

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Kvantitativní podpora rozhodování v malých
a středních podnicích**

**(Quantitative decision support in small and medium-sized
enterprises)**

Andrii Omelchenko

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Andrii Omelchenko

Podnikání a administrativa

Název práce

Kvantitativní podpora rozhodování v malých a středních podnicích

Název anglicky

Quantitative decision support in small and medium-sized enterprises

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je výběr nejvhodnějších užitkových vozů pro daný dopravní podnik. S ohledem na požadavky uživatele bude vybrána vyhovující metoda pro vícekriteriální porovnání dostupných aut na trhu a následně proveden výběr kompromisní varianty. Dílčími cíli jsou analýza požadavků a preferencí uživatele, analýza příslušného segmentu trhu s automobily, přehled vhodných metod vícekriteriální analýzy variant, vypracování doporučení na základě provedených výpočtů.

Metodika

Na základě studia odborné literatury v teoretické části práce budou popsány základní pojmy vícekriteriálního rozhodování a vysvětlené jednotlivé metody. Bude provedena analýza trhu a vybráno několik dostupných variant. Praktická část bude zahrnovat konzultaci s uživatelem, stanovení kritérií a vah kritérií, výběr vhodné metody pro volbu kompromisní varianty, nastavení aspiračních úrovní a následně provedené výpočty. V závěru práce bude navržena kompromisní varianta, která bude doporučena uživateli.

Doporučený rozsah práce

35-40 stran

Klíčová slova

Rozhodování, vícekriteriální analýza variant, Saatyho metoda, metoda TOPSIS, kompromisní varianta, aspirační úroveň.

Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Credit, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.

FIALA, Petr, Josef JABLONSKÝ a Miroslav MAŇAS. *Vícekriteriální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1997. ISBN 80-7079-748-7.

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

GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0421-8.

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

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Ludmila Dömeová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Kvantitativní podpora rozhodování v malých a středních podnicích“ 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 literatury 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 13. 3. 2019

Andrii Omelchenko

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat paní doc. Ing. Ludmile Dömeové, CSc. za připomínky a odborné rady během psaní bakalářské práce. Další poděkování patří mé rodině, která mě podporovala během celého studia. V neposlední řadě bych rád poděkoval dopravnímu týmu a vedení *Alza.cz a. s.* za poskytnutí podkladů pro vypracování praktické části bakalářské práce.

Kvantitativní podpora rozhodování v malých a středních podnicích

Souhrn

Bakalářská práce na téma „Kvantitativní podpora rozhodování v malých a středních podnicích“ je členěna na dvě části. Teoretická část bakalářské práce je tvořena především popisem problematiky rozhodování, které zaujímá jednu z významných činností v práci manažerů různých organizací. Dále jsou popsány jednotlivé metody a modely pomoci, o které se manažer může opřít v případě, že má vybrat jednu nebo více variant řešení a doporučit je k realizaci. Při tvorbě praktické části bakalářské práce byla provedena analýza příslušného trhu s užitkovými automobily a byli osloveni jednotliví obchodní zástupci působících firem. Na základě získaných nabídek byly provedeny ekonomicko-matematické výpočty, jejichž výsledkem pak byla kompromisní varianta, která byla nabídnuta uživateli k realizaci.

Klíčová slova: Rozhodování, vícekriteriální analýza variant, Saatyho metoda, metoda TOPSIS, kompromisní varianta, aspirační úrovně.

Quantitative decision support in small and medium-sized enterprises

Summary

The bachelor thesis on quantitative decision support in small and medium enterprises is divided into two parts. The theoretical part of the bachelor thesis consists mainly of the discussion of decision making, which is one of the most important activities that managers do in organizations. I also describe individual methods and models for support, out of which one or more variants from a set of acceptable solutions can be selected and recommended for implementation. During the practical part of the bachelor thesis, the analysis of the relevant commercial vehicle market was carried out and individual sales representatives of the operating companies were addressed. On the basis of the offers received, economic and mathematical calculations were made, the result of which was a compromise variant that was offered to the user for implementation.

Keywords: Decision making, multicriterial analysis of variants, Saaty's method, TOPSIS method, compromise variant, aspiration levels.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíl práce a metodika	12
2.1	Cíl práce	12
2.2	Metodika práce.....	12
3	Rozhodování.....	13
3.1	Rozhodovací proces	14
3.1.1	Definice.....	14
3.2	Struktura rozhodovacích procesů.....	14
3.3	Cíl rozhodování.....	15
3.4	Kritéria hodnocení.....	15
3.5	Subjekt a objekt rozhodování.....	16
3.6	Varianty rozhodování.....	16
3.7	Stavy okolnosti.....	16
3.8	Klasifikace rozhodovacích procesů.....	17
4	Modely vícekritériálního rozhodování	18
4.1	Model vícekritériální analýzy variant	18
4.1.1	Kritériální matice Y	19
4.1.2	Klasifikace kritérií	19
4.1.3	Preference kritéria.....	20
4.1.4	Varianty se speciálními vlastnostmi	20
4.1.5	Klasifikace úloh vícekritériální analýzy variant	21
4.2	Metody stanovení vah kritérií	22
4.2.1	Metoda pořadí	22
4.2.2	Bodovací metoda	23
4.2.3	Fullerova metoda	23
4.2.4	Saatyho metoda.....	24
4.3	Metody výběru kompromisních variant	25
4.3.1	Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií.....	25
4.3.2	Metody vyžadující aspirační úrovně kritérií.....	26

4.3.3	Metody vyžadující ordinální informace	27
4.3.4	Metody vyžadující kardinální informace	27
4.3.5	Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty	28
5	Praktická část.....	30
5.1	Alza.cz a.s.....	30
5.2	Výběr užitkových vozů	30
5.3	Zúžení variant pomocí aspiračních úrovní	31
5.3.1	Kritéria a aspirační úrovně.....	31
5.3.2	Stanovení rozhodovacích kritérií	33
5.3.3	Stanovení vah kritérií	35
5.4	Metoda TOPSIS	38
6	Doporučení	41
7	Závěr	42
8	Seznam použitých zdrojů	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 Schéma Fullerova trojúhelníku.....	24
Tabulka 2 Parametry vozů vyhovujících požadavkům.....	32
Tabulka 3 Stanovení vah kritérií pomoci Saatyho matice	35
Tabulka 4 Kriteriaální matice	37
Tabulka 5 Normalizovaná kriteriaální matice R.....	38
Tabulka 6 Normalizovaná vážená kriteriaální matice W	39
Tabulka 7 Pořadí variant podle metody TOPSIS.....	40

Seznam obrázků

Obrázek 1 Váhy kritérií pomoci Saatyho matice.....	36
Obrázek 2 Pořadí variant, dle metody TOPSIS	40

1 Úvod

Bakalářská práce „Kvantitativní podpora rozhodování v malých a středních podnicích“ je tvořena dvěma částmi, Teoretická část práce popisuje jednotlivé pojmy a definice spojené s rozhodováním. V této části práce najdeme také strukturu, prvky a klasifikaci rozhodovacího procesu. Dále jsou představeny jednotlivé matematicko-ekonomické metody, především modely vícekriteriálního rozhodování, kde jsou popsány metody stanovení vah kritérií a metody výběru kompromisních variant. Praktická část je především zaměřená na akceptaci vybrané metody vícekriteriálního rozhodování a doporučení kompromisní varianty k realizaci.

Pro lepší porozumění dané problematice si vysvětlíme základní pojmy, které obsahuje tato bakalářská práce. Pojetí rozhodování je všeobecně známé, setkáváme se s rozhodováním v našem životě velmi často. Musíme ale porozumět, že rozhodnutí mezi rohlíkem a houskou v obchodě nenese, v případě špatného rozhodnutí, pro rozhodovatele velké finanční ztráty. V případě velkého obchodního řetězce, který si kupuje stroje v hodnotě převyšující miliony korun, udělat správné rozhodnutí není lehké, a proto musí využít matematicko-ekonomických metod. Pomocí akceptací modelu vícekriteriálního rozhodování, které jsou součástí těchto metod, uživatel může prozkoumat jednotlivé varianty a může si nastavit vhodná kritéria. Ve výsledku rozhodovatel dospěje k výrazně lepšímu řešení a tím pádem získá z rozhodnutí největší užitek. Tyto metody, s nimi spojené pojmy a definice, jsou součástí této bakalářské práce. Teoretická část nejen vysvětluje pojem rozhodování, ale také se dozvíme, co je rozhodovací proces, jaké má prvky a jakou má strukturu, odkud můžeme čerpat informace pro rozhodování a zda je kvalitní. Modely vícekriteriálního rozhodování plně popisuje kapitola 4.

Na teoretickou část navazuje část praktická, kde pomocí realizací vybraných metod bude řešen problém rozhodování při výběru nejvhodnějších užitkových vozů pro dopravní podnik. Výsledkem akceptací těchto metod bude získaná kompromisní varianta, kterou uživatel dostane jako variantu doporučenou k realizaci.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je vysvětlit teoretický základ dané problematiky a prakticky využít jednu z metod vícekritériálního rozhodování. Dle konzultací s panem Janem Tomšou z dopravního oddělení akciové společnosti *Alza.cz*, který je odpovědný za konečné rozhodnutí, byla zvolena metoda TOPSIS. Tato metoda je charakteristická tím, že díky ní lze posoudit varianty na základě jejich vzdálenosti od ideální či bazální varianty.

2.2 Metodika práce

Cílem praktické části je výběr nejvhodnějších užitkových vozů, které podnik hodlá využít při dopravě svého zboží k zákazníkovi. Na základě konzultací s Janem Tomšou byla zvolena kritéria, která podnik považuje za významné, zároveň byly nastaveny aspirační úrovně. Pro výpočet vah k těmto kritériím byla použita Saatyho metoda. Podle získaných informací byli osloveni obchodní zástupci firem prodávajících užitkové vozy a byly získány aktuální obchodní nabídky včetně množstevních slev a dalších výhod. Většina těchto nabídek má platnost do konce roku 2019, takže firma je může využít. Všechny získané nabídky byly zařazeny do výpočetního ekonomicko-matematického systému, který je vyhodnotil. Ve výsledku byly uživateli nabídnuty kompromisní a alternativní varianty k realizaci.

3 Rozhodování

Definice

„Rozhodnutím se rozumíme vybrání jedné varianty ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant. V souvislosti s rozhodováním v oblasti ekonomiky nebo politiky se zpravidla požaduje, aby akt rozhodnutí vedl k volbě v jistém smyslu optimální. V sociálně-ekonomických systémech dochází ke střetu zájmů, které se vyhrocují právě v okamžiku přijetí rozhodnutí, neboť rozhodnutí nastavují výhybky pro budoucí trajektorii systému. Různé skupiny osob upřednostňují různé důsledky rozhodnutí a pro posouzení stupně optimality rozhodnutí se pak nabízejí různá kritéria. Kvalifikovaný ekonom a politik by měl umět provést rozhodování v podmínkách střetu zájmů z oblasti emocionální do oblasti logicko-analytické“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 7).

Rozhodování probíhající na různých úrovních řízení organizací mají dvě stránky:

a) Meritorní stránka (věcná, obsahová)

Každý rozhodovací proces má své odlišnosti a svá specifika. Dle obsahové náplně se liší rozhodování např. o výrobním programu podniku, rozhodování o investicích, rozhodování o vývoji, aplikaci nového výrobku a o jeho uvedení na trh i následné marketingové strategii, rozhodování o organizační struktuře podniku atd. V případě rozhodovacích procesů můžeme najít určité specifické rysy, které jsou pak zdrojem odlišností těchto procesů. Studium těchto procesů se pak dále zabývají různé disciplíny, např. rozhodovacími procesy, které jsou spojené s výběrem zaměstnanců, se zabývá personalistika aj. (Fotr, Švecová, Hružová, 2006, s. 16).

b) Formálně-logická stránka (procedurální)

Naopak tyto jednotlivé rozhodovací procesy mají i společné rysy a vlastnosti, bez ohledu na jejich různorodou obsahovou náplň – stránku formálně-logickou. Pojítkem jednotlivých rozhodovacích procesů jsou určité, přesně stanovené postupy řešení. Tato řešení stojí na shromáždění základních dat tj. na identifikaci problému, vyjasňování jeho příčin, stanovení cílů řešení atd. Poté následuje hodnocení variantních řešení a volba varianty určené k realizaci. Teorie rozhodování se zabývá právě těmito společnými rysy

rozhodovacích procesů, jejich procedurální, formálně-logická a instrumentální stránkou (Fotr, Švecová, Hrůzová, 2006, s. 16).

3.1 Rozhodovací proces

3.1.1 Definice

„Rozhodovací proces je postup řešení rozhodovacích problémů, ve kterých je nutno vybrat jedno rozhodnutí z více možných variant řešení. Cílem je vybrat tu alternativu, která je z určitého hlediska nejvýhodnější. Efekt plynoucí z realizace jednotlivých alternativ rozhodnutí je ovlivnitelná budoucí situací, která však není rozhodovatelem ovlivněná. Explicitně není zřejmé, která z těchto variant je nejlepší, protože v okamžiku rozhodnutí není přesně známo, jaké důsledky pro rozhodovatele její volba bude mít. Navíc se přesně tato situace v budoucnu už nikdy nemusí opakovat a většinou neopakuje“ (Šubrt a kol., 2015, s. 113).

3.2 Struktura rozhodovacích procesů

Každý rozhodovací proces má své etapy neboli fáze. Náplň rozhodovacích procesů tvoří vzájemně závislé a návazné činnosti. Existuje více způsobů, jak rozhodovací proces rozčlenit tzn. podrobněji, nebo agregovaněji (Fotr, Švecová, Hrůzová, 2006, s. 19).

Podle Simona příkladem méně podrobné dekompozice rozhodovacího procesu je přístup, který je založen na čtyřech etapách:

- a) **analýza okolí** – jedná se o zjišťování podmínek, které vyvolávají nutnost rozhodovat, o identifikaci rozhodovacích problémů a stanovení jejich příčin,
- b) **návrh řešení** – jedná se o hledání, tvorbu, rozvíjení a analýzu možných směrů činnosti,
- c) **volba řešení** – jedná se o hodnocení variantních směrů činnosti navržených v předchozí etapě, které je zakončeno volbou varianty určené k realizaci,
- d) **kontrola výsledků** – dochází k hodnocení skutečně dosažených výsledků zvolené varianty po její realizaci a její posuzování vzhledem k předem stanoveným cílům.

Výsledkem této etapy pak může být iniciace nového rozhodovacího procesu (Fotr, Švecová, Hrůzová, 2006, s. 19).

3.3 Cíl rozhodování

Cílem rozhodování chápeme určitý stav firmy, resp. jejího okolí, kterého se má řešením rozhodovacího problému dosáhnout.

Řešení rozhodovacího problému vyplývá zpravidla z dosažení jediného cíle nebo většího počtu cílů. Mezi dílčími cíli existují obvykle určité vazby.

- Hovoříme o tzv. **komplementaritě** dílčích cílů, když se vzájemně doplňují a podporují (např. dílčí cíle zvýšení kvality produkce a zkrácení dodacích lhůt představují komplementární cíle, jejichž plnění ovlivňuje výší prodeje).
- Když je dosažení vysokých hodnot určitého cíle spojeno s nízkými hodnotami jiných cílů jedná se o **konfliktní** dílčí cíle (např. úspory nákladů a spokojenost zaměstnanců) (Fotr, Švecová, Hrůzová, 2006, s. 21–22).

Z hlediska řešení rozhodovacích problémů je často důležitá forma vyjádření cílů, které mohou být vyjádřeny:

- **číselně** (kvantitativní cíle, např. dosažení určitého podílu na trhu), nebo
- pomocí **slovních popisů** (kvalitativní cíle, např. vybudování image firmy).

Hodnoty cílů, kterých musíme dosáhnout řešením rozhodovacího problému, se označují jako **aspirační úrovně cílů** (Fotr, Švecová, Hrůzová, 2006, s. 22).

3.4 Kritéria hodnocení

Kritéria, podle nichž je vybírána nejvhodnější varianta, dělíme dle různých hledisek.

Podle povahy:

- Kritéria maximalizační: nejlepší varianty v procesu rozhodování mají nejvyšší hodnoty.
- Kritéria minimalizační: nejlepší varianty v procesu rozhodování mají nižší hodnoty. Jsou opakem kritéria maximalizačního.

Podle kvantifikovatelnosti:

- Kritéria kvantitativní: hodnoty variant tvoří objektivně měřitelné údaje, jsou to tzv. kritéria objektivní.
- Kritéria kvalitativní: hodnoty variant nelze objektivně změřit, jsou to hodnoty subjektivně odhadnuté uživatelem (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 5–6).

3.5 Subjekt a objekt rozhodování

Subjektem rozhodování rozumíme osobu, která dělá konečné rozhodnutí, to znamená, že rozhoduje o přijetí varianty, která bude následně realizována. Tímto může být jak jedinec, tak skupina rozhodujících osob. Při kolektivním rozhodování je nutno počítat, že pro přijetí varianty určené k realizaci je třeba obdržet souhlas větší části členů skupiny. V praxi je však nutno také rozlišovat rozhodování mezi skutečným rozhodovatelem, tj. subjekt, který skutečně rozhoduje a statutárním rozhodovatelem, tj. subjekt, který má pravomoc k tomu, aby realizoval určenou variantu, a který nese veškerou odpovědnost za její dopady a účinky (Fotr, Švecová, Hružová, 2006, s. 24–25).

Objektem rozhodování se obvykle chápe oblast organizační jednotky, v jejímž rámci byl formulován problém a jehož se rozhodování týká (Žáček, 2015, s. 12–13).

3.6 Varianty rozhodování

Varianty (alternativy) – konkrétní rozhodovací možnosti, které jsou realizovatelné. Navrhují rozhodovateli možné způsoby jednání a jejich výsledkem je splnění stanovených cílů. Používá se také termín alternativa, tyto dva termíny se většinou chápou jako synonyma. Existuje však někdy rozdíl na základě tzv. ekvifinality, tj. schopnost dosáhnout stejných cílů z rušných výchozích stavů. Varianty pak představují různé cesty k dosažení stejných cílů. Alternativy ale vyjadřují různé konečné cíle (Fotr, Švecová, Hružová, 2006, s. 25).

3.7 Stavy okolnosti

„Stavy okolností (budoucí situace), popisují, za jaké situace bude alternativa realizována. Stavy okolností vyjadřují situace, za nichž se uskutečňuje rozhodnutí, a jsou mimo přesnou

kontrolu rozhodovatele. Mají rozhodující dopad na učiněná rozhodnutí. I stavy okolnosti se musí vzájemně vylučovat” (Šubrt a kol., 2015, s. 114).

3.8 Klasifikace rozhodovacích procesů

Rozhodovacích procesy lze rozdělit na dobře a špatně strukturované.

- **Dobře strukturované rozhodovací procesy** – pro tento typ procesů obvykle existují rutinní, standardní postupy řešení. Proměny, které se vyskytují v těchto procesech je možné kvantifikovat. Kvantitativní kritérium hodnocení je obvykle jediným kritériem.
- **Špatně strukturované rozhodovací procesy** – do určité míry jsou neopakovatelné a jedinečné. Zde neexistují standardní postupy řešení, proto je zapotřebí využít rozsáhlých znalostí, zkušeností a tvořivě přistupovat k rozhodnutí (Veber a kol., 1996, s. 25).

Další klasifikace je založená na informacích o stavech okolností a je členěna takto:

- **Rozhodování za jistoty** – se může uskutečnit v případě, že rozhodovatel ví s jistotou, jaký stav okolnosti nastane a jaké bude mít důsledky zvolená variantě.
- **Rozhodování za rizika** – nastane, pokud rozhodovatel zná možné stavy okolnosti a důsledky variant při těchto stavech a současně zná pravděpodobnost stavů okolnosti.
- **Rozhodování za nejistoty** – pokud rozhodovateli nejsou známy stavy okolnosti (Fotr, Švecová, Hružová, 2006, s. 26–28).

4 Modely vícekriteriálního rozhodování

S problémy vícekriteriálního rozhodování se často setkáváme v každodenním životě. Pokud není člověk, který činí rozhodnutí, seznámen s oblastí vícekriteriálního rozhodování, jeho rozhodnutí jsou intuitivní. Tento princip rozhodování není špatný, zejména u menších rozhodovacích problémů, které jsou jednotliví lidé nuceni řešit. Většinou se jedná o rozhodnutí méně finančně riziková, krátkodobá a často vratná, apod. Rozhodnutí, která mají podstatnější vliv na celý život člověka, například rozhodování o profesní dráze, vzdělání, výdeji vyšších částek, investicích, atp. jsou rozhodnutí, která významně mohou ovlivnit náš život. Špatná rozhodnutí a jejich špatné důsledky se napravují jen stěží (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 3).

Modely vícekriteriálního rozhodování zobrazují rozhodovací problémy, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií. Kdyby všechna kritéria vedla k stejnému řešení, úkolem modelů v této situaci bude nalézt nejlepší variantu, která přinese maximální užitek pro rozhodovatele (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 3).

Podle charakteru variant a přípustných řešení se přístup k vícekriteriálnímu rozhodování liší. Rozlišujeme tedy dvě skupiny těchto modelů:

- **Modely vícekriteriální analýzy (hodnocení) variant** jsou zadány na základě konečného seznamu variant a jejich ohodnocení podle jednotlivých kritérií.
- **Modely vícekriteriální optimalizace** jsou tvořeny skupinou variant s nekonečně mnoha prvky vyjádřenou pomocí omezujících podmínek a ohodnocení jednotlivými kriteriálními funkcemi (Jablonský, Dlouhý, 2004, s. 41).

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou a modely vícekriteriální analýzy variant.

4.1 Model vícekriteriální analýzy variant

„Teorie a model vícekriteriální analýzy variant se zabývá problémy, jak vybrat jednu nebo více variant z množiny přípustných variant a doporučit je k realizaci. Rozhodovatel by měl při výběru variant posuzovat maximálně objektivně, k čemu mu slouží aparát různých postupů a metod analýzy variant“ (Šubrt a kol., 2015, s. 150).

4.1.1 Kriteriaální matice Y

V úlohách vícekritériální analýzy variant (VAV) má množina rozhodovacích variant konečný počet prvků, které jsou hodnoceny podle kritérií. Po úvodních úkonech, spočívajících v určení hodnotících kritérií a metody získání kvantitativních údajů o hodnotách těchto kritérií pro jednotlivé rozhodovací varianty, lze VAV charakterizovat tzv. kriteriaální maticí. Sloupce v této matici značí kritéria a řádky hodnocené varianty. Uspořádáme **kriteriaální matice Y**, kde prvek y_{ij} vyjadřuje hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 18).

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

4.1.2 Klasifikace kritérií

Kritéria, podle kterých vybíráme nejvýhodnější variantu, dělíme podle různých hledisek.

Dle povahy kritéria rozlišujeme na:

- Maximalizační (výnosový) – nejlepší hodnoty mají nejvyšší hodnoty.
- Minimalizační (nákladový) – nejlepší hodnoty mají nejnižší hodnoty.

Často je vhodné před hodnocením převést všechna kritéria na jeden typ. Nejjednodušším způsobem je vynásobit celý sloupec kriteriaální matice hodnotou -1, transformace $y'_{ij} = -y_{ij}$.

Podle kvantifikovatelnosti rozlišujeme tato kritéria:

- Kvantitativní – objektivně měřitelné údaje.
- Kvalitativní – nelze objektivně měřit, varianty jsou hodnocené slovně, proto je nutné užít k převedení slovního hodnocení různé bodovací stupnice či relevantní hodnocení variant (Friebelová, Klicnarová, 2007, s. 34).

4.1.3 Preference kritéria

Preference kritéria označuje důležitost daného kritéria v porovnání s ostatními kritérii.

Může být vyjádřena různě a mohou být stanoveny:

- **Aspirační úrovně kritérií** (nominální informace o kritériích) jsou hodnoty, kterých chceme dosáhnout.
- **Pořadí kritérií** (ordinální informace o kritériích) vyjadřuje posloupnost kritérií. Kritéria mohou být řazena od nejdůležitějšího po nejméně důležité, avšak nevypovídají, kolikrát je jedno kritérium důležitější než druhé. Tuto informaci obsahují váhy kritérií.
- **Váhy jednotlivých kritérií** (kardinální informace o kritériích) jsou hodnoty z intervalu $\langle 0;1 \rangle$. Vyjadřují relativní důležitost určitého kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Součet vah všech kritérií je roven jedné.
- **Kompensace kritériálních hodnot** je vyjádřena mírou substituce mezi kritériálními hodnotami. V některých případech lze vyrovnávat špatné kritériální hodnoty varianty, podle některých kritérií, lepšími hodnotami, podle ostatních kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 6).

4.1.4 Varianty se speciálními vlastnostmi

Definování variant se speciálními vlastnostmi.

Dominující varianta

Pokud jsou všechna kritéria maximalizační, varianta a_i dominuje variantu a_j , pokud existuje alespoň jedno kritérium f_l takové, že $y_{il} > y_{jl}$, přičemž pro ostatní kritéria platí $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jn})$, pak dominující varianta je hodnocena lépe podle všech kritérií než varianta dominovaná (Šubrt a kol., 2015, s. 152).

Vzájemně nedominovaná varianta

Varianta a_i a a_j jsou vzájemně nedominované, v případě, že existuje alespoň jedno kritérium k_l takové, že $y_{il} > y_{jl}$, pak existuje alespoň jedno kritérium f_k , že $y_{ik} > y_{jk}$ (Šubrt a kol., 2015, s. 152).

Nedominovaná varianta

Tato varianta není dominovaná žádnou jinou variantou (Friebeľová, Klicnarová, 2007, s. 35).

Ideální varianta

Hypotetická či reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty. Taková varianta by dominovala všechny ostatní varianty (Friebeľová, Klicnarová, 2007, s. 35).

Bazální varianta

Hypotetická či reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejhorší hodnoty. Taková varianta by byla dominována ostatními variantami (Friebeľová, Klicnarová, 2007, s. 35).

Kompromisní varianta

Jediná nedominovaná varianta, která může být doporučena jako řešení problému. Výběr kompromisní varianty záleží na použitém postupu řešení. Kompromisní variantu lze stanovit několika způsoby, podmínkou však je, že musí být nedominovaná (Šubrt a kol., 2015, s. 153).

4.1.5 Klasifikace úloh vícekritériální analýzy variant

Úlohy vícekritériální analýzy variant můžeme klasifikovat ze dvou základních hledisek.

Podle cíle řešení úlohy

Rozlišujeme tři základní okruhy úloh vícekritériální analýzy variant:

- **Úlohy, jejichž cílem je vybrat jednu kompromisní variantu.** Je nutné vybrat tu variantu, která je podle určených kritérií nějakým způsobem nejlepší. Nejlepší varianta je relevantním pojmem a do značné míry záleží na tom, jakou metodu použijeme pro posouzení variant. Nevhodné jsou metody rozděľující varianty do indiferenčních tříd. Není také vhodné použít jako informaci o preferencích mezi kritérii aspirační úrovně kritérií.

- **Úlohy, jejichž cílem je úplné uspořádání množiny variant.** Varianty jsou obvykle řazeny od nejlepší k nejhorší. Interakcemi tohoto postupu dostaneme právě toto uspořádání. Vhodné metody a omezení jsou stejné jako v předchozí skupině úloh.
- **Úlohy, jejichž cílem je rozdělení variant na dobré a špatné.** V těchto úlohách není důležité pořadí variant, ale rozhodnutí, zda je posuzovaná varianta „dobrá“ nebo „špatná“. Typickým příkladem těchto úloh může být hodnocení bonity klientů bankou (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 8).

Úlohy také rozdělujeme **podle typu informace** o preferencích mezi kritérii a variantami:

- **Žádná informace** – informace o preferencích neexistuje, tato situace je přípustná pouze pro preference kritérií.
- **Nominální informace** – vyjádřená pomocí aspiračních úrovní, při nichž může být varianta akceptována. Tato informace je přípustná pro preference kritérií mezi sebou.
- **Ordinální informace** – vyjadřuje pořadí kritérií podle důležitosti.
- **Kardinální informace** – má kvantitativní charakter, v případě preference kritérií se jedná o váhy, v případě ohodnocení variant o číselné vyjádření tohoto hodnocení (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 9).

4.2 Metody stanovení vah kritérií

„Stanovení vah kritérií bývá výchozím krokem analýzy modelu vícekritériální analýzy variant. Téměř výhradně je informace získaná některým z dále uvedených postupů použita ke stanovení preferenčních vztahů mezi variantami v závislosti na cílech celé analýzy. Tyto metody lze použít i pro kvantifikaci slovního vyjádření hodnocení variant“ (Šubrt a kol., 2015, s. 157).

4.2.1 Metoda pořadí

Vyžaduje pouze ordinální informaci, stanovení pořadí kritérií podle důležitosti. Uspořádaným kritériím jsou přiřazena čísla (body) $k, k-1, \dots, 1$. Nejdůležitějšímu kritériu

je přiřazeno číslo k (počet kritérií), druhému nejdůležitějšímu $k-1$, až nejméně důležitému kritériu číslo 1. Váha i -tého kritéria se vypočte podle vzorce:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (4.2)$$

Součet čísel b_i ve jmenovateli je součtem prvních přirozených čísel:

$$\sum_{i=1}^k b_i = \frac{k(k+1)}{2} \quad (4.3)$$

(Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 34–35).

4.2.2 Bodovací metoda

Předpokladem pro uplatnění této metody je schopnost uživatele kvantitativně ohodnotit důležitost kritérií. Pro zvolenou bodovací stupnici musí uživatel ohodnotit i -té kritérium hodnotou b_i ležící v dané stupnici (např. $b_i \in (0, 100)$). Čím je kritérium důležitější, tím je bodové hodnocení vyšší. Uživatel má možnost přiřadit stejné bodové ohodnocení i více kritériím. Tato metoda vyžaduje od uživatele kvantitativní ohodnocení kritérií, ale umožňuje diferencovanější vyjádření subjektivních preferencí než metoda pořadí. Výpočet vah se provádí podle vzorce (4.2) jako u metody pořadí (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 35).

4.2.3 Fullerova metoda

„Při větším počtu kritérií je výhodné srovnávat navzájem vždy pouze dvě kritéria, o kterých snáze rozhodneme, které je důležitější. Jednu z možností pro vyhodnocení těchto srovnávání poskytuje tzv. Fullerův trojúhelník. Za předpokladu, že jednotlivá kritéria jsou pevně očíslována pořadovými čísly 1, 2, ..., n, Fullerův trojúhelník je tvořen dvojřádky, v nichž každá dvojice kritérií se vyskytuje právě jednou (viz schéma Tabulka 1). U každé dvojice hodnotitel zakroužkuje nebo jinak vyznačí číslo toho kritéria, které považuje za důležitější, takže pro kritérium K_j představuje počet zakroužkovaných čísel j počet jeho preferencí, který označíme f_j . Protože při počtu kritérií n je počet párových srovnání roven kombinačnímu číslu $\binom{n}{2}$, tj. pro normovanou váhu kritéria K_j platí“ (Friebelová, Klicnarová, 2007, s. 36).

$$w_j = \frac{f_j}{\frac{n(n-1)}{2}}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (4.4)$$

Tabulka 1 Schéma Fullerova trojúhelníku

1	1	1	...	1
2	3	4	...	n
	2	2	...	
	3	4	...	
			...	
			...	
			n-2	n-2
			n-1	n
				n-1
				n

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.4 Saatyho metoda

Tato metoda nejvíc vyhovuje k určení vah kritérií, pokud hodnotí pouze jeden expert. Jedná se o metodu kvantitativního párového porovnání kritérií. Abychom ohodnotili párové porovnání kritérií, musíme použít devítibodovou stupnici s možností používání i mezistupňů (hodnoty 2, 4, 6, 8):

1 – rovnocenná kritéria i a j

3 – slabě preferované kritérium i před j

5 – silně preferované kritérium i před j

7 – velmi silně preferované kritérium i před j

9 – absolutně preferované kritérium i před j (Šubrt a kol., 2015, s. 160).

Expert porovná jednotlivá kritéria mezi sebou a výsledky zapíše do Saatyho matice $S = (s_{ij})$:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1n} & 1/s_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

„Matice je čtvercová řádu $n \times n$ a platí, že $s_{ij} = 1/s_{ji}$, a vyjadřuje vlastně odhad podílů vah i -tého a j -tého kritéria. Na diagonále Saatyho matice jsou vždy hodnota jedna“ (Šubrt a kol., 2015, s. 161).

Prvky této matice zřídka bývají konzistentní. Saaty navrhl index konzistence, který lze vypočítat jako:

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (4.6)$$

Kde λ_{max} je největší vlastní číslo Saatyho matice a n je počet kritérií. Pro dostatečnou konzistenci musí být splněn požadavek $CI < 0,1$ (Benyoucef, 2014, s. 92).

Nejpoužívanějším způsobem lze odhadnout váhy pomocí normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice. Vypočteme hodnoty b_i jako geometrický průměr řádků matice (Šubrt a kol., 2015, s. 161).

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (4.7)$$

Váhy vypočítáme normalizací hodnot b_i

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (4.8)$$

4.3 Metody výběru kompromisních variant

4.3.1 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií

Bodovací metoda a metoda pořadí

Pro výběr kompromisní varianty lze použít bodovací metodu nebo metodu pořadí v případě, že nejsou známy preference kritérií a model je zadán pouze pomocí preferencí variant podle jednotlivých kritérií,

Krok 1

Ohodnotíme každou variantu podle každého kritéria číslem b_{ij} . V případě metody pořadí jsou varianty ohodnoceny čísly mezi 1 a m tak, aby nejlepší ohodnocení byla hodnota

m (m je počet variant). V případě bodovací metody ohodnotíme jednotlivé varianty vždy stejnou stupnicí, např. 1 až 10 tak, aby nejlepší ohodnocení bylo 10.

Krok 2

Celkové ohodnocení každé varianty vypočítáme jako součet dílčích hodnot, dle vzorce:

$$b_i = \sum_{j=1}^k b_{ij} \quad (4.9)$$

Krok 3

Uspořádáme varianty sestupně podle hodnot b_i a kompromisní varianta bude vybraná dle vztahu:

$$a_I : b_I = \max(b_i), \quad i = 1, \dots, s \quad (4.10)$$

Pokud nejlepší varianta má hodnotu jedna, uspořádají se varianty podle čísel b_i vzestupně a nejlepší varianta bude mít nejnižší ohodnocení (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 20).

4.3.2 Metody vyžadující aspirační úrovně kritérií

Konjunktivní a disjunktivní metoda

Pro uplatnění těchto metod je nutná znalost nominální informace o kritériích, tzn. aspirační úrovně kritérií, a kardinální ohodnocení variant podle jednotlivých kritérií. V případě konjunktivní metody určíme množinu přípustných řešení podle aspiračních úrovní tak, že připustíme pouze varianty, které splňují všechny aspirační úrovně

$$M = \{a_i | y_{ij} \geq z_j \text{ pro všechna } j = 1, \dots, n\} \quad (4.11)$$

kde z_j je minimální požadované hodnocení varianty podle j -tého kritéria.

V případě disjunktivní metody připustíme varianty, které splňují alespoň jeden požadavek

$$M = \{a_i | y_{ij} \geq z_j \text{ pro alespoň jedno } j = 1, \dots, n\} \quad (4.12)$$

Metodu aspiračních úrovní použijeme pro zmenšení počtu variant při hodnocení metod, které obsahují kardinální informace (Šubrt a kol., 2015, s. 166).

4.3.3 Metody vyžadující ordinální informace

Lexikografická metoda

„Lexikografická metoda vychází z principu, že největší vliv na výběr kompromisní varianty má nejdůležitější kritérium. Teprve v případě, že existuje více variant, které jsou podle nejdůležitějšího kritéria hodnoceny stejně, přichází v úvahu druhé nejdůležitější kritérium. Pokud ani pomocí něho nevybereme jedinou variantu, přichází na řadu třetí nejdůležitější kritérium, atd. Algoritmus se zastaví ve chvíli, když je vybrána jediná varianta nebo když se vyčerpají všechna uvažovaná kritéria. Kompromisní varianty jsou potom všechny ty, které zůstaly stejně hodnoceny po zařazení posledního kritéria“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 23).

4.3.4 Metody vyžadující kardinální informace

Metoda váženého součtu

Tato metoda vychází z principu maximalizace užitku, předpokládá lineární funkci užitku. Vytvoříme normalizovanou kritériální matici $R = (r_{ij})$, kterou získáme z kritériální matice $Y = (y_{ij})$ pomocí transformačního vzorce:

$$r_{ij} = \frac{Y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (4.13)$$

Nová matice představuje matici hodnot užitku z i-té varianty podle j-tého kritéria. Transformované kritériální hodnoty $r_{ij} \in \langle 0,1 \rangle$, D_j odpovídá hodnota 0 a H_j odpovídá hodnota 1. Pro výpočet vícekritériální funkce užitku použijeme vzorec:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j r_{ij} \quad (4.14)$$

Varianta, která dosáhla maximální hodnoty užitku je vybraná jako kompromisní řešení (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 78–79).

4.3.5 Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty

Metoda TOPSIS

Metoda je určena pro výběr nejlepší varianty a poskytuje úplné uspořádání všech variant. Požadovanými vstupními údaji jsou kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty, které jsou uspořádány v kritériální matici $Y = (y_{ij})$, kde y_{ij} je hodnota i -té varianty podle j -tého kritéria a váhy jednotlivých kritérií. Metoda je založena na principu minimální vzdálenosti od ideální varianty, která je reprezentovaná vektorem (H_1, H_2, \dots, H_k) a maximální vzdálenosti od bazální varianty reprezentované vektorem (D_1, D_2, \dots, D_k) . (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 99)

Krok 1

Zkonstruujeme normalizovanou kritériální matici $\mathbf{R} = (r_{ij})$ podle vzorce

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad (4.15)$$

Po normalizaci jsou sloupce v matici \mathbf{R} vektory jednotkové délky.

Krok 2

Vypočteme normalizovanou váženou kritériální matici $\mathbf{W} = (w_{ij})$ dle vztahu

$$w_{ij} = v_j r_{ij} \quad (4.16)$$

Dále stanovíme ideální variantu H a bazální variantu D vzhledem k hodnotám matice \mathbf{W} .

Krok 3

Vypočteme vzdálenost jednotlivých variant od ideální varianty

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2} \quad (4.17)$$

a od bazální varianty

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2} \quad (4.18)$$

Krok 4

Určíme relativní ukazatel vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty takto:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (4.19)$$

$c_i \in \langle 0,1 \rangle$, přičemž hodnotu 0 nabývá bazální varianta a hodnotu 1 ideální varianta. Výsledky pak uspořádáme sestupně podle hodnot c_i . Varianty s nejvyššími hodnotami tohoto ukazatele považujeme za kompromisní řešení (Šubrt a kol., 2015, s. 177–178).

5 Praktická část

5.1 Alza.cz a.s.

Historie společnosti se píše od roku 1994, významné postavení na trhu si začala budovat od roku 1998, nyní působí jako ryze česká akciová společnost. Alza.cz a.s. je vlastněna skupinou investorů, kteří ji ovládají přes holdingovou společnost L. S. Investments Limited. Společnost zaměstnává přes 2000 zaměstnanců. V roce 2017 dosáhla obratu cca 20,9 miliardy Kč a průměrný meziroční růst obratu se pohybuje okolo 21 % (Alza, 2019).

„Alza buduje a stabilně rozšiřuje síť vlastních poboček ve všech regionech ČR, SR a nově i v dalších dvou státech Evropy – Maďarsku a Rakousku. Výkladní skříní firmy jsou moderní centrální showroomy v Praze, Bratislavě a Budapešti“ (Alza, 2019).

Společnost má vlastní dopravu AlzaExpres, která funguje již na třech místech ČR a SK – v Praze, Bratislavě a Ostravě a okolí. Neustále zdokonaluje svůj logistický servis, jeho jádro – distribuční centra (Alza, 2019).

5.2 Výběr užitkových vozů

Firma Alza.cz, a.s. pro Logistické centrum v Praze se rozhoduje o investicích do nových užitkových vozů, které hodlá využívat ve své dopravě AlzaExpres. Stanoveným cílem bylo koupit 13 užitkových aut, které by měly nahradit stávající vozy a došlo by tak k obnovení vozového parku. Auta AlzaExpres každodenně najedou přes 200 kilometrů a musejí zvládat i přepravu nadrozměrných produktů. Při rozhodování je potřebné zvolit vhodná kritéria a stanovit správné váhy, aby ekonomický přínos správné volby investice pro společnost přinesl co největší ziskovost a užitek. Správným rozhodnutím společnost získá spolehlivá auta, která vydrží provozní režim a budou vyhovovat všem kladeným požadavkům, podnik tak může ušetřit miliony korun na servisu a provozu. Všechny cenové nabídky byly získány od oficiálních dodavatelů užitkových vozů v České republice. Ceny aut se pohybují v cenách, jež budou uvedeny níže v praktických příkladech.

5.3 Zúžení variant pomocí aspiračních úrovní

Spousta výrobců vyrábí užitkové vozy, které se mezi sebou liší technickými parametry, cenou, zárukou a dalšími kritérii. Vedení se proto rozhodlo stanovit specifické požadavky na užitkový automobil. Na základě těchto požadavků byli oslovení autorizovaní prodejci. Pomocí konjunktivní metody, která spočívá v tom, že připustíme pouze varianty, které splňují všechny aspirační úrovně, bylo provedeno zúžení okruhu alternativ. Celkem byly získány dvacet dvě nabídky, které splnily tyto požadavky, od sedmi automobilových značek. Pro zjednodušení příkladu bude v práci použit pouze jeden vůz od každé značky.

5.3.1 Kritéria a aspirační úrovně

Podnik stanovil jako rozhodující pro technicky vhodné řešení tyto minimální aspirační úrovně na vhodný vůz:

- Max. cena s DPH	800 000 Kč
- Zdvihový objem	2 l
- Výkon	90 kW
- Max. spotřeba	13 l/100 km
- Typ paliva	nafta, CNG
- Objem nákladového prostoru	od 10 m ³ do 13 m ³
- Užitečná hmotnost	1 000 kg
- Max. největší technicky přípustná hmotnost	3 500 kg
- Max. délka	6 m
- Max. výška	2,8 m
- Rozměry nákladního prostoru – délka podlahy	3 m
- Rozměry nákladního prostoru – užitečná výška	1,9 m
- Záruka	2 roky

Minimální aspirační úrovně byly stanoveny i pro doplňkovou výbavu:

- Klimatizace	ANO
- Handsfree	ANO

- Zásuvka 12 V 2 ks
- Ergonomická sedačka ANO
- Osvětlení nákladového prostoru ANO

Na základě výše uvedených aspiračních úrovní byly vyřazeny nabídky, které nesplnily tyto minimální požadavky. Celkem zůstaly dvacet dvě obchodní nabídky, které splnily všechny aspirační úrovně. Z nich bylo vybráno sedm (Tabulka 2) – od každého automobilového dodavatele jeden vůz. Parametry vozů, jež vyhovují požadavkům:

Tabulka 2 Parametry vozů vyhovujících požadavkům

Parametry	Užitkové vozy						
	Citroën Jumper	Renault Master	Peugeot Boxer	Opel Movano	Fiat Ducato	Ford Transit	Hyundai H350
Cena s DPH (tis. Kč)	610	580	601	565	700	689	634
Zdvihový objem (l)	2	2,3	2	2,3	3	2	2,5
Výkon (kW)	120	96	96	107	100	130	110
Spotřeba (l/100 km)	6,7	8,5	6,7	8,8	13	7,3	9,5
Emise CO ₂ (g/km)	163	200	163	210	234	180	250
Typ paliva	nafta	nafta	nafta	nafta	CNG	nafta	nafta
Objem nákladového prostoru (m ³)	13	12,3	13	10,8	11,5	13	10,5
Užitečná hmotnost (kg)	1 450	1 450	1 450	1 610	1 500	1 350	1 250
Největší technická přípustná hmotnost (kg)	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
Délka (m)	5,998	5,548	5,998	5,548	5,413	5,981	5,515
Výška (m)	2,524	2,749	2,524	2,5	2,524	2,78	2,685
Rozměry nákl. prostoru – délka podlahy (m)	3,7	3,083	3,705	3,083	3,12	3,533	3,1
Rozměry nákl. prostoru – užitečná výška (m)	1,93	2,144	1,932	1,894	1,932	2,125	1,956
Záruka (let)	2	2	2	5	2	5	5
Recenze	nízké	střední	nízké	střední	nízké	velmi vysoké	střední
Klimatizace	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Handsfree	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Zásuvka 12 V (ks)	2	2	3	2	2	3	2
Ergonomická sedačka	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Osvětlení nákladového prostoru	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano

Zdroj: Vlastní zpracování

5.3.2 Stanovení rozhodovacích kritérií

Na základě splnění stanovených požadavků provádíme výběr ze sedmi vozidel. Relevantní kritéria stanovil Jan Tomšů, vedoucí pracovník Logistického centra Horní Počernice. Dále v praktickém příkladu budeme používat tato označení:

- 1) K_1 – cena
- 2) K_2 – zdvihový objem
- 3) K_3 – výkon
- 4) K_4 – spotřeba
- 5) K_5 – emise
- 6) K_6 – typ paliva
- 7) K_7 – objem nákladového prostoru
- 8) K_8 – užitečná hmotnost
- 9) K_9 – největší technická přípustná hmotnost
- 10) K_{10} – délka
- 11) K_{11} – výška
- 12) K_{12} – délka podlahy
- 13) K_{13} – užitečná výška
- 14) K_{14} – záruka
- 15) K_{15} – recenze

Popis dílčích kritérií

- **Cena** – hodnota vozidla, vyjádřená v tisících korun, včetně DPH. Ceny jsou aktuální a některé nabídky od potenciálních dodavatelů s dobou platností více než dvanáct měsíců od momentu získání.
- **Zdvihový objem** – je objem válce, který vyplní píst při svém zdvihu. V našem případě se zdvihový objem udává v litrech.
- **Výkon** – je míra vykonané práce, jednotkou výkonu jsou kilowatty. Watt je definován jako potřebná síla práce, která odpovídá jednomu joulu za sekundu.
- **Spotřeba** – označuje, kolik pohonných hmot spotřebuje automobil, aby překonal určitou vzdálenost. Tento ukazatel uvádíme v litrech na sto kilometrů. S rostoucí spotřebou rostou provozní náklady na dopravu.

- **Emise** – hodnota, která ukazuje, kolik gramů oxidu uhličitého vypouští vozidlo za jízdy do životního prostředí, za jeden ujetý kilometr.
- **Typ paliva** – pohonné hmoty, užitkové vozy většinou spotřebují naftu. Vyskytují se také modely užitkových vozů, které za jízdy používají stlačený zemní plyn CNG. Na konzultacích bylo zjištěno, že podnik preferuje naftu před CNG, a proto bylo rozhodnuto ohodnotit naftové vozy deseti body a plynové vozy jedním bodem.
- **Objem nákladového prostoru** – veličina, která vyjadřuje velikost nákladového prostoru a uvádí se v metrech čtverečních.
- **Užitečná hmotnost** – je souhrnná hmotnost osob a nákladu, který lze naložit do automobilu. Jednotkou užitečné hmotnosti je kilogram.
- **Největší technicky přípustná hmotnost** – udává informaci o maximální celkové hmotnosti vozidla vyjádřená v kilogramech.
- **Délka** – celková délka vozidla v metrech.
- **Výška** – celková výška vozidla v metrech.
- **Délka podlahy** – kritérium, které uvádí maximální délku podlahy v nákladovém prostoru vozidla. Jednotkou je metr.
- **Užitečná výška** – jeden z rozměrů nákladového prostoru vozidla, vyjádřený v metrech.
- **Záruka** – rozumíme tím garanci, kterou dodavatel poskytuje na svoje vozy uživateli. V průběhu záruky máte nárok na bezplatné, včasné a řádné odstranění vad. Záruka se uvádí v letech a většinou je poskytnuta na dva roky. Existuje však prodloužená záruka na pět let.
- **Recenze** – subjektivní kritérium, názor uživatelů a hodnotitelů jednotlivých automobilových značek. Recenze může také být získaná pomocí vlastních zkušeností, např. jako v tomto praktickém příkladu, kde užitkové vozy ohodnotil vedoucí pracovník Jan Tomšů, podle svých znalostí, které byly získané dlouholetou praxí.

5.3.3 Stanovení vah kritérií

Pro výpočet vah bylo rozhodnuto použít Saatyho metodu. Tato metoda slouží k určení vah kritérií (Tabulka 3), kde je hodnotí pouze jeden expert. Tuto matici ohodnotil odpovědný vedoucí pracovník Jan Tomšů. Saatyho metoda stanovení vah kritérií je popsána v kapitole 4.2.4.

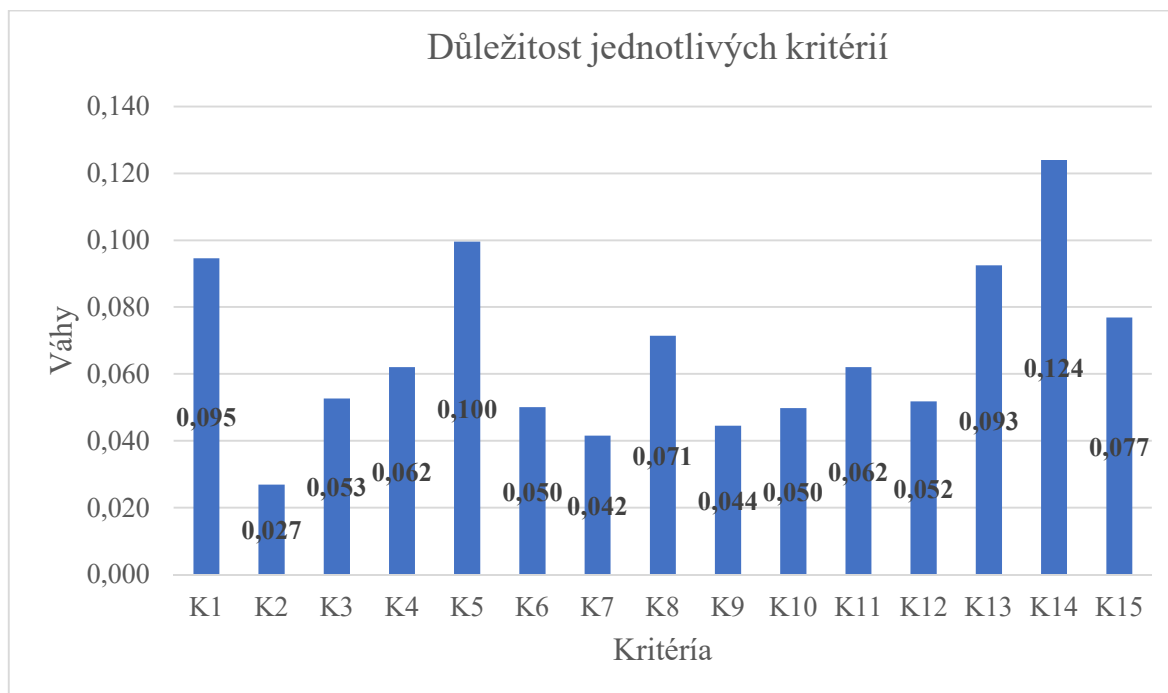
Saatyho matice

Tabulka 3 Stanovení vah kritérií pomoci Saatyho matice

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	b _i	v _i
K ₁	1	3	1	1/5	1/7	1	9	9	9	3	3	3	3	1/9	1	1,53	0,09
K ₂	1/3	1	1/9	1	1/5	1	1	1/5	1/5	1	1	1	1	1/9	1/9	0,43	0,03
K ₃	1	9	1	1	1/7	1	1	3	1	1	1	1	1	1/9	1/5	0,85	0,05
K ₄	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/5	1,00	0,06
K ₅	7	5	7	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,61	0,10
K ₆	1	1	1	1	1/5	1	1	1	1	1	1	1	1	1/5	1	0,81	0,05
K ₇	1/9	1	1	1	1	1	1	1/5	1	1	1/3	1	1/3	1	1	0,67	0,04
K ₈	1/9	5	1/3	1	1	1	5	1	9	1	1	1	1	1	1	1,15	0,07
K ₉	1/9	5	1	1	1	1	1	1/9	1	1	1/3	1	1/3	1	1	0,72	0,04
K ₁₀	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/3	1	1/3	1	1	0,80	0,05
K ₁₁	1/3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1/9	1	1	1,00	0,06
K ₁₂	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/5	1	1	0,83	0,05
K ₁₃	1/3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	9	5	1	1	1	1,49	0,09
K ₁₄	9	9	9	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	9	2,00	0,12
K ₁₅	1	9	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1	1,24	0,08
Σ																16,13	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 1 Váhy kritérií pomoci Saatyho matice



Zdroj: Vlastní zpracování

Z obrázku 1 vidíme, že největší důraz dopravní podnik klade na záruku vozidla, hodnota váhy tohoto kritéria je největší. Po záruce postupně následují kritéria emise, cena a užitečná výška nákladového prostoru. Zajímavým je, že tato kritéria jsou méně důležitá oproti záruce přibližně o dvacet pět procent. Dalšími kritérii, kterých si podnik váží, jsou recenze a užitečná hmotnost vozidla. Mají podobné hodnoty vah a pro uživatele jsou stejné významné. Následují kritéria s menší hodnotou váhy uspořádané sestupně v tomto pořadí: spotřeba, výška, výkon, délka podlahy, typ paliva, délka, největší technicky přípustná hmotnost, objem nákladového prostoru. Nejslabší váhu má kritérium zdvihový objem, který je pro podnik nejméně významný. Záruka oproti tomu je pětikrát důležitějším kritériem. Ve výsledku můžeme pozorovat, že podnik při rozhodování uvažuje a oceňuje možné varianty hned z patnácti hledisek. Je vidět, že společnost má své pilíře, na kterých staví své rozhodování. Rozdíl mezi dvěma extrémy, zárukou a zdvihovým objemem je veliký. A proto je nutno, při složitějších rozhodováních, vždy stanovit prioritu váhy jednotlivých kritérií, aby se dospělo k solidním výsledkům.

Tabulka 4 Kriteriaální matice

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅
Citroën Jumper	610	2	120	6,7	163	10	13	1450	3500	6	2,52	3,7	1,93	2	6
Renault Master	580	2,3	96	8,5	200	10	12,3	1450	3500	5,55	2,75	3,08	2,14	2	6
Peugeot Boxer	601	2	96	6,7	163	10	13	1450	3500	6	2,52	3,71	1,93	2	5
Opel Movano	565	2,3	107	8,8	210	10	10,8	1610	3500	5,55	2,5	3,08	1,89	5	8
Fiat Ducato	700	3	100	13	234	1	11,5	1500	3500	5,41	2,52	3,12	1,93	2	7
Ford Transit	688	2	130	7,3	180	10	13	1350	3500	5,98	2,78	3,53	2,13	5	9
Hyundai i H350	633	2,5	110	9,5	250	10	10,5	1250	3500	5,52	2,69	3,1	1,96	5	5
váhy	0,09	0,03	0,05	0,06	0,1	0,05	0,04	0,07	0,04	0,05	0,06	0,05	0,09	0,12	0,08
povaha	min	max	max	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max

Zdroj: Vlastní zpracování

- | | |
|--|---|
| 1) K ₁ – cena | 9) K ₉ – největší technická přípustná hmotnost |
| 2) K ₂ – zdvihový objem | 10) K ₁₀ – délka |
| 3) K ₃ – výkon | 11) K ₁₁ – výška |
| 4) K ₄ – spotřeba | 12) K ₁₂ – délka podlahy |
| 5) K ₅ – emise | 13) K ₁₃ – užitečná výška |
| 6) K ₆ – typ paliva | 14) K ₁₄ – záruka |
| 7) K ₇ – objem nákladového prostoru | 15) K ₁₅ – recenze |
| 8) K ₈ – užitečná hmotnost | |

5.4 Metoda TOPSIS

Tato metoda je založená na minimální vzdálenosti od ideální varianty. Vyžaduje také kardinální hodnocení variant podle jednotlivých kritérií a váhy těchto kritérií, které jsme pomocí Saatyho metody (Tabulka 3) vypočítali výše. Výhodou metody TOPSIS je její přesnost, další výhodou je, že uživatel ve výsledcích může porovnávat, jak velkou vzdálenost mají jednotlivá kritéria vůči ideální a bazální variantě. Na druhou stranu nevýhodou je to, že rozhodovatel musí umět provést ekonomicko-matematické výpočty a také musí mít alespoň základní znalosti v oblasti vícekritériálního rozhodování. Vyřešíme naši úlohu o výběru užitkových vozů pomocí metody TOPSIS. Budeme vycházet z kritériální matice (Tabulka 4). Z teoretické části známe postup, který spočívá ve výpočtu následujících kroků:

Krok 1

Zkontrolujeme normalizovanou kritériální matici $R = (r_{ij})$:

Tabulka 5 Normalizovaná kritériální matice R

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{15}
V_1	0,37	0,33	0,42	0,29	0,30	0,41	0,41	0,38	0,38	0,40	0,36	0,42	0,37	0,21	0,34
V_2	0,35	0,37	0,33	0,36	0,37	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37	0,40	0,35	0,41	0,21	0,34
V_3	0,36	0,33	0,33	0,29	0,30	0,41	0,41	0,38	0,38	0,40	0,36	0,42	0,37	0,21	0,28
V_4	0,34	0,37	0,37	0,37	0,39	0,41	0,34	0,42	0,38	0,37	0,36	0,35	0,36	0,52	0,45
V_5	0,42	0,49	0,35	0,55	0,44	0,04	0,36	0,39	0,38	0,36	0,36	0,35	0,37	0,21	0,39
V_6	0,41	0,33	0,45	0,31	0,34	0,41	0,41	0,35	0,38	0,40	0,40	0,40	0,40	0,52	0,51
V_7	0,38	0,41	0,38	0,40	0,47	0,41	0,33	0,33	0,38	0,36	0,39	0,35	0,37	0,52	0,28

Zdroj: Vlastní zpracování

Krok 2

Vypočítáme normalizovanou váženou kriteriální matici $W = (w_{ij})$:

Tabulka 6 Normalizovaná vážená kriteriální matice W

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{15}
V_1	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
V_2	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03
V_3	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
V_4	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,04
V_5	0,04	0,01	0,02	0,03	0,04	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
V_6	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06	0,04
V_7	0,03	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,02

Zdroj: Vlastní zpracování

Z matice určíme ideální variantu H a bazální variantu D :

$H = (0,031; 0,015; 0,023; 0,017; 0,03; 0,02; 0,016; 0,03; 0,015; 0,02; 0,024; 0,021; 0,037; 0,063; 0,041)$

$D = (0,038; 0,01; 0,017; 0,033; 0,047; 0,002; 0,013; 0,023; 0,015; 0,018; 0,022; 0,017; 0,032; 0,025; 0,023)$

- 1) V_1 – Citroën Jumper
- 2) V_2 – Renault Master
- 3) V_3 – Peugeot Boxer
- 4) V_4 – Opel Movano
- 5) V_5 – Fiat Ducato

6) V_6 – Ford Transit

7) V_7 – Hyundai H350

Krok 3 a krok 4

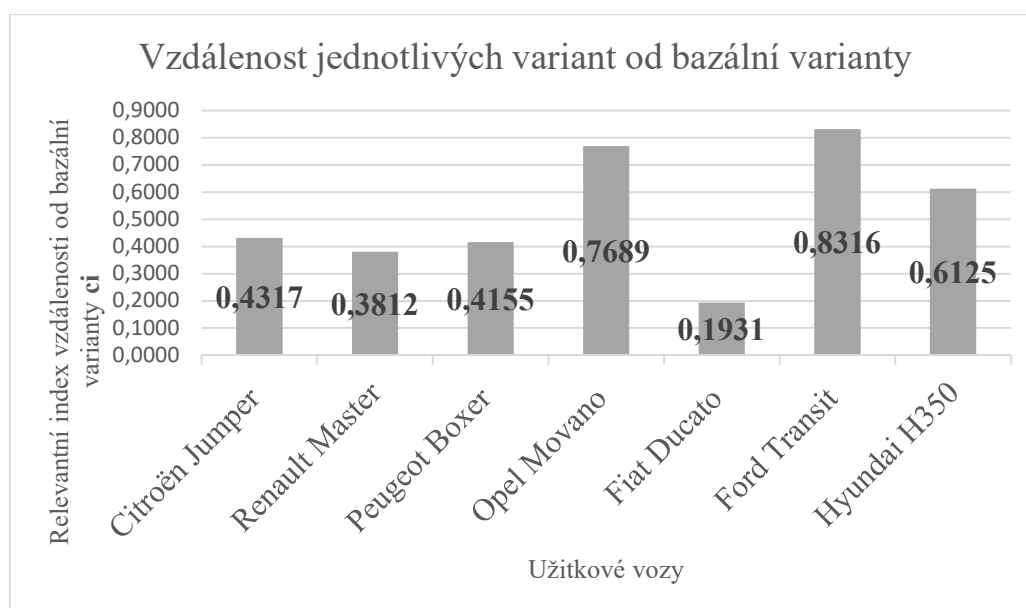
Vypočteme vzdálenosti variant od ideální varianty d_i^+ a od bazálních variant d_i^- , ze kterých odvodíme relativní index vzdálenosti od bazální varianty c_i , který je přímým podkladem pro stanovení pořadí variant:

Tabulka 7 Pořadí variant podle metody TOPSIS

	d_i^+	d_i^-	c_i	Pořadí
Citroën Jumper	0,0408	0,0310	0,4317	4
Renault Master	0,0418	0,0257	0,3812	6
Peugeot Boxer	0,0429	0,0305	0,4155	5
Opel Movano	0,0142	0,0471	0,7689	2
Fiat Ducato	0,0490	0,0117	0,1931	7
Ford Transit	0,0102	0,0505	0,8316	1
Hyundai H350	0,0274	0,0432	0,6125	3

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 2 Pořadí variant, dle metody TOPSIS



Zdroj: Vlastní zpracování

6 Doporučení

Podle metody TOPSIS můžeme pozorovat (Obrázek 2), že nejmenší vzdálenost od ideální varianty má značka Ford, zároveň stojí za pozornost její největší vzdálenost od bazální varianty. Tak velké hodnoty byly dosaženy tím, že vozy této značky mají prodlouženou záruku na pět let, nízkou emisi a technické rozměry auta dostačující, aby zvládlo přepravu nadrozměrných produktů. Na všechna tato kritéria uživatel nastavil vysoké váhy a i vzhledem k vyšší ceně užitkový automobil Ford Transit obsadil první místo. Z těchto výsledků lze vyvodit doporučení této varianty k realizaci. Velice podobné hodnoty ukazatelů vzdálenosti od ideální a bazální varianty, dle metody TOPSIS, mají auta Opel Movano (Tabulka 7), které jsou druhé v pořadí. Záruka na tyto vozy je stejně dlouhá, cenově jsou řádně levnější než auta značky Ford. Ale vidíme, že užitkové vozy Opel Movano mají vyšší hodnoty emisí při nižším výkonu motoru. Tato auta mají také menší objem nákladového prostoru a nižší užitečnou výšku nákladového prostoru. Stejně tak tato varianta stojí za pozornost, a proto je doporučena jako alternativní varianta. Na třetím místě v pořadí jsou užitkové automobily Hyundai H350. Mají střední ukazatele a třetí místo obsadily díky prodloužené záruce, právě toto kritérium má nejvyšší váhu. Podle metody TOPSIS, nejhorší variantou, kterou bych nedoporučoval, jsou vozy Fiat Ducato. Tato varianta je nevdálenější od ideální varianty a její malá vzdálenost od bazální varianty se projevuje ve výsledcích. Skupina automobilů Citroën Jumper, Renault Master a Peugeot Boxer mají sice střední hodnoty, jejich pořadí v tomto výpočtovém modelu je určeno kratší zárukou. V případě, že se uživatel podaří domluvit lepší podmínky s dodavatelem, tak bude tato skupina užitkových vozů doporučena jako alternativní řešení.

7 Závěr

Základním cílem této bakalářské práce bylo, na základě praktických výpočtů, vybrat nejvhodnější užitkové vozy pro podnik *Alza.cz a.s.*, který plánuje investovat do dopravy Logistického centra v Horních Počernicích. V teoretické části této bakalářské práce byly vymezeny jednotlivé pojmy a témata, která pomohou lepšímu porozumění problematice vícekriteriálního rozhodování, pomohou pochopit podstatu a fungování rozhodovacího procesu, jeho strukturu, prvky a klasifikaci. Objasňuje také to, jak stanovit a určit váhy kritérií, jak provést výpočty, jaké metody použít a jejich výhody i nevýhody. Praktická část bakalářské práce se zakládala na konzultacích s pracovníkem firmy, který je zodpovědný za přijetí konečného rozhodnutí, tímto pracovníkem byl vedoucí Jan Tomšů. Na konzultacích byl zpracován požadavek na technické parametry auta a byly nastaveny aspirační úrovně. Na základě požadavků zadavatele byl sestaven model vícekriteriálního rozhodování. Bylo stanoveno patnáct kritérií, váhy určil vedoucí pracovník a byla zvolena metoda TOPSIS, pomocí které byl proveden výběr kompromisní varianty, která byla doporučena uživateli k realizaci. Během realizace bylo osloveno několik dodavatelů užitkových aut, firma obdržela dvacet dvě nabídky od sedmi dodavatelů. Pro zjednodušení kritériální matice bylo rozhodnuto, že do výpočetního systému bude zařazen pouze jeden vůz každé značky, která poslala nabídku. Ve výsledné matici je sedm možných řešení, hodnocených podle patnácti kritérií. Z celého procesu výběru je zřejmé, že firma zodpovědně zvažuje, kam investovat. Klade důraz na to, aby tato investice přinesla požadovaný efekt. V případě, že by podnik nevyužil metody vícekriteriálního rozhodování, nebylo by jeho rozhodnutí kvalitní. Na základě získaných výsledků bylo pro podnik vypracováno doporučení. Výpočty prokázaly, že nejlepší variantou, podle zvolené metody TOPSIS, je užitkový automobil Ford Transit. Alternativním možným řešením jsou vozy Opel Movano a Hyundai H350. Další možnou alternativou je skupina vozů Citroën Jumper, Renault Master a Peugeot Boxer, které mohou být doporučeny v případě, že si uživatel sjedná lepší obchodní podmínky u dodavatelů. Konečné rozhodování na samotném podniku, zpracované výsledky a doporučení může využít ke koupi požadovaného vozidla.

Hlavní myšlenkou této práce je ukázat důležitost pomocných metod při rozhodování. Jsou významné a najdou uplatnění při výběru jedné varianty z množiny přípustných řešení, při všech typech rozhodování.

8 Seznam použitých zdrojů

BENYOUCEF, Lyes, HENNET, Jean-Claude a TIWARI, Manoj Kumar. *Applications of multi-criteria and game theory approaches: manufacturing and logistics*. London: Springer, 2014. 408 s. Springer series in advanced manufacturing. ISBN 978-1-4471-5294-1.

BROŽOVÁ, Helena, ŠUBRT, Tomáš a HOUŠKA, Milan. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vyd. Praha: Credit, 2003. 172 s. ISBN 80-213-1019-7.

FIALA, Petr, JABLONSKÝ, Josef a MAŇAS, Miroslav. *Vícekriteriální rozhodování: Určeno pro stud. všech fakult VŠE Praha*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.

FOTR, Jiří et al. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.

FRIEBELOVÁ, Jana a KLICNAROVÁ, Jana. *Rozhodovací modely pro ekonomy*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2007. 135 s. ISBN 978-80-7394-035-5.

JABLONSKÝ, Josef a DLOUHÝ, Martin. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. 1. vyd. Praha: PROFESSIONAL PUBLISHING, 2004. 183 s. ISBN 80-86149-49-5.

SIMON, Herbert Alexander. *Models of man: social and rational: mathematical essays on rational human behavior in a social setting*. New York: J. Wiley, 1957. 287 s.

ŠUBRT, Tomáš a kol. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015. 331 s. ISBN 978-80-7380-563-0.

VEBER, Jaromír a kol. *Základy managementu pro střední školy*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1996. 136 s. ISBN 80-7168-358-2.

ŽÁČEK, Vladimír. *Rozhodování v managementu: teorie, příklady, řešení*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2015. 173 s. ISBN 978-80-01-05804-6.

Internetové zdroje

Alza.cz. O společnosti. [online]. 2019 [cit. 2019-12-02]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/>

Další použité zdroje

Obchodní nabídky jednotlivých dodavatelů vozů