variant
při výběru automobilu**

Daniel Brandl

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Brandl

Hospodářská politika a správa
Podnikání a administrativa

Název práce

Praktická aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při výběru automobilu

Název anglicky

Practical application of multiple-attribute decision-making methods for choosing a car

Cíle práce

Cílem práce je návrh postupu pro výběr nejvhodnějšího vozidla pro firmu se zohledněním ekologických a ekonomických kritérií s pomocí metod vícekriteriální analýzy variant.

Metodika

1. Literární rešerše

- a) Vícekriteriální analýza variant
- b) Sestavení kritérií a jejich vah
- c) Metody výběru kompromisní varianty

2. Příkladová studie

- a) Popis vybrané společnosti a určení preferencí rozhodovatele
- b) Stanovení kritérií výběru a jejich vah
- c) Výběr kompromisní varianty

3. Zhodnocení výsledků

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Vícekriteriální analýza variant, varianta, kritérium, automobil

Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.

FOTR, J. *Manažerské rozhodování : postupy, metody a nástroje*. Praha: Ekopress, 2006. ISBN 80-86929-15-9.

ŠUBRT, T. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Martina Houšková Beránková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 29. 10. 2020

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 11. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Praktická aplikace metod vícekritériální analýzy variant při výběru automobilu" jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. března 2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Martině Houškové Beránkové, Ph. D. za odborné vedení, velmi vstřícný přístup a za cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Lud'ku Rabušicovi za velkou ochotu a za poskytnutí důležitých informací.

Praktická aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při výběru automobilu

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá praktickou aplikací metod vícekriteriální analýzy variant. Cílem je výběr automobilu při zohlednění ekologických a ekonomických kritérií pro vybranou společnost.

Práce je rozdělena do několika částí. V první části jsou vysvětlena teoretická východiska, která jsou nezbytná pro praktickou aplikaci. K teoretickým východiskům patří proces rozhodování, popis modelu vícekriteriální analýzy variant, metody stanovení vah kritérií a metody výběru kompromisní varianty.

V praktické části je popsán profil společnosti a sestaven seznam 9 variant automobilů, jsou stanovena kritéria výběru a vypočteny váhy kritérií pomocí Saatyho metody. Součástí praktické části jsou i firmou stanovené požadavky, které musí jednotlivé varianty splňovat. Pomocí metody analytického hierarchického procesu a metody váženého součtu je proveden výběr kompromisní varianty. Výsledky jsou poté zhodnoceny a následně je doporučena nejlepší varianta.

Klíčová slova: Vícekriteriální analýza variant, varianta, kritérium, automobil, metoda AHP, metoda váženého součtu, Saatyho metoda, kompromisní varianta

Practical application of multiple-attribute decision-making methods for choosing a car

Abstract

This bachelor thesis deals with practical applications of multiple-attribute decision-making methods. The aim is to choose a car for the selected company under consideration of the ecological and economic criteria.

The thesis is divided into several parts. In the first part the theoretical basis is explained, which is necessary for the practical application. Theoretical basis includes the decision-making process, description of the multiple-attribute decision-making methods, criteria determination methods and compromise option choice methods.

In the practical part, the company is described and variants of nine cars are listed. Furthermore, selection criteria are established and weighted by using the Saaty's method. Part of the practical part are requirements set by the company, which individual variants must fulfil. The Analytical Hierarchical Process method and the Weighted Sum Approach are used to determine the compromise variant. The results are subsequently evaluated and then the best option is recommended.

Keywords: Multiple-attribute decision-making method, criterion, variant, car, analytic hierarchy process, Weighted Sum Method, Saaty's method, compromise variant

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Teoretická východiska	13
3.1 Rozhodování, vícekriteriální rozhodování	13
3.2 Model vícekriteriální analýzy variant	13
3.3 Klasifikace úloh vícekriteriální analýzy variant	16
3.4 Metody stanovení vah kritérií	19
3.4.1 Stanovení vah kritérií bez informace	19
3.4.2 Stanovení vah z ordinální informace	19
3.4.3 Stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií.....	21
3.5 Metody výběru kompromisních variant.....	23
3.5.1 Metoda AHP	24
3.5.2 Metoda váženého součtu.....	25
4 Vlastní práce	27
4.1 Profil společnosti.....	27
4.2 Cíl výběru.....	28
4.3 Stanovení kritérií.....	28
4.3.1 Pohon	28
4.3.2 Spotřeba	29
4.3.3 Cena	30
4.3.4 Emise CO ₂	30
4.3.5 Objem zavazadlového prostoru	30
4.4 Výpočet jednotlivých vah kritérií	31
4.5 Varianty automobilů	32
4.5.1 Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV (A1).....	33
4.5.2 Škoda Octavia Combi 1,5 TGI 96kW (A2)	33
4.5.3 Volkswagen Passat Variant GTE 1,4 TSI PHEV 6DSG 160 kW (A3) 33	
4.5.4 Audi A4 Avant 40 g-tron 125 kW (A4).....	33
4.5.5 Seat Leon Sportstourer SP FR 1.5 eTSI 150k DSG (A5).....	34
4.5.6 Škoda Octavia Combi 1,0 TSI 81 kW (A6).....	34
4.5.7 Škoda Octavia Combi 2,0 TDI 85 kW (A7)	34
4.5.8 Audi A4 Avant 35 TFSI (A8).....	34
4.5.9 Audi A4 Avant 30 TDI (A9).....	34

4.6	Výběr kompromisní varianty	35
4.6.1	Metoda analytického hierarchického procesu.....	35
4.6.2	Metoda váženého součtu.....	40
5	Výsledky a diskuse	42
6	Závěr.....	44
7	Citovaná literatura.....	45

Seznam grafů

Graf č. 1	Metody kvalifikace preferencí mezi kritérii a výstupy	18
Graf č. 2	Metody kvantifikace preferencí mezi variantami	18
Graf č. 3	Hierarchická struktura úlohy vícekritériální analýzy variant	25
Graf č. 5	Grafické znázornění vah kritérií v %.....	32
Graf č. 6	Hierarchická struktura výběru variant pomocí metody AHP	36

Seznam tabulek

Tabulka č. 1	Schéma Fullerova trojúhelníku	20
Tabulka č. 2	Stupnice pro ohodnocení párového porovnání kritérií – Saatyho metoda.	22
Tabulka č. 3	Bodové ohodnocení jednotlivých druhů pohonu	29
Tabulka č. 4	Průměrné tržní ceny dne 28. 10. 2020	30
Tabulka č. 5	Výpočet vah kritérií	31
Tabulka č. 6	Seznam variant a jejich označení.....	32
Tabulka č. 7	Varianty automobilů	35
Tabulka č. 8	Metoda AHP – Pohon	36
Tabulka č. 9	Metoda AHP – Spotřeba	37
Tabulka č. 10	Metoda AHP – Cena	37
Tabulka č. 11	Metoda AHP – CO ₂	37

Tabulka č. 12 Metoda AHP – Objem zavazadlového prostoru	38
Tabulka č. 13 Metoda AHP – Normalizovaný geometrický průměr	38
Tabulka č. 14 Metoda AHP – Normalizovaná hodnota.....	39
Tabulka č. 15 Metoda AHP – Pořadí variant.....	39
Tabulka č. 16 Metoda váženého součtu – kritériální matice	40
Tabulka č. 17 Metoda váženého součtu – ideální a bazální varianta.....	40
Tabulka č. 18 Metoda váženého součtu – normalizovaná kritériální matice.....	41
Tabulka č. 19 Metoda váženého součtu – pořadí variant	41

1 Úvod

Nenašel by se na zemi žádný člověk, který by ve svém životě neudělal rozhodnutí. Člověk činí za den několik rozhodnutí, nepodstatných i podstatných. Nepodstatným rozhodnutím může být příklad člověka, který se rozhoduje, zda si k obědu koupí guláš, nebo svíčkovou, a podstatným rozhodnutím může být například volba školy, kterou člověk bude navštěvovat několik let. Člověk své rozhodnutí zvažuje a přemýšlí i nad následkem. Rozhodnutí staví na svých předchozích rozhodnutích nebo na získaných informacích. Informace, které si člověk hledá, mohou být technické údaje, parametry, doporučení, recenze, informace od odborníků anebo kamarádů a firem.

Na rozdíl od lidí se firmy samy nerozhodují. Za ně rozhodují zaměstnanci a ředitelé. Určitý zaměstnanec rozhoduje například o nákupu pro firmu. Nepodstatnou věcí může být nákup kancelářského papíru. Podstatnou věcí naopak může být nákup automobilu, neboť se jedná o rozhodnutí s dlouhodobým a ekonomicky významným dopadem pro firmu. Špatné rozhodnutí může dokonce způsobit bankrot firmy, dobré rozhodnutí zase může zvýšit výnosy, získat novou klientelu a podobně. Pokud tedy firma plánuje větší investici, je třeba minimalizovat riziko špatného rozhodnutí. Za tím účelem byly vytvořeny teorie a metody, podle kterých by se měla při rozhodování řídit.

Jednou z nich je metoda vícekriteriální analýzy variant, která bude použita v této bakalářské práci pro výběr automobilu pro firmu ACCOM Czech, a. s. Je možné vybírat z velkého množství automobilů a zohlednit při tom řadu pro firmu podstatných či méně podstatných skutečností. Právě pro rozhodování v těchto případech je metoda vícekriteriální analýzy variant určena.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je výběr nejvhodnějšího osobního automobilu pro firmu ACCOM Czech, a. s. dle jejích potřeb a požadavků a s přihlédnutím k ekologičnosti jeho provozu. Pro dosažení vytyčeného cíle budou využity metody vícekriteriální analýzy variant.

2.2 Metodika

Při zpracování této bakalářské práce byl zvolen následující postup:

Literární rešerše

Na základě informací z odborné literatury je v teoretické části popsán model vícekriteriální analýzy variant, metody stanovení vah kritérií a podrobněji jsou popsány dvě metody výběru kompromisních variant – metoda analytického hierarchického procesu a metoda váženého součtu. Jedná se o metody, které budou využity v praktické části.

Případová studie

V praktické části je popsán profil společnosti, varianty automobilů, stanovena kritéria výběru automobilu a proveden výpočet jednotlivých vah kritérií. Pomocí metody AHP a metody váženého součtu je proveden výběr nejlepší kompromisní varianty.

Zhodnocení výsledků

Na závěr jsou porovnány vybrané nejlepší kompromisní varianty získané aplikací zvolených metod.

3 Teoretická východiska

Před zahájením práce na řešení zadaného úkolu, tedy výběru „nejlepšího“ automobilu, bude vysvětlen v teoretické části postup při procesu vícekriteriálního rozhodování, model vícekriteriální analýzy variant a jeho komponent. Budou popsány metody stanovení vah kritérií a metody výběru kompromisních variant. Na závěr budou podrobněji vysvětleny metody kompromisních variant, které budou konkrétně využity v praktické části této bakalářské práce.

3.1 Rozhodování, vícekriteriální rozhodování

Rozhodování je proces, kdy se vybírá z několika variant řešení problému. Cílem by měla být volba varianty, která je pro jeho vyřešení z určitého hlediska nejvýhodnější. Je možné k tomu využít řadu modelů a metod. Modely se vyznačují tím, že propojují realitu a teorii, které na sebe oboustranně působí. Modely ověřují praktické zkušenosti a na jejich základě budují teorie, teorie se pak využívají pro rozhodování v realitě. (Fiala, 2008)

V této bakalářské práci bude využit model vícekriteriální analýzy variant, který proto bude v následující kapitole podrobněji popsán.

3.2 Model vícekriteriální analýzy variant

Při rozhodování, které vyžaduje zohlednění více kritérií, je možné využít různé modely vícekriteriálního rozhodování. Například **model vícekriteriální optimalizace**, jehož varianty jsou omezeny určitými podmínkami. Kritéria jsou vyjádřena kriteriálními funkcemi a rozhodovatel hledá řešení, které dosahuje požadovaného extrému v jednotlivých kritériích. (Šubrt, a další, 2015)

Další možností je využití **modelu vícekriteriální analýzy variant**, jenž má určitý počet stanovených variant a tyto jsou ohodnoceny podle kritérií. Výsledkem může být určení nejlepší varianty nebo kompromisní varianty, můžeme také naopak jednu variantu vyloučit jako neefektivní nebo seřadíme varianty od nejlepší po nejhorší z množiny přípustných variant. (Šubrt, a další, 2015)

Osoba, která využívá model vícekriteriální analýzy variant, se v odborné terminologii nazývá **rozhodovatel**. Je žádoucí, aby byla zajištěna co největší objektivita

rozhodovatele při jeho rozhodování, k čemuž slouží řada stanovených postupů a metod analýzy variant. Kromě toho je možné angažovat nezávislou osobu, analytika, který zpracuje informace od rozhodovatele a připraví podklady a doporučení pro rozhodnutí. (Šubrt, a další, 2015)

Model vícekritériální analýzy variant vychází z množiny přípustných **variant** a stanovených **kritérií**.

„Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování. Přípustná varianta je varianta, která je realizovatelná a která není logickým nesmyslem.“ (Brožová, a další, 2014)

(Šubrt, a další, 2015) k tomu dodává, že varianty musejí být dosažitelné a musí být rovněž vhodným řešením.

„Kritérium je hledisko hodnocení variant.“ (Brožová, a další, 2014)

Při sestavování modelu vícekritériální analýzy variant si rozhodovatel zvolí kritéria, podle kterých bude jednotlivé varianty hodnotit. Zvolená kritéria by měla pokrývat všechna hlediska výběru a jejich počet by měl být přiměřeně velký.

Kritéria se rozdělují podle různých hledisek.

- dle kvantifikovatelnosti na:
 - o kritéria **kvantitativní** (objektivní), což jsou měřitelné údaje
 - o kritéria **kvalitativní** (subjektivní), což nejsou měřitelné údaje a rozhodovatel je může subjektivně odhadnout, například s využitím bodovací stupnice nebo relativního hodnocení variant. (Šubrt, a další, 2015)
- dle povahy na:
 - o kritéria **maximalizační**, kdy při výběru podle maximalizačních kritérií je nejlepší variantou varianta dosahující nejvyšší hodnoty
 - o kritéria **minimalizační**, kdy při výběru podle minimalizačních kritérií je nejlepší variantou varianta dosahující nejnižší hodnoty. (Šubrt, a další, 2015)

V dalším kroku je třeba porovnat jednotlivá kritéria a určit jejich důležitost čili **preferenci**. Způsobů stanovení preferencí je několik. Například u *aspirační úrovně* si rozhodovatel určí nejnižší hodnotu, kterou by měla varianta dosahovat v jednotlivých

kritériích. Akceptovatelné varianty jsou varianty, které dosahují požadované aspirační úrovně. Varianty, které této úrovně nedosáhnou, se označují jako neakceptovatelné. Rozhodovatel může zpřísněním docílit i toho, že výsledkem omezování bude kompromisní varianta. (Fiala, 2008)

Důležitost jednotlivých kritérií lze také vystihnout pomocí *vektoru vah kritérií*. Čím větší je důležitost kritéria, tím větší je i jeho váha. Hodnoty vah kritérií je obtížné přímo získat od rozhodovatele, ale existují metody, které stanovují váhy kritérií pomocí subjektivních informací od rozhodovatele. (Fiala, 2008)

„Váha kritéria je hodnota z intervalu $<0;1>$, která vyjadřuje relativní důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Součet vah všech je roven jedné.“ (Brožová, a další, 2014)

Pomocí ordinální informace o kritériích se vyjadřuje *uspořádání* od nejdůležitějšího kritéria po nejméně důležité. V některých metodách s ordinální informací se i uznává existence několika stejně hodnocených kritérií. (Fiala, 2008)

„Kompenzace hodnot kritérií je vyjádřena mírou substituce mezi kritériálními hodnotami.“ (Brožová, a další, 2014)

Existují varianty se speciálními vlastnostmi.

Dominovaná varianta

„Předpokládejme všechna kritéria maximalizační. Varianta a_i dominuje variantu a_j , jestliže platí $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$ a existuje alespoň jedno kritérium f_l , že $y_{il} > y_{jl}$.“ (Brožová, a další, 2014)

Dá se říct, že všechna kritéria jsou lépe hodnocena v dominující variantě než ve variantě dominované.

Ideální a bazální varianta

Ideální varianta (H) je varianta (hypotetická nebo skutečná), která má ve všech kritériích nejlepší hodnoty. Naproti tomu bazální varianta (D) má ve všech kritériích nejhorší hodnoty. (Šubrt, a další, 2015)

Paretovská varianta

Paretovská varianta může být pouze varianta nedominovaná. U paretovské varianty můžeme docílit toho, že se jedno kritérium zlepší, ale dojde k zhoršení jiného kritéria, a to pouze je-li v řešení problému možná kompenzace. (Šubrt, a další, 2015)

Kompromisní varianta

Kompromisní varianta je nedominovaná varianta, která je doporučena pro vyřešení problému. Výběr kompromisní varianty záleží na tom, jestli chce rozhodovatel jedinou variantu, nebo nalezení efektivních variant. Existuje několik způsobů jak nalézt množinu variant, například největším součtem normalizovaných hodnot ukazatelů, nejmenší ideální vzdáleností od varianty ideální nebo odvození promoci párového porovnání hodnot všech dvojic variant podle ideální varianty. (Šubrt, a další, 2015)

3.3 Klasifikace úloh vícekritériální analýzy variant

Úlohy vícekritériální analýzy variant je možné klasifikovat:

Podle cíle řešení

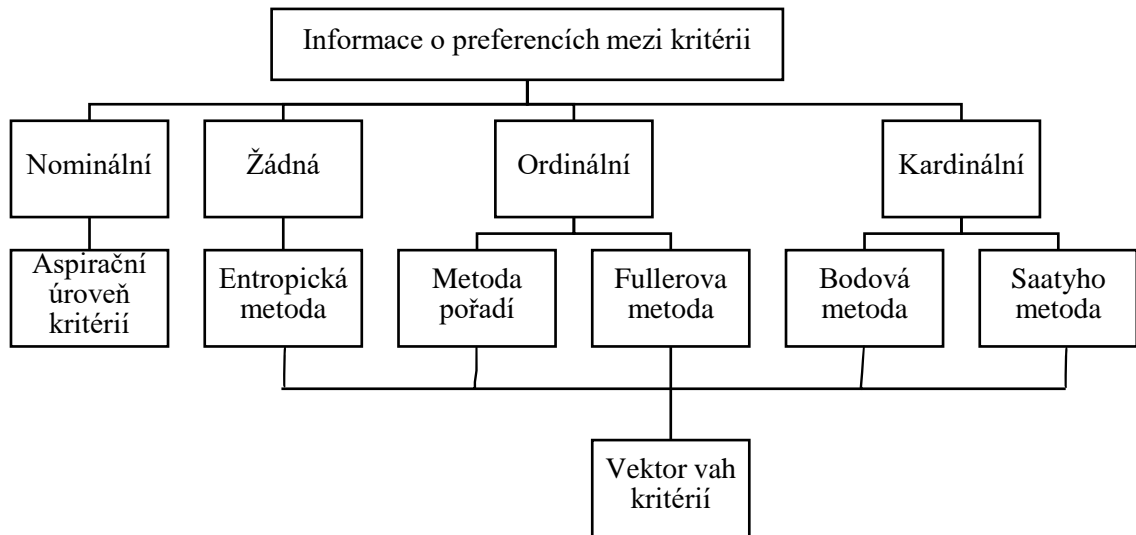
- Cílem je **výběr jedné či několika variant** (kompromisní) – vybírá se nejlepší varianta dle zadaných kritérií z množiny daných variant.
- Cílem je **úplné uspořádání či kvaziuspořádání variant** – varianty se uspořádají od nejlepší varianty k nejhorší.
- Cílem je **rozdělení variant na efektivní a neefektivní** – v těchto úlohách se neuspořádají varianty podle pořadí, nýbrž se hodnotí, jestli je varianta efektivní, či neefektivní. Existují dva přístupy k hodnocení. Jeden přístup je takový, že rozhodovatel označí jako efektivní ty varianty, které ve všech zvolených kritériích dosáhnou lepší hodnoty, než jsou nastavené aspirační hodnoty. Může také, pokud je to přípustné, nedostatek jednoho kritéria kompenzovat jiným kritériem, ve kterém dosahuje varianta vynikajících hodnot. Dalším přístupem je sestavení fiktivní varianty, která bude mít v kritériálních hodnotách aspirační

úroveň. Dále pomocí vhodné metody provedeme úplné uspořádání variant. Všechny varianty, které budou nad fiktivní variantou, označíme jako efektivní, a ty varianty, které budou pod ní, označíme jako neefektivní. (Šubrt, a další, 2015)

Podle typu informace

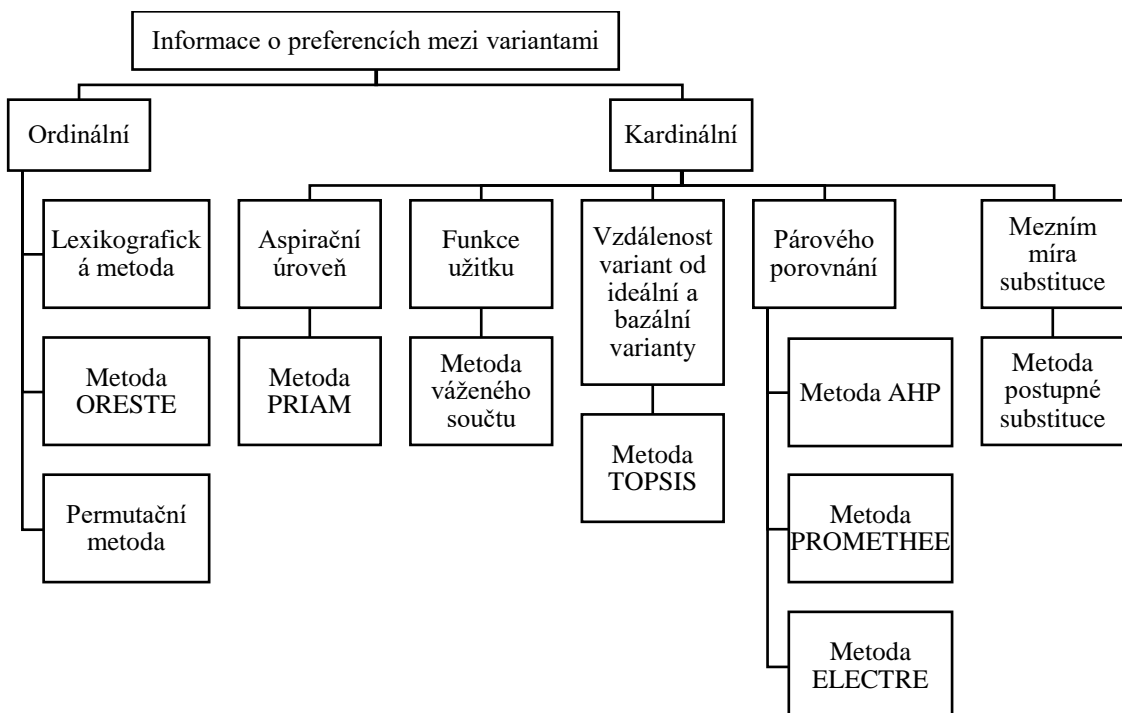
- **Žádná informace** – jedná se o případ, kdy nemáme k dispozici žádnou informaci o preferenci kritérií. Úlohu nelze vyřešit za předpokladu, že bychom neměli informaci o preferencích mezi variantami, protože by nebylo možné určit lepší ani horší variantu. (Šubrt, a další, 2015)
- **Nominální informace** – jedná se o informaci o preferenci kritérií. Využívá se aspirační úroveň, která stanoví hranice hodnot, jež musí daná varianta minimálně dosáhnout podle daného kritéria, aby se mohla přijmout za akceptovatelnou. Pokud této hranice nedosáhne, jedná se o variantu neakceptovatelnou. (Šubrt, a další, 2015)
- **Ordinální informace** – jedná se o informaci, pomocí které lze uspořádat dané varianty do řady dle jednotlivých kritérií nebo kritéria podle jejich důležitosti (Fiala, 2008)
- **Kardinální informace** – jedná se o informaci, která vyjadřuje, o kolik či jak moc je jedno hodnocení lepší než hodnocení jiné. (Šubrt, a další, 2015)

Graf č. 1 Metody kvalifikace preferencí mezi kritérii a výstupy



Zdroj: Brožová, a další, 2014

Graf č. 2 Metody kvantifikace preferencí mezi variantami



Zdroj: Brožová, a další, 2014

3.4 Metody stanovení vah kritérií

Pro stanovení preferenčních vztahů mezi variantami při analýze modelu vícekritériální analýzy variant je třeba získat vstupní informace. Podle typu informace, kterou máme k dispozici, zvolíme vhodnou metodu pro stanovení vah kritérií. (Šubrt, a další, 2015)

3.4.1 Stanovení vah kritérií bez informace

Pokud nemáme k dispozici žádné informace o preferencích mezi kritérii, můžeme všem kritériím přiřadit stejnou váhu nebo použít váhový vektor, který stanovíme pomocí entropické metody. (Brožová, a další, 2014)

3.4.2 Stanovení vah z ordinální informace

Pokud řešitel může přiřadit k jednotlivým kritériím pořadové číslo nebo u porovnávaných dvojic kritérií vybere důležitější kritérium, použijeme metodu pořadí nebo metodu Fullerova trojúhelníku.

Metoda pořadí

Tato metoda se používá v případě, kdy hodnocení provádí více odborníků. Každý z nich si uspořádá kritéria od nejvýznamnějšího k nejméně významnému a nejvýznamnějšímu kritériu přiřadí číslo n , což je celkový počet kritérií. Druhému nejvýznamnějšímu přidělí číslo o jedno menší, než je celkový počet ($n-1$), a tak postupuje až k nejméně významnému kritériu, kterému přidělí číslo 1. V případě, že některá kritéria mají pro rozhodovatele stejnou hodnotu, přidělí těmto kritériím průměrné pořadové číslo. Následně se sečtou pořadová čísla, která byla jednotlivými hodnotiteli určitému kritériu přidělena, a vydělí se celkovým součtem pořadových čísel rozdělených hodnotiteli mezi všechna kritéria. Takto získáme váhu každého z kritérií. Suma vah je rovna 1. (Šubrt, a další, 2015)

Vzorec pro výpočet normalizace vah kritérií (b_j – pořadové číslo, j – kritérium) (Šubrt, a další, 2015):

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

Metoda Fullerova trojúhelníku

V metodě Fullerova trojúhelníku se porovnává vztah mezi každou dvojicí hodnocených kritérií. Za předpokladu, že si rozhodovatel stanovil důležitost kritérií, se použije vztah

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (2)$$

n znázorňuje počet porovnávaných kritérií. (Šubrt, a další, 2015)

Kritériím přiřadíme pořadová čísla (j). Rozhodovatel ve Fullerově trojúhelníku zakroužkuje to kritérium z každé dvojice, jež považuje za důležitější. Vzorec, který se pak pro váhu kritérií použije, je:

$$v_j = \frac{n_j}{N}, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Tabulka č. 1 Schéma Fullerova trojúhelníku

1	1	1	...	1
2	3	4	...	k
	2	2	...	
	3	4	...	
			...	
			k-2	k-2
			k-1	k
				k-1
				k

Zdroj: Brožová, a další, 2014

3.4.3 Stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií

Podmínkou pro použití těchto metod stanovení vah je, že řešitel může určit pořadí důležitosti kritérií, a současně poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií.

Bodovací metoda

Bodovací metoda se stejně jako metoda pořadí používá v případě, kdy hodnocení provádí více odborníků. Stanoví se bodová stupnice například od 0 do 10 bodů, přičemž 0 bodů přidělí hodnotitel kritériu, které považuje za zcela bezvýznamné, a naopak 10 bodů kritériu, které je pro něj nejdůležitější. Míru důležitosti kritéria vyjádří expert svými body. Nejdůležitější kritérium dostane největší počet bodů, zato nejméně důležité kritérium dostane nejmenší počet bodů. Místo bodové stupnice lze použít i vyjádření grafické, kdy na jedné straně úsečky je nejnižší preference a na druhé straně úsečky nejvyšší preference. (Brožová, a další, 2014)

Vzorec pro výpočet váhového vektoru:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

b_j – celkový počet bodů od hodnotitelů, které dali j – tému kritériu (Brožová, a další, 2014)

Saatyho metoda

U Saatyho metody se jedná o kvantitativní párové porovnání kritérií, kdy hodnocení je prováděno pouze jedním hodnotitelem. Všechna kritéria jsou zapsána jak v řádku, tak ve sloupci ve stejném pořadí. Určuje se nejen párové srovnání, ale také velikost preference, k čemuž slouží bodové ohodnocení. Saaty navrhl tabulku, která určuje velikost (počet bodů) dané preference. (Fotr, a další, 2006)

Tabulka č. 2 Stupnice pro ohodnocení párového porovnání kritérií – Saatyho metoda

Body	Síla preference
1	Rovnocenná preference 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

Zdroj: Šubrt a další, 2015

Následující matice znázorňuje Saatyho matici $S=(s_{ij})$, která ukazuje porovnání i -tého kritéria k j -tému kritériu.

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1n} & 1/s_{2n} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Pokud jsou porovnávaná kritéria rovnocenná, pak $s_{ij}=1$ a v Saatyho matici, která je čtvercová, leží na diagonále. Preferuje-li hodnotitel i -té kritérium před j -tým kritériem, zapíše podle síly preference z tabulky č. 2 příslušný počet bodů do matice. Jestliže například absolutně preferuje kritérium i před kritériem j , zapíše na příslušné místo v matici hodnotu $s_{ij} = 9$. Jestliže naopak absolutně preferuje kritérium j před kritériem i , zapíše na příslušné místo v matici převrácenou hodnotu, tedy $s_{ij} = 1/9$. Tvar matice je čtvercový $n \times n$, reciproční, to znamená, že platí vztah $s_{ij}=1/s_{ji}$ a vyjadřuje odhad podílu vah i -tého a j -tého kritéria. (Šubrt, a další, 2015)

Váhy se u Saatyho metody mohou vypočítat několika způsoby, ale nejpoužívanější způsob je normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice neboli metoda logaritmičeských nejmenších čtverců. Hodnoty b_i budou vypočteny jako geometrický průměr řádků Saatyho matice

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (6)$$

Následně se vypočítají váhy normalizací hodnot b_i

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (7)$$

3.5 Metody výběru kompromisních variant

Pro výběr kompromisní varianty můžeme využít řady metod. (Brožová, a další, 2014) je rozděluje na:

1. Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií
 - Bodovací metoda
 - Metoda pořadí
2. Metody vyžadující aspirační úroveň kritérií
 - Konjunktivní a disjunktivní metoda
 - Metoda PRIAM
3. Metody vyžadující ordinální informace
 - Lexikografická metoda
 - Metoda ORESTE
4. Metody vyžadující kardinální informaci
 - Metody založené na výpočtu hodnot funkce užitku
 - Metoda váženého součtu
 - Metoda AHP – analytický hierarchický proces
5. Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty
 - Metoda TOPSIS
6. Metody založené na vyhodnocování preferenční relace
 - Metoda ELECTRE I.
 - Metoda PROMETHEE
7. Metody pro práci s informací o mezní míře substituce kritériálních hodnot
 - Metoda postupné substituce

Pro výběr kompromisní varianty v praktické části této bakalářské práce byla zvolena metoda AHP a metoda váženého součtu.

3.5.1 Metoda AHP

Poprvé byla metoda navržena v roce 1980 profesorem Saatyem za účelem zrychlení a zjednodušení procesu rozhodování.

Metoda AHP rozkládá složitý problém na jednodušší prvky (komponenty), a zároveň je sestavuje do hierarchické struktury. Na jejích jednotlivých úrovních se pomocí Saatyho metody provádí kvantitativní párové porovnání. Subjektivním hodnocením kvantifikuje jednotlivé prvky (komponenty) podle jejich důležitosti. Výsledkem je stanovení prvku (komponenty) s nejvyšší prioritou.

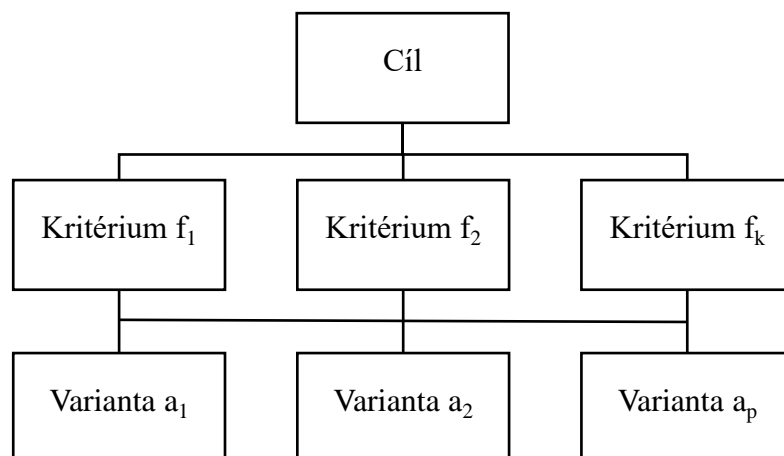
Výhodou metody AHP je, že ji lze použít pro libovolný typ informace o preferenčních vztazích mezi prvky (komponentami) modelu, pokud je rozhodovatel schopen z nich stanovit směr a intenzitu důležitosti všech prvků (komponent) modelu. Nejvyšší úroveň hierarchie má pouze jeden prvek a je mu přiřazena hodnota jedna. Tento prvek se určitým způsobem rozděluje na druhou úroveň a postupně se dopočítává až na poslední úroveň. (Šubrt, a další, 2015)

Jednoduchá úloha vícekriteriální analýzy variant obsahuje typicky tyto tři úrovně:

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

Složitější úloha vícekriteriální analýzy variant obsahuje obvykle tyto čtyři úrovně:
(Brožová, a další, 2014)

Graf č. 3 Hierarchická struktura úlohy vícekriteriální analýzy variant



Zdroj: Brožová, a další, 2014

Konstrukce a řešení modelu AHP se provádí ve třech krocích. V prvním kroku se vytvoří hierarchická struktura variant, kritérií a cílů, která se uspořádá podle rostoucí priority. Ve druhém kroku se v jednotlivých úrovních párově porovnávají části systému. Postupuje se od vrchní až ke spodní úrovni a odhaduje se vektor vah jednotlivých částí. V posledním kroku se odhadnuté váhy jednotlivých částí systému kombinují a dochází k výběru varianty s největší agregovanou váhou. Pro odhad vah se zpravidla využívá metoda geometrického průměru. (Fiala, 2008)

3.5.2 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je postavená na principu maximalizace užitku, přičemž užitek je vyjádřen lineární funkcí. Pro výpočet se využívá kriteriální matice $Y = (y_{ij})$, která se přetransformuje pomocí vzorce na standardizovanou kriteriální matici $R = (r_{ij})$. (Fiala, 2008)

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \quad (8)$$

Prvky této rovnice jsou následující: ideální varianta H s hodnotami (h_1, \dots, h_n) , bazální varianta D s hodnotami (d_1, \dots, d_n) a prvek kriteriální matice y_{ij} . Výsledkem je prvek normalizované kriteriální matice r_{ij} .

Nejlepší variantu nebo uspořádání variant od nejlepší k nejhorší variantě zjistíme výpočtem agregované funkce užitku, který se provádí pro každou variantu zvlášť.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad (9)$$

Tímto lze uzavřít část teoretickou, neboť byly uvedeny všechny potřebné informace; byl popsán model vícekritériální analýzy variant a vysvětleny komponenty modelu: kritéria a varianty. Rovněž byly nastíněny metody výběru kompromisních variant, a je tudíž možno přejít k praktické části.

4 Vlastní práce

V této části bakalářské práce budou poznatky získané v teoretické části prakticky aplikovány při výběru „referentského“ automobilu pro společnost ACCOM Czech, a. s. pomocí metody AHP a metody váženého součtu. Ve spolupráci s pověřeným pracovníkem firmy budou stanovena kritéria výběru a definovány možné varianty.

4.1 Profil společnosti

Společnost ACCOM Czech, a. s. vznikla v roce 2003 a je dceřinou firmou společnosti ACCOM holding s. r. o. Základní kapitál ACCOM Czech, a. s. ve výši 2 mil. Kč tvoří peněžitý vklad jediného zakladatele společnosti ACCOM holding s. r. o. Je rozvržen na 20 ks kmenových akcií na jméno v listinné podobě, každá z nich má jmenovitou hodnotu 100.000 Kč. Společnost je zapsaná v obchodním rejstříku Městského soudu v Praze pod spisovou značkou B 9083 a sídlí na adrese Praha 5, Na Pláni 41. Kromě společnosti ACCOM Czech a. s. patří do skupiny ACCOM holding s. r. o. i řada dalších společností, například sesterské společnosti ACCOM Management group s. r. o., ACCOM Slovakia s. r. o., ACCOM Energy s. r. o., Radlická mlékárna s. r. o. a dceřiné společnosti Choceňská mlékárna, s. r. o., Bohušovická mlékárna, a. s., ACCOM Gastro s. r. o., ACCOM USA INC a Akkom Russia.

ACCOM Czech, a.s. je jednou z největších distribučních společností v České republice. Zajišťuje distribuci chlazených i nechlazených mléčných produktů, ovoce, zeleniny a dalšího doplňkového sortimentu z vlastních výrobních závodů i od tuzemských a zahraničních dodavatelů. Nejvýznamnějšími dodavateli společnosti ACCOM Czech, a. s. jsou Bohušovická mlékárna a Choceňská mlékárna, které rovněž patří do skupiny ACCOM holding, s. r. o. Na celkové výši tržeb se výrobky těchto mlékáren podílí přibližně 50 %. Jejimi zákazníky jsou maloobchodní řetězce, například: COOP Centrum, COOP Moravia, Globus, Kaufland, Tesco, Ahold, Lidl, Billa a další. Pro společnost COOP navíc realizuje výhradní distribuci její privátní značky RANKO. V rámci holdingu zároveň vyrábí podstatnou část výrobků této značky. ACCOM Czech, a. s. dodává zboží nejen do maloobchodu, ale také do škol. Roční tržby společnosti ACCOM Czech, a. s. dosahují 1,5 mld. Kč a zaměstnává okolo 150 zaměstnanců.

4.2 Cíl výběru

Společnost ACCOM Czech, a. s. využívá při své obchodní činnosti osobní automobily Škoda Octavia Combi a Škoda Superb Combi. Nyní zvažuje pořízení nových „referentských“ automobilů, tedy v kategorii Škoda Octavia Combi. Stávající auta mají diesellové pohony a při jejich výběru byla nejdůležitější pořizovací cena a náklady na provoz. Nyní ale vedení společnosti požaduje, aby se při výběru zohlednila ekologičnost vozu. To znamená, že bude co nejšetrnější k životnímu prostředí. Cílem této práce je výběr nejvhodnějšího osobního automobilu z několika variant a odpovídající vedením společnosti stanovených kritérií.

4.3 Stanovení kritérií

Ve spolupráci s odpovědným pracovníkem společnosti a po konzultaci s vedením firmy byl sestaven následující seznam kritérií a proveden výběr následujících variant.

Seznam kritérií:

- Pohon (motor)
- Spotřeba
- Cena
- CO₂
- Objem zavazadlového prostoru

4.3.1 Pohon

Pohonná jednotka automobilu je důležitým kritériem, a to hned z několika důvodů. Druh pohonné jednotky má výrazný vliv na konečnou cenu automobilu. Dále je třeba zvážit dostupnost pohonných hmot pro konkrétní pohonnou jednotku. Je již samozřejmostí, že síť běžných čerpacích stanic je v České republice velmi hustá. Dobíjecí stanice pro provoz elektromobilů ovšem této hustoty zdaleka nedosahují. Jejich počet dnes převyšuje číslo 450, což ale přesto nemusí být pro běžný provoz dostačující. V budoucnu se však očekává jejich postupné rozšiřování.

Kritérium pohonu je kvalitativním kritériem a v tomto případě bylo stanoveno pořadí od nejpreferovanějšího pohonu až po nejméně preferovaný pohon. K jeho hodnocení byla

využita škála od 1 do 10, přičemž nejlepší možné kritérium bude ohodnoceno 10 body, nejméně preferované 1 bodem. Firma si pořadí určila následovně: nejlepší možností je pohon plug in hybrid, následuje pohon CNG společně s mild hybridem, benzín, a nejméně preferovaným pohonem je diesel. Pomocí bodové metody byl jednotlivým pohonům přidělen počet bodů a jejich výše je uvedena v tabulce č. 3. Kritérium pohon je kritériem maximalizačním.

Tabulka č. 3 Bodové ohodnocení jednotlivých druhů pohonu

Pohon	Bodové ohodnocení
Plug in hybrid	8
CNG	4
Mild hybrid	4
Benzín	2
Diesel	1
Povaha	max

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.2 Spotřeba

Kromě pořizovacích nákladů se při výběru automobilu zohledňují i variabilní náklady jako například spotřeba. Na spotřebu mají vliv různé faktory a styl jízdy řidiče.

V této práci je uváděna spotřeba zjištěná podle metodiky WLTP¹. Metodika WLTP byla zavedena od 1. prosince 2017 a slouží ke zjišťování spotřeby paliva na 100 km a emisí výfukových plynů. Nově stanovuje parametry testování tak, aby co nejvíce odpovídaly skutečné spotřebě v reálném provozu. Oproti dříve používané metodice NEDC² se prodloužil časový úsek pro měření, zvýšila se maximální rychlost ze 130 km/h na 140 km/h, zvýšila se i průměrná rychlost z 33 km/h na 47 km/h, prodloužil se zkušební jízdní cyklus o 10 minut i celková trasa z 11 km na 23 km. Zohledňuje se i vliv individuální výbavy vozidla. (Porsche Česká republika s.r.o., 2020)

Kritérium spotřeby je kvantitativní kritérium a má povahu minimalizačního kritéria. Spotřeba se uvádí v případě benzínových a dieselových pohonů v litrech na 100 km, u

¹ Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure

² New European Driving Cycle

automobilů na elektrický pohon v kWh na 100 km a u pohonu CNG v m³ nebo v kilogramech na 100 km. Spotřeby jako nákladové položky u jednotlivých automobilů jsou pro výpočet přepočteny na Kč dle aktuální průměrné tržní ceny za jednotku bez DPH ze dne 28. 10. 2020.

Tabulka č. 4 Průměrné tržní ceny dne 28. 10. 2020

Palivo/jednotka	Kč
Elektřina/kWh	4,55
CNG/kg	22,79
Benzín/litr	23,17
Diesel/litr	22,49

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.3 **Cena**

Dalším z kritérií je pořizovací cena. Do ceny se promítá kvalita zpracování a výbava automobilu. Cena je samozřejmě vždy pro firmu důležitým kritériem, nicméně v tomto případě není pro rozhodování kritériem nejdůležitějším. Ceny, které jsou uvedeny v této práci, jsou bez DPH a vychází z ceníků výrobců. Jedná se vždy o modely nejnižší třídy a v základní výbavě. U značek Škoda, VW a SEAT bylo nutné ještě přičíst příplatek za firmou požadovanou bílou barvu laku, která není součástí základní ceny. Kritérium cena je minimalizační.

4.3.4 **Emise CO₂**

Emise společně s pohonem jsou pro společnost rozhodující. Firma se rozhoduje o obměně vozového parku a chce přispět ke snížení ekologické zátěže provozu automobilů na životní prostředí. Nové automobily by proto měly mít co nejnižší emise. Údaje o výši emisí CO₂ v této práci byly převzaty z internetových zdrojů, přičemž hodnoty jsou uvedeny v gramech na kilometr a měřeny podle stanovené metodiky WLTP. Firma požaduje co nejnižší emise, proto se jedná o minimalizační kritérium.

4.3.5 **Objem zavazadlového prostoru**

Jedním ze zvolených kritérií je objem zavazadlového prostoru, neboť zaměstnanci využívají automobil jak pro pohyb mezi firmami z holdingu, odběrateli a dodavateli, tak i pro převážení vzorků a potřebného materiálu. Z tohoto důvodu je žádoucí dostatečně velký

objem zavazadlového prostoru a využitelného prostoru v interiéru. V této práci je objem zavazadlového prostoru uveden v litrech, přičemž jeho hodnota by měla být co nejvyšší. Kritérium je tedy maximalizační.

4.4 Výpočet jednotlivých vah kritérií

Hodnota jednotlivých vah kritérií byla vypočtena pomocí Saatyho metody, která byla popsána v kapitole 3.4.3. Rozhodovatel má k dispozici devítibodovou stupnici preference kritérií.

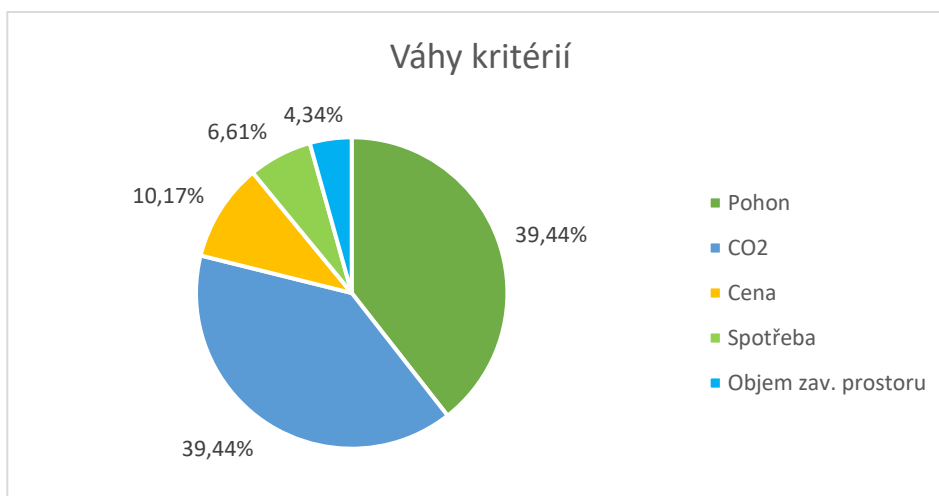
Tabulka č. 5 Výpočet vah kritérií

Kritéria	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. pr.	b _i	v _i
Pohon	1	6	5	1	7	2,913693	0,3944
Spotřeba	1/6	1	1/2	1/6	2	0,488359	0,0661
Cena	1/5	2	1	1/5	3	0,751696	0,1017
CO ₂	1	6	5	1	7	2,913693	0,3944
Objem zav. prostoru	1/7	1/2	1/3	1/7	1	0,320871	0,0434
						7,388313	1,0000

Zdroj: Vlastní zpracování

Rozhodovatelem je vedení firmy, které si stanovilo, že nejdůležitějším kritériem je pohon a emise CO₂, a dále potom kritéria cena a spotřeba. Nejméně důležitým kritériem je objem zavazadlového prostoru. Saatyho metodou byly stanoveny přesné váhy jednotlivých kritérií, které jsou zobrazeny v tabulce č. 5.

Graf č. 4 Grafické znázornění vah kritérií v %



Zdroj: Vlastní zpracování

4.5 Varianty automobilů

V tabulce č. 7 jsou uvedeny varianty výběru, které odpovídají požadavkům firmy. Společnost měla tři základní požadavky, jež musí automobil splňovat. Měl by mít bílou barvu laku, typ automobilu by měl být combi a měl by se vyrábět v České republice, případně v Evropské unii.

Přesné, ale pro zápis do tabulek příliš dlouhé názvy automobilů byly nahrazeny označením A1 až A9 a seřazeny do tabulky č. 6.

Tabulka č. 6 Seznam variant a jejich označení

Automobily	Označení
Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV	A1
Škoda Octavia Combi 1,5 TGI 96kW	A2
Volkswagen Passat Variant GTE 1,4 TSI PHEV 6DSG 160 kW	A3
Audi A4 Avant 40 g-tron 125 kW	A4
Seat Leon SP FR 1.5 eTSI 150k DSG	A5
Škoda Octavia Combi 1,0 TSI 81 kW	A6
Škoda Octavia Combi 2,0 TDI 85 kW	A7
Audi A4 Avant 35 TFSI	A8
Audi A4 Avant 30 TDI	A9

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.1 Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV (A1)

Škodovka poprvé dala do své čtvrté generace Škody Octavie Combi plug in hybrid, který se skládá z benzínového motoru a elektrického motoru. Společný výkon obou motorů je 150 kW a spotřeba na sto kilometrů 1,2 l benzínu a 14,8 kWh elektřiny. Automobil je vybaven kromě LED světel i dalšími detaily (označení „simply clever“) jako například škrabkou na led ve víku palivové nádrže nebo odkládací schránkou ve dveřích řidiče na deštník nebo na smeták. Ve výbavě interiéru je multifunkční kožený volant a desetipalcový kokpit. Cena tohoto automobilu je 723 884 Kč bez DPH.

4.5.2 Škoda Octavia Combi 1,5 TGI 96kW (A2)

Škoda Octavia Combi ve variantě G-TEC jezdí na CNG a pro případ nouze může použít i záložní benzínovou nádrž s objemem 9 litrů. K dispozici jsou dvě CNG nádrže, které mají dohromady objem 17,33 litrů. Spotřeba podle metodiky WLTP je 3,5 kg CNG na 100 kilometrů a dojezd podle WLTP by měl být okolo 500 km. Zvolená verze je s motorem 1,5 TGI G-TEC o výkonu 96 kW a se sedmistupňovou automatickou převodovkou. Cena tohoto automobilu je 521 818 Kč bez DPH.

4.5.3 Volkswagen Passat Variant GTE 1,4 TSI PHEV 6DSG 160 kW (A3)

Volkswagen Passat Variant v provedení plug in hybridu má dva agregáty. Jeden je řadový benzínový čtyřválec a druhý je elektromotor, jichž společný výkon je 160 kW. Ve zvolené variantě je vozidlo vybaveno šestistupňovou automatickou převodovkou, pohonem předních kol, předními a zadními LED světly. Součástí výbavy je i řada asistentů jízdy jako Lane Assist, Front Assist s autonomním nouzovým brzděním a další. Jeho cena je 979 339 Kč bez DPH.

4.5.4 Audi A4 Avant 40 g-tron 125 kW (A4)

Audi A4 Avant g-tron je čtyřválcový zážehový motor se vstřikování benzínu nebo plynu o výkonu 125 kW. Kapacita plynové nádrže je 17,3 kg CNG a záložní benzínové nádrže 7 litrů paliva. Kombinovaná spotřeba je deklarována 6,6 m³ na 100 km. Cena Audi A4 Avant g-tron 125 kW je 1 029 669 Kč bez DPH.

4.5.5 **Seat Leon Sportstourer SP FR 1.5 eTSI 150k DSG (A5)**

Seat je ve verzi mild hybrid s automatickou převodovkou a hlavním benzínovým motorem. Celkový výkon je 110 kW. Spotřeba benzínu na sto kilometrů je deklarována 5,9 l. Vozidlo má sportovní podvozek, zadní parkovací senzory a také LED světlometry. Zavazadlový prostor má objem 620 l. Cena tohoto modelu je 579 669 Kč bez DPH.

4.5.6 **Škoda Octavia Combi 1,0 TSI 81 kW (A6)**

Škoda Octavia Combi má benzínový motor o výkonu 81 kW a je v akční verzi 125 let. Kombinovaná spotřeba se udává 5,2 l na 100 km. Spalováním benzínu vznikají emise CO₂, které u tohoto modelu činí 118 gramů na kilometr. Vnitřní a zavazadlový prostor je větší u benzínové verze Škody než u plug in hybridové verze, neboť baterie a některé další komponenty vyžadují dodatečný prostor. Celkový zavazadlový prostor této benzínové verze je 640 litrů. Model Octavia Combi 1,0 TSI 81 kW je za cenu 419 339 Kč bez DPH.

4.5.7 **Škoda Octavia Combi 2,0 TDI 85 kW (A7)**

Škoda Octavia Combi v akční verzi 125 let s diesellovým motorem o výkonu 85 kW využívá vstřikování AdBlue před katalyzátor výfukových plynů, což napomáhá ke snížení emisí. Emise CO₂ jsou u tohoto modelu 110 g na kilometr a udávaná spotřeba je 4,2 l/100 km. Vozidlo je vybaveno šestistupňovou manuální převodovkou. Zavazadlový prostor má stejný objem jako v benzínové variantě. Cena Octavie Combi 2,0 TDI 85 kW je 480 496 Kč bez DPH.

4.5.8 **Audi A4 Avant 35 TFSI (A8)**

Audi A4 Avant 35 TFSI má benzínový motor s výkonem 110 kW a sedmistupňovou automatickou převodovkou. Motor na sto kilometrů spotřebuje 5,6 litrů benzínu a vyprodukuje 129 g CO₂ na jeden km. Objem zavazadlového prostoru je 495 litrů. Cena tohoto automobilu je 824 711 Kč bez DPH.

4.5.9 **Audi A4 Avant 30 TDI (A9)**

Audi v této variantě nabízí diesellový motor o výkonu 100 kW se sedmistupňovou automatickou převodovkou. Udávaná spotřeba je 3,9 litrů/100 km a emise CO₂ jsou na jeden

km 102 gramů. Objem zavazadlového prostoru je stejný jako u benzínové varianty, tedy 495 litrů. Cena této verze automobilu je 866 033 Kč bez DPH.

V následující tabulce jsou shrnuty všechny varianty, které byly popsány, společně s hodnotami jednotlivých kritérií.

Tabulka č. 7 Varianty automobilů

Auto	Pohon	Spotřeba na 100 km	Cena	CO ₂	Objem zav. prostoru
A1	Plug in hybrid	1,2 l; 14,8 kWh	723 884 Kč	34 g/km	490 l
A2	Plyn	3,5 kg	521 818 Kč	96 g/km	495 l
A3	Plug in hybrid	1,6 l; 15,1 kWh	979 339 Kč	37 g/km	483 l
A4	Plyn	6,6 m ³	1 029 669 Kč	119 g/km	415 l
A5	Mild hybrid	5,9 l	579 669 Kč	133 g/km	620 l
A6	Benzín	5,2 l	419 339 Kč	118 g/km	640 l
A7	Diesel	4,2 l	480 496 Kč	110 g/km	640 l
A8	Benzín	5,6 l	824 711 Kč	129 g/km	495 l
A9	Diesel	3,9 l	866 033 Kč	102 g/km	495 l
Povaha	Max	Min	Min	Min	Max

Zdroje: Vlastní zpracování

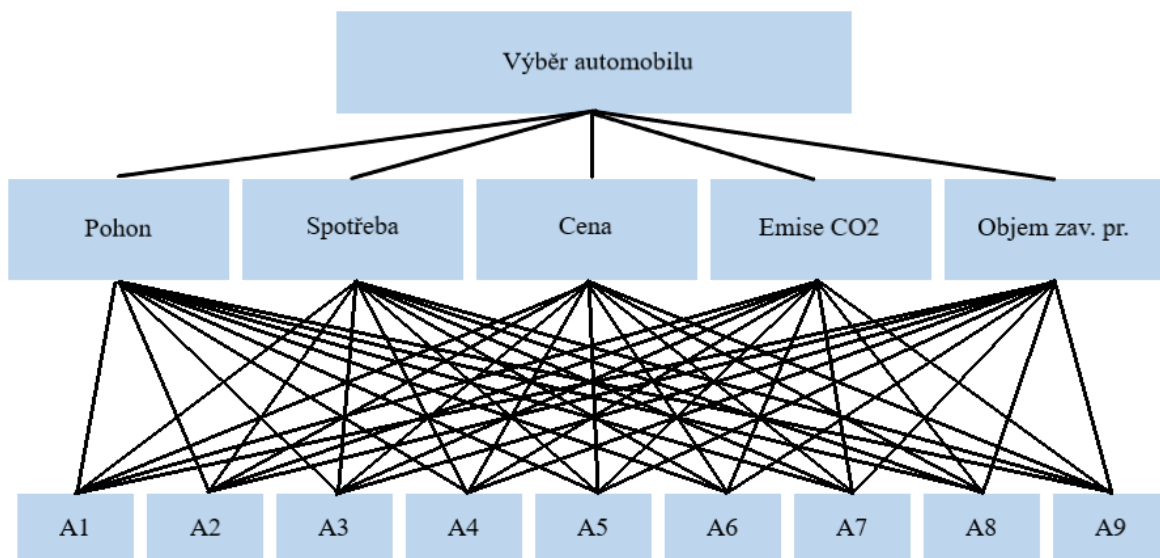
4.6 Výběr kompromisní varianty

K určení nejlepší kompromisní varianty budou využity dvě metody výpočtu, a to metoda analytického hierarchického procesu a metoda váženého součtu. Obě metody využívají k výpočtu váhy kritérií, které byly stanoveny v kapitole 3.5.

4.6.1 Metoda analytického hierarchického procesu

V tomto případě je použita tříúrovňová hierarchie metody AHP. Na první úrovni je cíl neboli výběr automobilu. Na druhé úrovni jsou jednotlivá kritéria a na poslední, třetí úrovni jsou jednotlivé varianty. Pro porovnání variant mezi sebou je zvolena Saatyho metoda.

Graf č. 5 Hierarchická struktura výběru variant pomocí metody AHP



Zdroj: Vlastní zpracování

V následujících pěti tabulkách se uvádí porovnávání variant (tj. automobilů) podle jednotlivých kritérií, které se označují jako Saatyho matice.

Tabulka č. 8 Metoda AHP – Pohon

Pohon	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	1	5	1	5	5	7	8	7	8
A2	1/5	1	1/5	1	1	3	4	3	4
A3	1	5	1	5	5	7	8	7	8
A4	1/5	1	1/5	1	1	3	4	3	4
A5	1/5	1	1/5	1	1	3	4	3	4
A6	1/7	1/3	1/7	1/3	1/3	1	2	1	2
A7	1/8	1/4	1/8	1/4	1/4	1/2	1	1/2	1
A8	1/7	1/3	1/7	1/3	1/3	1	2	1	2
A9	1/8	1/4	1/8	1/4	1/4	1/2	1	1/2	1

Zdroj: Vlastní zpracování

V předešlé tabulce č. 8 jsou porovnány jednotlivé varianty podle kritéria pohon a v následující tabulce č. 9 v kritériu spotřeba.

Tabulka č. 9 Metoda AHP – Spotřeba

Spotřeba	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	1	1/4	2	2	6	4	1	5	1/2
A2	4	1	5	5	9	7	4	8	3
A3	1/2	1/5	1	1	5	3	1/2	4	1/3
A4	1/2	1/5	1	1	5	3	1/2	4	1/3
A5	1/6	1/9	1/5	1/5	1	1/3	1/6	1/2	1/7
A6	1/4	1/7	1/3	1/3	3	1	1/4	2	1/5
A7	1	1/4	2	2	6	4	1	5	1/2
A8	1/5	1/8	1/4	1/4	2	1/2	1/5	1	1/6
A9	2	1/3	3	3	7	5	2	6	1

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce č. 10 jsou jednotlivé varianty mezi sebou porovnány podle kritéria cena.

Tabulka č. 10 Metoda AHP – Cena

Cena	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	1	1/3	4	5	1/2	1/5	1/4	2	3
A2	3	1	6	7	2	1/3	1/2	4	5
A3	1/4	1/6	1	2	1/5	1/8	1/7	1/3	1/2
A4	1/5	1/7	1/2	1	1/6	1/9	1/8	1/4	1/3
A5	2	1/2	5	6	1	1/4	1/3	3	4
A6	5	3	8	9	4	1	2	6	7
A7	4	2	7	8	3	1/2	1	5	6
A8	1/2	1/4	3	4	1/3	1/6	1/5	1	2
A9	1/3	1/5	2	3	1/4	1/7	1/6	1/2	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Následující tabulka č. 11 ukazuje srovnání variant v kritériu emise CO₂.

Tabulka č. 11 Metoda AHP – CO₂

CO ₂	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	1	4	1	6	8	6	5	8	4
A2	1/4	1	1/4	3	5	3	2	5	1
A3	1	4	1	6	8	6	5	8	4
A4	1/6	1/3	1/6	1	3	1	1/2	3	1/3
A5	1/8	1/5	1/8	1/3	1	1/3	1/4	1	1/5
A6	1/6	1/3	1/6	1	3	1	1/2	3	1/3
A7	1/5	1/2	1/5	2	4	2	1	4	1/2
A8	1/8	1/5	1/8	1/3	1	1/3	1/4	1	1/5
A9	1/4	1	1/4	3	5	3	2	5	1

Zdroj: Vlastní zpracování

V poslední tabulce č.12 se stejný postup srovnání uplatňuje u kritéria objem zavazadlového prostoru.

Tabulka č. 12 Metoda AHP – Objem zavazadlového prostoru

Objem zav. pr.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
A1	1	1/2	2	4	1/5	1/6	1/6	1/2	1/2
A2	2	1	3	5	1/4	1/5	1/5	1	1
A3	1/2	1/3	1	3	1/6	1/7	1/7	1/3	1/3
A4	1/4	1/5	1/3	1	1/8	1/9	1/9	1/5	1/5
A5	5	4	6	8	1	1/2	1/2	4	4
A6	6	5	7	9	2	1	1	5	5
A7	6	5	7	9	2	1	1	5	5
A8	2	1	3	5	1/4	1/5	1/5	1	1
A9	2	1	3	5	1/4	1/5	1/5	1	1

Zdroj: Vlastní zpracování

V následující tabulce č. 13 je vyjádřen normalizovaný geometrický průměr jednotlivých variant pro příslušné kritérium.

Tabulka č. 13 Metoda AHP – Normalizovaný geometrický průměr

b_i	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. prostoru
A1	4,1829	1,5761	1,0000	3,8465	0,5616
A2	1,2148	4,3894	2,1131	1,4488	0,8748
A3	4,1829	1,0000	0,3324	3,8465	0,3857
A4	1,2148	1,0000	0,2411	0,6218	0,2161
A5	1,2148	0,2429	1,4592	0,2958	2,5018
A6	0,5249	0,4732	4,1472	0,6218	3,5713
A7	0,3402	1,5761	3,0080	0,9516	3,5713
A8	0,5249	0,3343	0,6853	0,2958	0,8748
A9	0,3402	2,3874	0,4732	1,4488	0,8748
Suma	13,7402	12,9793	13,4596	13,3774	13,4322

Zdroj: Vlastní zpracování

V dalším kroku se vypočítají váhy v_i normalizací hodnot b_i . Výsledky výpočtu jsou uvedeny v následující tabulce č. 14.

Tabulka č. 14 Metoda AHP – Normalizovaná hodnota

v_i	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. prostoru
A1	0,3044	0,1214	0,0743	0,2875	0,0418
A2	0,0884	0,3382	0,1570	0,1083	0,0651
A3	0,3044	0,0770	0,0247	0,2875	0,0287
A4	0,0884	0,0770	0,0179	0,0465	0,0161
A5	0,0884	0,0187	0,1084	0,0221	0,1863
A6	0,0382	0,0365	0,3081	0,0465	0,2659
A7	0,0248	0,1214	0,2235	0,0711	0,2659
A8	0,0382	0,0258	0,0509	0,0221	0,0651
A9	0,0248	0,1839	0,0352	0,1083	0,0651
Suma	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Váhy	0,3944	0,0661	0,1017	0,3944	0,0434

Zdroj: Vlastní zpracování

Normalizované hodnoty se přepočítají v poměru k vahám kritérií. Hodnoty pro jednotlivé varianty se poté sečtou a výsledkem je celkový užitek. Z celkového užitku se stanovuje pořadí jednotlivých variant.

Tabulka č. 15 Metoda AHP – Pořadí variant

Automobil	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. pr.	Užitek	Pořadí
A1	0,1201	0,0080	0,0076	0,1134	0,0018	0,2509	1.
A2	0,0349	0,0224	0,0160	0,0427	0,0028	0,1187	3.
A3	0,1201	0,0051	0,0025	0,1134	0,0012	0,2423	2.
A4	0,0349	0,0051	0,0018	0,0183	0,0007	0,0608	8.
A5	0,0349	0,0012	0,0110	0,0087	0,0081	0,0639	7.
A6	0,0151	0,0024	0,0313	0,0183	0,0115	0,0787	5.
A7	0,0098	0,0080	0,0227	0,0281	0,0115	0,0801	4.
A8	0,0151	0,0017	0,0052	0,0087	0,0028	0,0335	9.
A9	0,0098	0,0122	0,0036	0,0427	0,0028	0,0710	6.
Suma	0,3944	0,0661	0,1017	0,3944	0,0434	1,0000	

Zdroj: Vlastní zpracování

Varianta s největším užitekem se stává nejlepší kompromisní variantou. Pomocí metody AHP se došlo k výsledku, že nejlepší kompromisní variantou je varianta A1, což je Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV plug in hybrid.

4.6.2 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu funguje pouze za předpokladu, že jednotlivé hodnoty jsou kvantifikovatelné. Je proto nutné hodnoty v kvalitativní formě převést na kvantitativní hodnoty. K tomu je možné využít různé postupy, V tomto případě byl zvolen postup pomocí Saatyho metody, kde hodnota 1 je rovnocennost a 9 nejvyšší preference.

Tabulka č. 16 Metoda váženého součtu – kritériální matice

Automobil	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. prostoru
A1	8	95,14	723 884	34	490
A2	4	79,77	521 818	96	495
A3	8	105,78	979 339	37	483
A4	4	107,11	1 029 669	119	415
A5	4	136,70	579 669	133	620
A6	2	120,48	419 339	118	640
A7	1	94,46	480 496	110	640
A8	2	129,75	824 711	129	495
A9	1	87,71	866 033	102	495
Povaha	max	min	min	min	max
Váhy	0,3944	0,0661	0,1017	0,3944	0,0434

Zdroj: Vlastní zpracování

V prvním kroku metody se vyberou ideální (H) a bazální (D) hodnoty jednotlivých kritérií z tabulky č. 16. Ideální a bazální hodnoty jsou znázorněny v tabulce č. 17.

Tabulka č. 17 Metoda váženého součtu – ideální a bazální varianta

Varianty	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. prostoru
Ideální (H)	8	79,77	507 400	34	640
Bazální (D)	1	136,70	1 245 900	133	415

Zdroj: Vlastní zpracování

Dále byla za pomoci vzorce č. 8 vypočtena normalizovaná kritériální matice. Celkový užitek jednotlivých variant byl stanoven váženým součtem dle vzorce č. 9. Výsledky výpočtu jsou znázorněny v tabulce č. 18, po níž následuje tabulka č. 19, která zobrazuje pořadí jednotlivých variant.

Tabulka č. 18 Metoda váženého součtu – normalizovaná kritériální matice

Automobil	Pohon	Spotřeba	Cena	CO ₂	Objem zav. prostoru	Užitek
A1	1,0000	0,7299	0,5010	1,0000	0,3333	0,9024
A2	0,4286	1,0000	0,8321	0,3737	0,3556	0,4826
A3	1,0000	0,5432	0,0825	0,9697	0,3022	0,8342
A4	0,4286	0,5197	0,0000	0,1414	0,0000	0,2591
A5	0,4286	0,0000	0,7373	0,0000	0,9111	0,2836
A6	0,1429	0,2849	1,0000	0,1515	1,0000	0,2801
A7	0,0000	0,7419	0,8998	0,2323	1,0000	0,2756
A8	0,1429	0,1221	0,3358	0,0404	0,3556	0,1299
A9	0,0000	0,8604	0,2681	0,3131	0,3556	0,2231
Váhy	0,3944	0,0661	0,1017	0,3944	0,0434	3,6707

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 19 Metoda váženého součtu – pořadí variant

Automobil	Užitek	Pořadí
A1	0,9025	1.
A2	0,4826	3.
A3	0,8342	2.
A4	0,2591	7.
A5	0,2836	4.
A6	0,2801	5.
A7	0,2757	6.
A8	0,1300	9.
A9	0,2231	8.

Zdroj: Vlastní zpracování

Nejlepší kompromisní variantou je varianta s největším užitekem, tedy varianta (A1) Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV plug in hybrid. Automobil má nejlepší hodnoty v kritériích pohonu, objemu zavazadlového prostoru a emisích CO₂. V kritériu cena zaostává za konkurencí.

5 Výsledky a diskuse

Tato bakalářská práce měla vybrat nejvhodnější „referentský“ automobil pro firmu ACCOM Czech, a. s. Byly využity dvě metody vícekriteriální analýzy variant. Těmito metodami jsou metoda AHP a metoda váženého součtu. Byla stanovena kritéria výběru (pohon, spotřeba, pořizovací cena, emise CO₂ a objem zavazadlového prostoru), kromě toho byly i stanoveny tři podmínky, které musí automobil splňovat. Musí se jednat o typ combi, musí mít bílou barvu laku a být vyroben v České republice případně v EU.

Výsledkem rešerše nabídek prodejců osobních automobilů na trhu byl výběr devíti variant automobilů, které odpovídaly požadavkům firmy ACCOM Czech, a. s. Čtyři automobily od výrobce ŠKODA AUTO, tři automobily od výrobce Audi, jeden od výrobce SEAT a jeden od výrobce Volkswagen.

Vícekriteriální analýza variant nám říká, že nejlepší variantou z výběru je varianta, která dosáhla největšího užitku, a případně nám udává pořadí variant podle hodnoty celkového užitku. Výsledky obou použitých metod shodně stanovily, že nejlepší variantou je v tomto případě automobil Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV. Pořadí variant je u obou metod poněkud odlišné. Je to způsobeno tím, že metoda AHP je subjektivní a metoda váženého součtu vyžaduje kvantifikované hodnoty. U obou metod je první až třetí a poslední místo stejné. Druhé místo náleží automobilu Volkswagen Passat Variant GTE 1,4 TSI PHEV 6DSG 160 kW a třetí místo obsadila Škoda Octavia Combi 1,5 TGI 96kW.

Nejlepší varianta Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150kW IV dosahovala nejlepší hodnoty v kritériích pohonu a emise CO₂. I v ostatních kritériích se hodnoty pohybovaly na vyšších příčkách, pouze v kritériu objem zavazadlového prostoru dosáhla podprůměrné úrovně. Cena 723 884 Kč bez DPH je lehce nadprůměrná, nicméně je vhodné poznamenat, že v porovnání s ostatními automobily typu plug in hybrid se jedná o cenu velmi přívětivou. Automobil Volkswagen Passat Variant GTE 1,4 TSI PHEV 6DSG 160 kW, který se umístil na druhém místě, by mohl být pro firmu velmi dobrou náhradní variantou, neboť dosažené hodnoty těchto dvou variant se liší jen mírně. Větší rozdíl vykazuje pouze v kritériu pořizovací cena. Celkový užitek je u druhé varianty jen nepatrně nižší než u varianty první. Naopak rozdíl v celkovém užitku mezi variantami na druhém a třetím místě, které obsadil automobil Škoda Octavia Combi 1,5 TGI 96kW, je již větší. Tato varianta dosáhla nejlepšího výsledku v kritériu spotřeba a třetí nejlepší výsledek v kritériu pořizovací cena, která je

521 818 Kč bez DPH. Nicméně v kritériu emise CO₂ a pohon, důležitých právě z hlediska ekologičnosti provozu, dosahovala první a druhá varianta podstatně lepších hodnot. Dále s odstupem následuje skupina pěti automobilů s poměrně vyrovnanými hodnotami. Na posledním, devátém místě se umístil automobil Audi A4 Avant 35. V kritériu emise CO₂ i v kritériu pořizovací cena se tento benzinový model pohyboval v podprůměrných hodnotách, v kritériu objem zavazadlového prostoru dosahoval pouze průměrných hodnot.

Na trhu existují i automobily s plně elektrickým pohonem, které při provozu neprodukují vůbec žádné emise CO₂, a jsou tedy ekologičtější než pohony plug in hybrid. Bohužel jej ale ve firmou požadované verzi combi žádný výrobce osobních automobilů v EU nenabízí. Další překážkou by mohla být i pořizovací cena, která se obecně u automobilů s elektrickým pohonem pohybuje výrazně výše než u ostatních pohonů. Například ve srovnání s automobily na benzinový pohon je cena více než dvojnásobná. Některé státy prodeje automobilů na alternativní pohon podporují formou různých druhů dotací či úlev. V České republice byly vypisovány dílčí programy na podporu automobilů na alternativní pohon Ministerstvem průmyslu a obchodu České republiky a Ministerstvem životního prostředí České republiky. Příjem žádostí firem o dotace na nákup aut na elektrický pohon v programu MPO „Elektromobilita – nízkouhlíkové technologie“, určený pro malé, střední a velké podniky, byl ukončen stejně jako příjem žádostí v programu MŽP „Alternativní pohony“, určený pro veřejný sektor. Podpora pro firmy či soukromé osoby pro rok 2021 zatím vyhlášena nebyla.

Téma ochrany životního prostředí a s tím spojený požadavek na ekologičnost provozu automobilů je nepochybně velkým tématem dnešní doby a je dobře, že stále více firem začíná klást důraz na to, jaký dopad činnost firmy na životní prostředí má. Je velmi pozitivní, že jsou u nás firmy jako ACCOM Czech, a. s., pro které není pořizovací cena nejdůležitějším kritériem při výběru automobilu, ale upřednostňuje vliv jeho provozu na životní prostředí.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo pomocí zvolených metod vícekriteriální analýzy variant vybrat vhodný automobil pro firmu ACCOM Czech, a. s., který bude vyhovovat jejím potřebám a požadavkům. Za tímto účelem bylo třeba nejprve prostudovat odbornou literaturu k danému tématu a poznatky shrnout v teoretické části. V ní byl popsán model vícekriteriální analýzy variant, metody stanovení vah kritérií a metody výběru kompromisních variant.

V praktické části byly aplikovány dvě metody výběru kompromisních variant, metoda AHP a metoda váženého součtu. Nejprve bylo vybráno devět variant automobilů, které odpovídaly požadavkům firmy, a dále byla stanovena kritéria výběru a s využitím Saatyho metody vypočteny váhy kritérií. Pomocí zvolených metod výběru kompromisních variant bylo sestaveno pořadí variant a konstatováno, že na prvním místě se umístil automobil Škoda Octavia Combi 1,4 TSI 150 kW IV, který dosáhl největšího celkového užítku. Náhradní variantou by mohl být automobil Volkswagen Passat Variant GTE 1,4 TSI PHEV 6DSG 160 kW, který obsadil druhé místo. Obě vybrané metody vedly v tomto ohledu ke stejnému výsledku.

7 Literatura

Accom CZECH a.s. 2020. Accom CZECH, a.s.; Katalog červenec, srpen, září. 2020.

ACCOM holding s.r.o. 2020. Výroční zpráva ACCOM holding s.r.o. za rok 2019. 24. 7. 2020.

AliaWeb, spol. s r.o. 2020. Kurzy.cz, spol. s r.o. *kurzy.cz*. [Online] 2020. [Citace: 29. 10. 2020.] https://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/?dat_field=28.10.2020&dat_field2=28.10.2020.

Brožová, Helena, Houška, Milan a Šubrt, Tomáš. 2014. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vydání. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2014. str. 178. ISBN 978-80-213-1019-3.

Březinová, Jana. 2020. *elektrina.cz*. [Online] 21. 4. 2020. [Citace: 21. 10. 2020.] <https://www.elektrina.cz/kolik-stoji-nabijeni-elektromobilu>.

Conrad, Bernd. 2020. *autonotizen.de*. *autonotizen*. [Online] 26. 6. 2020. [Citace: 1. 11. 2020.] <https://autonotizen.de/neuigkeiten/skoda-octavia-g-tec-cng-limousine-combi-2020>.

E.ON Česká republika, s.r.o. 2020. *eon.cz*. [Online] 15. 12. 2020. [Citace: 21. 12. 2020.] <https://www.eon.cz/-a169723---6bHfjgND/cenik-dobijeni-e-on-drive-pdf-up>.

Fiala, Petr. 2008. *Modely a metody rozhodování*. 2. přepracované vydání. Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, Nakladatelství Oeconomica, 2008. str. 292. ISBN 978-80-245-1345-4.

Fotr, Jiří. 2006. *Manažerské rozhodování postupy, metody a nástroje*. 1. vydání. Praha : Ekopress, 2006. str. 409. ISBN 80-86929-15-9.

Harloff, Thomas. 2020. *auto motor sport*. *auto-motor-und-sport.de*. [Online] 14. 9. 2020. [Citace: 1. 11. 2020.] <https://www.auto-motor-und-sport.de/neuheiten/skoda-octavia-g-tec-2020-mit-erdgasantrieb/>.

Huber, Andreas a Doka, Moritz. 2020. *www.autobild.de*. *Auto Bild*. [Online] Axel Springer SE, 13. 07. 2020. [Citace: 30. 09. 2020.] <https://www.autobild.de/artikel/skoda-octavia-2020-combi-innenraum-motoren-abmessungen-kofferraum-15981723.html>.

Innogy Energo, s.r.o. 2020. cng.cz. www.cng.cz. [Online] 2020. [Citace: 28. 10. 2020.] <https://www.cng.cz/ceny>.

Lilling, Ondřej. 2020. auto-mania. <https://auto-mania.cz/>. [Online] 18. 06. 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://auto-mania.cz/test-plug-in-hybridu-volkswagen-passat-variant-gte-2020/>.

Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. 2019. <https://www.mpo.cz/>. [Online] 2. 12. 2019. [Citace: 27. 9. 2020.] <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/vyzvy-op-pik-2019/nizkoughlikove-technologie---elektromobilita---v--vyzva--251085/>.

Ministerstvo životního prostředí ČR. 2019. <https://www.mzp.cz/>. [Online] 17. 12. 2019. [Citace: 27. 9. 2020.] [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ekomobilita/\\$FILE/OF DN_vyzva_NPZP_11_2019_ekomobilita_20191217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ekomobilita/$FILE/OF DN_vyzva_NPZP_11_2019_ekomobilita_20191217.pdf).

Porsche CZ s.r.o. divize Audi. 2019. Audi. <https://www.audi.cz/>. [Online] 5. 12. 2019. [Citace: 1. 10. 2020.] https://www.audi.cz/media/Kwc_Basic_DownloadTag_Component/58525-566657-346524-566660-346525-downloadTag/default/5648ca75/1597948135/a4-cen-k.pdf.

Porsche Česká republika s.r.o. 2020. www.audi.cz. [Online] 2020. [Citace: 2. 10. 2020.] <https://www.audi.cz/a4/a4-avant/technicka-data>.

Porsche Česká republika s.r.o. 2020. Audi. <https://www.audi.cz/>. [Online] 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.audi.cz/a4/a4-avant-g-tron/design-a-filozofie>.

—, 2020. Audi. <https://www.audi.cz/>. [Online] 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.audi.cz/a4/s4-avant/technicka-data>.

—, 2020. audi.cz. [Online] 2020. [Citace: 21. 12. 2020.] <https://www.audi.cz/wltp>.

—, 2020. seat.cz. www.seat.cz. [Online] 2020. [Citace: 28. 10. 2020.] <https://www.seat.cz/novy-leon-sportstourer/novy-leon-sportstourer>.

—, 2020. Volkswagen. <https://www.volkswagen.cz/>. [Online] 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.volkswagen.cz/modely/passat-variant/passat-variant-gte>.

—, 2019. Volkswagen. <https://www.volkswagen.cz/>. [Online] září 2019. [Citace: 1. 10. 2020.] https://cdn.volkswagen.cz/media/Kwc_Basic_DownloadTag_Component/6884-

paragraphs-503442-text-d4/default/94f038ca/1595051926/katalog-passat-variant-gte.pdf.
9X5.1196.18.15 .

Porsche Česká republika. 2020. seat.cz. <https://www.seat.cz/>. [Online] 17. 09. 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] https://www.seat.cz/media/Kwc_Basic_DownloadTag_Component/22611-209542-list-137671-linkList-137673-link-linkTag-child/default/4b022691/1600349855/cenik-novy-seat-leon-sp.pdf.

Pražská energetika, a.s. 2017. premobilita.cz. [Online] 1. 1. 2017. [Citace: 28. 10. 2020.] <https://www.premobilita.cz/Files/dobijeni/cenik-dobijeni-od-01012017/>.

SEAT Deutschland GmbH. 2020. Seat.de. <https://www.seat.de/>. [Online] 03. 06. 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.seat.de/content/dam/countries/de/seat-website/download/pdf/autos/modelle/preisliste/leon/cars-models-pricelist-KL1-NA-NA-NA.pdf>.

Schreier, Martin. 2020. cez.cz. [Online] 2020. [Citace: 28. 10. 2020.] <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/cez-nasadi-moderni-zakaznický-system-pro-elektromobilitu-a-upravi-tarify-pro-sit-verejného-dobijeni-68776>.

Sommer, Marcel. 2020. auto motor sport. *auto-motor-und-sport.de*. [Online] 20. 2. 2020. [Citace: 1. 11. 2020.] <https://www.auto-motor-und-sport.de/neuheiten/bmw-330e-erster-3er-touring-mit-plug-in-hybrid/>.

Svatoš, Patrik. 2020. fdrive.cz. *Jak nabíjet levněji na IONITY? Přinášíme přehled tarifů automobilek*. [Online] 18. 1. 2020. [Citace: 21. 12. 2020.] <https://fdrive.cz/clanky/jak-nabijet-levneji-na-ionity-prinasime-prehled-tarifu-automobilek-4840>.

Škoda auto a.s. 2020. Škoda. <https://www.skoda-auto.cz/>. [Online] 31. 08. 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescsz/alv1/d8dd0b96-4eb8-492c-a1b6-a7c8bc0c2ee8/octavia-2020-08-31.879efeefa3ad6a2a6131df383975fe34.pdf>.

—. 2020. Škoda. <https://www.skoda-auto.cz/>. [Online] 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.skoda-auto.cz/modely/nova-octavia/octavia-combi-g-tec>.

—. 2020. Škoda. <https://www.skoda-auto.cz/>. [Online] 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.skoda-auto.cz/modely/nova-octavia/nova-octavia-combi-iv>.

—. 2020. Škoda. <https://www.skoda-auto.cz/>. [Online] 25. 08. 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://az749841.vo.msecnd.net/sitescsz/alv1/ae4ad684-7d99-453c-85e5-fa523b0854f2/cenik%20octavia%20125%202020-08-25%20new.aee5ef1fed8542e11da5bec5ad69c298.pdf>.

ŠKODA AUTO Deutschland GmbH. 2020. Škoda. <https://www.skoda-auto.de/>. [Online] 2020. [Citace: 1. 10. 2020.] <https://www.skoda-auto.de/news/news-detail/der-neue-octavia>.

Šubrt, Tomáš, a další. 2015. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň : Aleš Čepěk, 2015. str. 331. ISBN 978-80-7380-563-0.