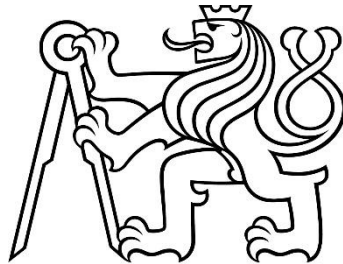


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**OBNOVA VOZOVÉHO PARKU POMOCÍ VÍCEKRITERIÁLNÍHO
ROZHODOVÁNÍ VE FIRMĚ JAN HORÁK**

**RENEWAL OF THE VEHICLE FLEET BY MULTI CRITERIA
DECISION IN THE COMPANY JAN HORÁK**

AUTOR: Jan Horák

STUDIJNÍ PROGRAM: Teoretický základ strojního inženýrství

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Ladislav Vaniš

PRAHA 2019

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Horák** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **465346**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Aplikace vícekritériálního rozhodování v podniku Jan Horák

Název bakalářské práce anglicky:

Application of multiple-criteria decision analysis in the Jan Horák Company

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod – zdůvodnění zadání.
2. Teoretická část – popis metod vícekritériálního rozhodování.
3. Analytická část – vytvoření podkladů pro rozhodování.
4. Návrhová část – volba a popis nejvhodnější varianty.
5. Závěr – celkové zhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

- [1] GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8
[2] ŽÁČEK, Vladimír. Rozhodování v managementu: teorie, příklady, řešení. Praha: ČVUT v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05804-6.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Ladislav Vaniš, ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

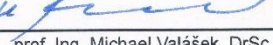
Datum zadání bakalářské práce: **28.03.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26.07.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **28.02.2020**

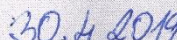

Ing. Ladislav Vaniš
podpis vedoucí(ho) práce



prof. Ing. František Freiberg, CSc.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.


Datum převzetí zadání


Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, a to výhradně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne:

.....

Podpis

Anotace

Předmětem bakalářské práce je výběr vhodného tahače nákladů pro obnovu vozového parku v podniku Jan Horák. V první části je teoretický popis vícekriteriálního rozhodování a jeho metod použitých v návrhové části. V analytické části jsou popsány důvody pro využití vícekriteriálního rozhodování. V návrhové části jsou popsány varianty, ze kterých bylo vybíráno, a pomocí metod vícekriteriálního rozhodování je vybrána vhodná varianta tahače pro podnik.

Klíčová slova

Vícekriteriální rozhodování, kritéria, rozhodování, hodnocení, varianty, výběr tahače.

Annotation

The subject of the bachelor's work is selection the suitable truck for renewal of vehicle fleet in the company Jan Horák. The theoretical description of multiple criteria decision and its methods are in the first part. The reasons for application of multi criteria decision are described in the analytical part. The options and the multiple criteria decision's methods are described in design part.

Keywords

Multi criteria decision, criteria, decision, evaluation, variants, truck's selection

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce panu Ing. Ladislavu Vanišovi za odborné vedení a cenné rady při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Janu Horákovi za spolupráci a poskytnutí potřebných informací. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem expertům, kteří mi poskytli poklady k určení důležitosti kritérií.

Obsah

1	Úvod	9
2	Teoretická část – Management, řízení a rozhodování	11
2.1	Management	11
2.2	Řízení	11
2.3	Rozhodování	12
2.3.1	Monokriteriální rozhodování	14
2.3.2	Vícekriteriální rozhodování.....	15
2.3.2.1	Stanovení vah důležitosti jednotlivých kritérií	18
2.3.2.2	Metody ohodnocení variant podle vah jednotlivých kritérií	22
2.3.2.3	Výběr nejvhodnější varianty.....	26
3	Analytická část	27
3.1	Analýza podniku	27
3.1.1	Historie podniku.....	27
3.1.2	Současná analýza podniku.....	28
3.2	Požadovaná konfigurace vozidel	29
3.3	Odůvodnění použití vícekriteriálního rozhodování	30
3.4	Výběr rozhodovacích kritérií	31
4	Návrhová část	33
4.1	Představení porovnávaných vozidel	33
4.1.1	DAF XF 480 FT.....	33
4.1.2	MAN TGX 18.460 BLS	34
4.1.3	Mercedes-Benz Actros – 1845 LS.....	35
4.1.4	SCANIA R450 LA.....	36
4.1.5	VOLVO FH 42.....	37
4.2	Stanovení vah důležitosti jednotlivých kritérií	38
4.2.1	Stanovení důležitosti kritérií metodou pořadí	38

4.2.2	Stanovení důležitosti kritérií metodou bodovací	40
4.2.3	Stanovení důležitosti kritérií metodou párového srovnání	42
4.3	Ohodnocení vybraných variant	46
4.3.1	Ohodnocení variant metodou pořadové funkce	46
4.3.2	Ohodnocení variant metodou bodovací	47
4.3.3	Ohodnocení variant metodou bazickou	48
4.3.4	Ohodnocení variant metodou dílčích funkcí užítku	49
4.4	Určení nejvhodnější varianty	51
5	Závěr	53
6	Citovaná literatura	54
7	Seznam obrázků	56
8	Seznam tabulek	58

1 Úvod

V dnešní době, kdy malé, střední i velké podniky ve všech odvětvích čelí rostoucí konkurenci, musí všechny podniky klást větší důraz na ekonomické aspekty zvyšující zisk, který je cílem každého podnikatele či obchodní společnosti. Velké a střední firmy většinou zaměstnávají ekonomy a právníky, kteří mají za úkol optimalizovat výnosy a náklady. Odborníci se starají také o kvalitní zpracování obchodních smluv, což podnikům rovněž zajišťuje vyšší výnosy, ale zejména nižší riziko smluvních pokut. Na rozdíl od větších obchodních korporací se individuální podnikatelé o finanční i právní záležitosti musí postarat sami, protože by náklady na zaměstnávání specialistů převyšovaly jejich finanční možnosti.

Z tohoto důvodu by bylo podle mého názoru jistě přínosem zvýšit finanční a právní gramotnost již v rámci povinné školní docházky. Domnívám se, že již na základních školách by měla být obsahem rámcových a školních vzdělávacích programů výuka o základních ekonomických principech a pravidlech hospodaření nejen domácností, ale i podniků. Mladí lidé by potom byli schopni se lépe orientovat v ekonomických a finančních záležitostech a nedostávali by se do existenčních problémů z důvodu nepřiměřených a nepromyšlených investic.

Vzhledem k tomu, že bych chtěl pomáhat s hodnocením a výběrem nejvhodnějších investic v technických odvětvích, rozhodl jsem se pokračovat ve svém studiu na ústavu Řízení a ekonomika podniku Fakulty strojní ČVUT v Praze, kde bych chtěl rozšiřovat své znalosti pro můj budoucí pracovní život.

Moje dosavadní životní cesta je úzce spjata s rodinnou firmou mého otce, která podniká v silniční nákladní dopravě. Již od raného dětství jsem se zapojoval do technických prací spojených s opravami a údržbou vozového parku. Ve zmíněné firmě již od roku 2015 vedu daňovou evidenci, od roku 2016 zpracovávám mzdy zaměstnanců, a i nadále se snažím pomáhat jako automechanik tahačů a návěsů.

Součástí mé práce je pomáhat při řešení široké škály úkolů a rozhodnutí, které jsou každodenním chlebem drobného podnikatele. S mým otcem, majitelem firmy, budeme muset v blízké budoucnosti vyřešit problém, kterým se stává nerentabilita provozu nejstaršího z provozovaných tahačů.

Mým cílem v této bakalářské práci je získat podklady pro koupi nového tahače návěsů, srovnat je pomocí vícekritériálního rozhodování a vybrat nejlepší variantu pro koupi a provoz při přepravě zboží.

2 Teoretická část – Management, řízení a rozhodování

2.1 Management

Bohumír Štědroň a kolektiv uvádí ve své knize Manažerské rozhodování v praxi tuto definice managementu: „Management lze chápat jako proces koordinování činností skupiny pracovníků, realizovaný jednotlivcem nebo skupinou lidí za účelem dosažení určitých výsledků, které nelze dosáhnout individuální prací.“

Management je jedna z nejdůležitějších součástí pro optimální fungování a rozvoj. Bez správného fungování managementu nemůže být zdaleka využit potenciál, který v dnešní době vrcholného ekonomického růstu tkví v téměř každém technickém odvětví.

Moderní management spojuje mnoho disciplín. V první řadě ekonomii, podle které se mnohdy posuzuje úspěšnost manažerů. Dalšími odvětvími managementu jsou sociologie, psychologie a etika, což jsou nejdůležitější aspekty při vedení podřízených lidí. Neposlední podmínkou pro působení v roli manažera je zvládnutí základních kybernetických funkcí, které jsou v dnešní době nezbytné pro předvídání a plánování následujícího vývoje podniku, dále pro prezentování zamýšlených postupů, a nakonec pro výsledné zpracování dat. [1]

2.2 Řízení

Jedním z ekvivalentů slova management v české jazyce je slovo řízení.

Řízení ve smyslu slova management je chápáno jako řízení v organizacích. Řízení probíhá řídicími subjekty (ředitel, manažer, vedoucí, ...), kteří řídí řízené objekty (podřízená osoba, která plní pokyny řídicích subjektů). [2; 1]

Aby mohlo fungovat řízení jako společenský proces, je potřeba dodržovat několik podmínek:

- a) Řídicí subjekt ovládá činnost řízeného objektu, který je činitelem ve společenském procesu a má jiné postavení a poslání než řídicí

subjekt. Předpokládá se, že řízený objekt má svou vlastní psychiku a je schopen svého vlastního sebeřízení.

- b) Řídící subjekt má pravomoci a autoritu, se kterou může působit na řízený objekt podle své vůle, aby docílil jeho žádoucího chování.
- c) Řídící působení řídicího subjektu se promítá při rozhodování o cílech, metodách, času, prostoru a místě aktivit níže postaveného řízeného objektu.
- d) Řídící subjekt musí rozhodovat minimálně ze dvou variant chování řízeného objektu a měl by zvolit optimálnější možnost pro dosažení vytyčeného cíle.
- e) Řízený objekt musí být schopen chování, které požaduje řídící subjekt při cestě k dosažení cíle.
- f) Řídící subjekt dostává zpětnou vazbu o chování řízeného objektu. [1]

V dnešní době by řídící subjekty pro efektivní dosahování stanovených cílů měli postupovat podle doporučených postupů nebo jejich blízkých modifikací, které se odvíjejí od konceptu jednoho ze zakladatelů teorie managementu H. Fayola z roku 1916. Dle jeho teorie jsou řídicími funkcemi:

- a) Plánování – vytyčení cíle a optimální strategie k jejímu dosažení.
- b) Organizování – organizace dostupných prostředků pro optimální vývoj činnosti.
- c) Personalistika – výběr nejvhodnějších spolupracovníků pro kvalitní splnění naplánovaného úkolu.
- d) Vedení – působení na řízené objekty za účelem docílení požadovaného chování.
- e) Kontrolování – kontrola dodržování kvality, časových harmonogramů, čerpání prostředků a dalších aspektů při postupu k cíli. [2]

2.3 Rozhodování

Rozhodování je klíčovou činností managementu. Správné rozhodnutí je nutnou, nikoli postačující podmínkou pro dosažení vytyčeného cíle a zcela závisí na manažerovi. Chybné manažerské rozhodnutí způsobuje to, že všechny navazující aktivity, byť utvářeny podle určených instrukcí, směřují nesprávným směrem. [1]

Hlavním významem použití rozhodování je při řešení nepřehledných situací, kdy manažer nemá dostatek informací, ale má představu, že by mohlo rozhodnutí v dané situaci i za cenu rizika přinést úspěch. V této situaci vzniká potřeba rozhodovatele využít postupy a metody, které by svým přístupem odpovídaly rozhodování. [1]

Význam rozhodování je hlavně v situacích, kdy kvalita a výsledky vykonávaných činností bezprostředně ovlivňují fungování a budoucí vývoj podniku. Nesprávné rozhodnutí může mít za následek neúspěšnost podnikatelského záměru, proto je při každém rozhodnutí důležité správně vymezit a definovat řešený problém. Nepříjemná skutečnost ovšem je, že při výskytu problémů mnoho manažerů většinou dokáže správně specifikovat pouze vnější symptomy, ale příčiny vzniku komplikací jim při hledání způsobují problémy (například: Pokles nebo nedocílení množství prodejů vybraného produktu, může způsobit nepřiměřeně vysoká cena, nedostačující kvalita výrobků či špatná práce marketingových a obchodních zástupců.). [1; 3]

Význam rozhodování je současně závislý na objemu všech disponibilních zdrojů. V dnešní době, kdy je na trhu práce nedostatek lidských zdrojů a zároveň jsou tendence snižovat náklady na výrobu, je důležité, aby manažer zajistil za pomoci rozhodovacích procesů optimální uskutečnění zadaných projektů. [1]

Naším zájmem při použití operační analýzy je management komplexních systémů, kde manažer nebo skupina manažerů má rozhodovací funkci a kde metody operační analýzy mají vytvářet pro rozhodovatele vědecky zdůvodněné podklady. Díky těmto podkladům můžeme rozhodování brát jako nenáhodnou volbu z množiny variant a tuto volbu můžeme provádět na základě odvozených důsledků známých variant vztažených ke zvoleným kritériím z pohledu splnění naplánovaného cíle. [1]

Jako předpoklady vytvoření úspěšného rozhodnutí můžeme brát:

- Přesné zformulování cíle, který bychom chtěli dosáhnout.

- Získání dostatečného množství informací, kterými jsou analýza relevantního okolí, zformulování variant, výběr vhodných kritérií, vyvození a zhodnocení důsledků jednotlivých variant.
- Dostatečnou kvalifikovanost rozhodujících manažerů a jejich vybavení vhodnými metodami, prostředky a vědomostmi. [1]

V praxi může rozhodování probíhat podle jednoho hlediska (monokriteriální rozhodování) nebo podle více často protichůdných kritérií (vícekriteriální rozhodování). Každý typ rozhodování má svá pozitiva, ale také může mít negativní stránky. [4]

2.3.1 Monokriteriální rozhodování

Využití rozhodování podle jediného kritéria je prakticky mnohem jednodušší než podle více kritérií, jeho zpracování trvá kratší dobu a je méně pracné než rozhodování z více možných kritérií. [1; 4]

Na druhou stranu při takovémto zjednodušeném řešení může nastat případ, kdy dojde k zanedbání faktorů, které by jinak byly při výběru nejvhodnějšího řešení daného problému velmi důležité. Nedoporučuje se tudíž používat při důležitých rozhodnutích, za které považujeme investice, které budeme používat po delší časový úsek. [1; 4]

Jako příklad by mohlo sloužit jednoduché nakupování v supermarketech. Při výběru pochutin se lidé mnohdy rozhodují podle jediného kritéria a tím je ve většině případů cena. Namísto porovnání kvality s jiným, častokrát diametrálně chuťově lepším produktem se zanedbatelně zvýšenou cenou, u nakupujících osob bez rozmyslu rovnou vítězí levnější možnost.

Někteří manažeři se snaží převádět všechna hodnotící kritéria do finanční podoby. Tato změna může být v některých situacích iracionální, protože některá kritéria lze do finančního vyjádření přetvořit jen velmi násilně a u mnohých je to zcela nemožné. [4]

Vhodnost použití jednokriteriálního nebo vícekriteriálního rozhodování můžeme posuzovat podle různých faktorů, kterými jsou:

- Jaká bude důležitost rozhodnutí z pohledu dlouhodobého ovlivnění podniku a jak závažné to bude rozhodnutí pro podnik.
- Jak dlouhý časový úsek má rozhodce na učinění volby.
- Jakou znalostí v oblasti teorie vícekriteriálního rozhodování rozhodce disponuje.
- Zda rozhodce disponuje příslušenstvím podporujícím vícekriteriální rozhodování. [4]

Pokud kritéria z důvodu složitosti nebo dlouhodobosti nespĺňují pravidla pro monokriteriální rozhodování, měli bychom použít rozhodování vícekriteriální.

2.3.2 Vícekriteriální rozhodování

Vícekriteriální rozhodování se používá právě tehdy, když potřebujeme vybrat jednu možnost z více možných, které by bylo možné svými parametry jen velmi těžce převést na jednokriteriální rozhodování. Důvodem je při těchto rozhodnutích například protichůdnost rozhodovacích parametrů nebo značná rozmanitost důležitých parametrů. Složitější rozhodovací aplikaci můžeme ovšem použít jen za předpokladu větší časové dispozice před nutností vyvození výsledku, než bychom potřebovali při jednokriteriálním rozhodování. [1; 4]

Při řešení pomocí vícekriteriálního rozhodování je dobré řídit se tímto postupem:

- a) Prvním bodem při našem rozhodování je důkladné zanalyzování rozhodovací situace. Tím je myšleno, že máme vyjít z prozkoumání, popisu problému a ujasnit si podmínky, za kterých budeme rozhodovat. Dále si musíme uvědomit, jakými zdroji budeme při rozhodnutí a realizaci moci disponovat (finanční prostředky, lidské zdroje, technické prostředky a časové omezení).
- b) V druhém bodě postupu si musíme stanovit globální cíle, kterých chceme dosáhnout. Globální cíl bývá většinou obecný a musíme ho ještě rozdělit na dílčí cíle. Při dělení cílů musíme dát pozor

na konzistentnost, úplnost a také, abychom neduplikovali cíle, což by mohlo vést ke zkreslení výsledků.

c) Dalším bodem by mělo být určení kritérií, podle nichž bude probíhat rozhodnutí.

d) Čtvrtým bodem při rozhodnutí bude stanovení důležitosti jednotlivých kritérií, které může být nejjednodušeji řešeno pouhým seřazením od nejdůležitějších až po nejméně důležité. Složitějším způsobem hodnocení kritérií je tzv. kvantifikací, kdy rozhodce určuje preference pomocí váhy kritérií. Vzhledem k tomu, že většina metod vícekriteriálního rozhodování nutně potřebuje pro své řešení váhy kritérií, je stanovení důležitosti velmi důležité pro další postup řešení. Pokud je rozhodce schopen své preference vyjádřit číselně, pak je vhodné postupovat následujícími metodami:

- Bodovací metoda
- Přímá metoda stanovení normovaných vah
- Saatyho metoda

Pokud rozhodce nedokáže kvalitně vyjádřit preference daných kritérií, je vhodné využít metody:

- Metodu pořadí vah podle jejich důležitosti
- Metodu párového srovnání

e) Další částí postupu při snaze o provedení vhodného rozhodnutí bude vytvoření možných variant pro řešení daného problému. Příprava se liší v závislosti na povaze rozhodování:

- Při rozhodování o dodavateli výrobku či poskytovateli služeb bychom měli zrealizovat výběrové řízení. Za jednoduché výběrové řízení lze brát vyhledání dodavatelů na jejich internetových stránkách a jejich následné kontaktování za účelem získání vypracované nabídky. Na činnosti, které podléhají zákonu o státních zakázkách, musí být použita složitější a časově náročnější forma, kterou je vypsání výběrového řízení.

- Při výběru navazujícího rozvoje podniku by měl být návrh varianty rozvoje vytvořen rozhodovatelem nebo jinou osobou z podniku.
- f) Následujícím bodem postupu je zanalyzování variant z předchozího bodu. Analýza se liší podle toho, zda se jedná o kvantitativní nebo kvalitativní kritéria. U kvantitativních kritérií můžeme jejich hodnoty snadno odečíst z vytvořené nabídky, katalogu nebo internetových stránek dodavatele. Kvůli číselné hodnotě, která nese charakter kvantitativního kritéria, lze varianty mezi sebou jednodušeji srovnávat. Druhou možností je kritérium kvalitativní. Toto kritérium je mnohem obtížněji a subjektivněji zpracovatelné. Pro zjištění dané hodnoty je většinou používáno dotazníkové šetření, při kterém je experty stanovováno hodnocení podle předem vytvořených slovních bodovacích stupnic.
- g) Dalším důležitým bodem je výběr vhodné hodnotící metody. Protože se jich v praxi vícekriteriálního rozhodování užívá kolem třiceti různých, musíme z nich vybrat nejvhodnější podle:
- Konečnosti množiny přípustných řešení, což znamená, že používáme buď metody hodnocení variant nebo metody vektorové optimalizace.
 - Požadované informace o preferencích kritérií, kde můžeme využívat metody, které nevyžadují informace o váze kritérií, přes metody s použitím vah kritérií, až po metody pracující s aspiračními metodami.
 - Okamžiku, kdy potřebujeme informace o váhových koeficientech. Existují metody, kde jsou používána vážená kritéria před provedením výpočtu, ale i metody, při kterých si rozhodovatel určuje hodnoty vah až při výpočtu.
 - Způsobu agregace dílčích kritérií, podle něhož bychom si měli vybrat z metod, při kterých se hodnotí přímo nebo metodou párového srovnání.
 - Složitosti používaného matematického aparátu a náročnosti při výpočtu. Při tomto rozhodování si musíme rozmyslet,

zda budeme provádět základní výpočty, které se dají zvládnout ručně na papír nebo jestli budeme mít větší objem výpočtů a vyšší složitost, na které budeme potřebovat počítačový program.

- h) Dalším bodem rozsáhlého postupu je výpočet, při kterém aplikujeme váhová kritéria a hodnoty daných kritérií do zvoleného postupu. Jedná-li se o velmi závažné rozhodnutí, které bude aplikováno po delší časový úsek, je vhodné použít citlivostní analýzu, za kterou můžeme považovat výpočet pomocí různých metod.
- i) Po výpočtu podle daných metod následuje analýza výsledků. Výsledky potřebují podrobné zanalyzování a z nich vyvození vhodných závěrů. Při vyhodnocení různými metodami bychom měli tyto metody srovnat a vyhodnotit souhlasnost či rozdílnost výsledků podle rozdílných metod.
- j) V posledním bodu postupu, který navazuje na kvalitní výpočet a analýzu výsledků, musí manažer rozhodnout, která z daných nabídek bude pro podnik v určité situaci nejvýhodnější. Výběr výsledné varianty provádí manažer, který nese za rozhodnutí plnou zodpovědnost. Pro manažera je výsledek analýzy jen doporučující. Může vzít v úvahu i další rizikové faktory a zvolit například druhou nejvýhodnější variantu. [4]

2.3.2.1 Stanovení vah důležitosti jednotlivých kritérií

Důležitost jednotlivých kritérií v rozhodovacím procesu je koeficientem, kterým jsou jednotlivá kritéria zastoupena při určení výsledné agregace a výběru nejvhodnější varianty.

Spolehlivé stanovení důležitosti kritérií bývá obtížné, ale ve výsledku na něm závisí důvěryhodnost rozhodnutí. Aby mělo rozhodnutí vyšší vypovídající hodnotu, je vhodné provést citlivostní analýzu, za kterou budeme považovat výpočet koeficientu shody pro každou použitou metodu stanovení vah kritérií. [1]

Za koeficient shody budeme považovat Kendallův koeficient konkordance (1) [5]

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (m^3 - m)} \quad (1)$$

Do této rovnice vstupují následující parametry:

Wkoeficient konkordance

W = <0;1>

α_{kj}pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

k.....číslo kritéria

ppočet kritérií

pro k = {1, 2, ..., p}

j.....číslo experta

m.....počet expertů

pro j = {1, 2, ..., m}

Výsledný koeficient konkordance by se měl co nejvíce blížit k hodnotě 1, která znamená úplnou shodu expertů. Pro výsledné zpracování musí být koeficient shody alespoň 0,5. Kdyby shoda expertů podle žádné z použitých metod nedosahovala požadované hodnoty, bylo by nezbytné zavést další rozhodovací kritéria nebo získat srovnání od dalších expertů. Pro stanovení vah kritérií budou použity metody pořadí, bodovací a párového srovnání, z nichž bude použita metoda s nejlepší shodou. [5]

a) Metoda pořadí

Metoda pořadí se zakládá na tom, že každý hodnotící expert přiřadí každému kritériu pořadí podle toho, jak je pro něj důležité. Je-li celkový počet hodnotících kritérií roven číslu s, hodnotitel označí nejdůležitější kritérium hodnotou s, druhý nejdůležitější parametr se označuje číslem (s-1) a obdobně se postupuje až k číslu 1, které je určeno nejméně důležitému kritériu. [1]

Celkový součet hodnocení r-tého kritéria se určí podle vztahu (2) [1]

$$v_r = \sum_{e=1}^q v_{er} \quad (2)$$

Proměnné v této rovnici znamenají:

v_rváha důležitosti r-tého kritéria

r číslo kritéria

q počet hodnotících expertů

e číslo experta

pro $e = \{1, 2, \dots, q\}$

v_{er}váha hodnocení r-tého kritéria podle e-tého experta

Stanovení důležitosti r-tého kritéria se určuje podle vztahu (3) [1]

$$p_r = \frac{v_r}{\sum_{r=1}^s v_r} \quad (3)$$

Další parametry znamenají:

p_rvýsledná váha důležitosti r-tého kritéria podle všech expertů

spočet hodnocených kritérií

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

Metoda pořadí je vhodná pouze pro malý počet kritérií, protože při počtu kritérií větším než 20 bude velmi složité určit pořadí podle důležitosti. [1]

b) Metoda bodovací

Při použití bodovací metody expert hodnotí daná kritéria podle vhodné zvolené stupnice. Hodnotitel nejprve zvolí vhodný rozsah bodovací stupnice. Nejčastěji bývá použito rozmezí od 1 do 5 nebo od 1 do 10, ze kterého je následně vybráno hodnocení důležitosti podle zvolených expertů. Vyšší udané hodnocení znamená, že kritérium je podle daného experta důležitější. Při hodnocení může být expertem přiřazena stejná bodová hodnota většímu množství rozdílných kritérií. [1]

Pro stanovení váhy důležitosti r-tého kritéria podle e-tého experta je užívána rovnice (4) [1]

$$p_{er} = \frac{z_{er}}{\sum_{r=1}^s z_{er}} \quad (4)$$

V této rovnici vystupují tyto algebraické výrazy:

p_{er}stanovení váhy důležitosti r-tého kritéria podle e-tého experta

z_{er}hodnocení přiřazené r-tému kritériu e-tým expertem

s.....počet kritérií

rčíslo kritéria

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

Při získávání výsledné váhy důležitosti r-tého kritéria budeme využívat rovnici (5) [1]

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q p_{er}}{q} \quad (5)$$

V této rovnici jsou užity tyto nové algebraické výrazy:

p_rvýsledná váha důležitosti r-tého kritéria

qpočet expertů

ečíslo experta

pro $e = \{1, 2, \dots, q\}$

Bodovací metoda může být oproti metodě pořadí použita i pro větší množství rozdílných kritérií. [1]

c) Metoda párového srovnání

Metoda párového srovnání je vhodná hlavně pro rozhodování z většího množství rozličných kritérií a pro zpracování pomocí počítače. Srovnávání probíhá tak, že každý expert vybere z každé dvojice kritérií (dvojice jsou vytvořeny všemi možnými kombinacemi srovnávaných kritérií) kritérium, které má podle jeho názoru vyšší vypovídací schopnost. Vybraná kritéria jsou následně každým expertem vkládána do vlastní čtvercové tabulky, kde je každé kritérium obsaženo v každém řádku a každém sloupci právě jednou. Dále se na průsečík kritéria v sloupci a v řádku zapíše číslo 1, pokud má podle hodnotitele větší vypovídací schopnost kritérium v řádku, v opačném případě se na toto místo doplní číslo 0. Průsečíky stejných kritérií v řádku a sloupci, které bývají zpravidla na diagonále, se proškrtávají. [1]

Pro výpočet výsledné váhy důležitosti je využíván vztah (6) [1]

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q u_{er}}{\sum_{r=1}^s \sum_{e=1}^q u_{er}} \quad (6)$$

Do této rovnice vstupují následující parametry:

p_rváha důležitosti r-tého kritéria

q počet expertů

e číslo experta

pro $e = \{1, 2, \dots, q\}$

u_{er} hodnocení r-tého kritéria e-tým expertem

spočet kritérií

r číslo kritéria

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

2.3.2.2 Metody ohodnocení variant podle vah jednotlivých kritérií

Ohodnocením variant a sloučením se stanovenými vahami daných kritérií získáme výsledné pořadí.

Hodnotící kritéria mohou být buď kvalitativní nebo kvantitativní.

Kvalitativní kritéria jsou charakteristická tím, že u jednotlivých variant rozhodujeme, zda vyhovují či nevyhovují zadaným požadavkům nebo jestli je jedna varianta vhodnější než jiná, například: barva.

Kvantitativní kritéria je možné vyjádřit číselnými hodnotami reprezentujícími jednotlivé varianty. Při hodnocení kvantitativních kritérií je důležité rozlišovat, zda je kritérium nákladové či výnosové. U nákladových kritérií je nejvyšší užitek dosahován minimálními hodnotami variant. Výnosová kritéria jsou nejlépe hodnocena při maximálních hodnotách.

Pro ohodnocení variant se nejčastěji používají následující metody.

a) Metoda pořadové funkce

Metodu pořadové funkce je možné používat i v případech, kdy není možné vyhodnotit všechny varianty podle některého z kritérií. Při užití této metody jde o seřazení variant podle daného kritéria od nejhorších, kterým jsou postupně přiřazovány body od 1 do v , které se rovná počtu variant. Při rovnosti dvou nebo více variant podle stejného kritéria jsou hodnoceny stejným počtem bodů a další lepší varianta má hodnotu o 1 vyšší. V tomto případě bude nejlepší varianta hodnocena pouze body rovnajícími se číslu rozdílných variant. [1]

Výsledná agregace t -té varianty je následně dána vztahem (7) [1]

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r \times g_r(x_t) \quad (7)$$

V tomto vztahu se nalézají následující proměnné:

w_t výsledné hodnocení t -té varianty

vpočet variant

t číslo varianty

pro $t = \{1, 2, \dots, v\}$

spočet kritérií

r číslo kritéria

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

p_rváha důležitosti r -tého kritéria

$g_r(x_t)$...hodnota pořadí t -té varianty podle r -tého kritéria

b) Metoda bodovací

Metoda bodovací se v praxi využívá velmi často. Základem této metody je zvolení vhodné bodovací stupnice, podle které budou dané varianty hodnoceny. V praxi jsou nejčastěji užívány pěti nebo desetibodové stupnice. Vhodně zvolená stupnice určuje kvalitu rozhodovacího procesu. Použitá stupnice musí být pro všechna kritéria stejná. Při hodnocení výnosových kritérií odpovídá větší počet bodů vyšší hodnotě a u nákladových kritérií je vyšší bodové hodnocení přisuzováno nižší hodnotě.

Po obodování variant podle jednotlivých kritérií a zvolené stupnice se výsledná agregace určí jako vážený součet podle vztahu (8) [1]

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r \times b_{tr} \quad (8)$$

V tomto vztahu se nalézají následující proměnné:

w_t výsledné hodnocení t-té varianty

v počet variant

t číslo varianty

pro $t = \{1, 2, \dots, v\}$

s počet kritérií

r číslo kritéria

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

p_r váha důležitosti r-tého kritéria

b_{tr} počet bodů přiřazených t-té variantě podle r-tého kritéria

c) Metoda bazická

Bazická metoda je určena pro agregování kvantitativních kritérií. Při agregaci touto metodou je brána vedle srovnávaných variant také varianta základní neboli z anglického překladu varianta bazická. Bazickou variantu můžeme buď vybrat jako jednu z porovnávaných variant, vytvořit variantu z průměrných hodnot kritérií anebo vytvořit tzv. ideální variantu podle představ rozhodovatele. [1]

Srovnání t-té varianty s bazickou variantou podle r-tého kritéria **nákladového** typu probíhá podle vztahu (9) [1]

$$h_{tr} = \frac{H_{Zr}}{H_{tr}} \quad (9)$$

Srovnání t-té varianty s bazickou variantou podle r-tého kritéria **výnosového** typu probíhá podle vztahu (10) [1]

$$h_{tr} = \frac{H_{tr}}{H_{Zr}} \quad (10)$$

Ve vzorcích (9 a 10) vystupují tyto parametry:

h_{tr} koeficient t-té varianty podle r-tého kritéria

s.....počet kritérií

rčíslo kritéria

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

v.....počet variant

tčíslo varianty

pro $t = \{1, 2, \dots, v\}$

H_{tr} hodnota t-té varianty podle r-tého kritéria

H_{zr} hodnota základní varianty podle r-tého kritéria

Výsledná agregace bazické metody je určena váženým součtem vah důležitosti jednotlivých kritérií a bazických koeficientů dle vztahu (11).

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r \times h_{tr} \quad (11)$$

V této rovnici jsou užity tyto nové algebraické výrazy:

w_t výsledné hodnocení t-té varianty

p_rvýsledná váha důležitosti r-tého kritéria

d) Metoda lineárních dílčích funkcí užitku

Při hodnocení kvantitativních kritérií metodou dílčích funkcí užitku se vychází z předpokladu, že odpovídající dílčí funkce užitku je lineární. Tyto dílčí funkce se stanoví tak, že nejlepší hodnotě, která u nákladových kritériích odpovídá nejnižší a u výnosových kritériích nejvyšší hodnotě, pro nejlepší hodnotu je užitek $h_{tr} = 1$, nejhorší hodnotě odpovídá $h_{tr} = 0$ a tyto body lineárně spojíme. Tato spojnice je následně grafickým zobrazením lineární funkce užitku. [6]

Dílčí agregace t-té varianty r-tého kritéria metodou dílčích funkcí užitku pro nákladové kritérium je stanovena vztahem (12) [6]

$$h_{tr} = \frac{x_r \max - x_{tr}}{x_r \max - x_r \min} \quad (12)$$

Pro výnosové kritérium je tento vztah upraven do následujícím tvaru.

$$h_{tr} = \frac{x_{tr} - x_r \min}{x_r \max - x_r \min} \quad (13)$$

Ve vztazích (12 a 13) se nalézají následující parametry:

h_{tr} koeficient užitku t-té varianty podle r-tého kritéria

s počet kritérií

r číslo kritéria

pro $r = \{1, 2, \dots, s\}$

v počet variant

t číslo varianty

pro $t = \{1, 2, \dots, v\}$

$x_{r \max}$... hodnota r-tého kritéria s největším užitkem

$x_{r \min}$... hodnota r-tého kritéria s nejmenším užitkem

x_{tr} hodnota t-té varianty podle r-tého kritéria

Výslednou agregaci metodou dílčích funkcí užitku získáme ze vztahu (14) [1]

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r \times h_{tr} \quad (14)$$

V této rovnici jsou užity tyto nové proměnné:

w_t výsledné hodnocení t-té varianty

p_r výsledná váha důležitosti r-tého kritéria

2.3.2.3 *Výběr nejvhodnější varianty*

Vhodnost variant je uspořádána podle výsledné agregace w_t . Rozhodovatel by měl vybrat tu variantu, která má celkové w_t nejvyšší hodnoty. V případě shody dvou w_t rozhodovatel může zavést další kritérium výběru, nebo zvolí libovolnou z těchto variant. [1]

3 Analytická část

3.1 Analýza podniku

3.1.1 Historie podniku

Historie rodinného podniku sahá až do roku 1996. A stejně jako každý začátek, i start nového podnikání nebyl vůbec jednoduchý. Na počátku se musí začínající podnikatel vypořádat s mnoha problémy, které ne vždy dokáže dopředu předvídat. Musí se zorientovat v daném odvětví, vyrovnat se s neznalostí zákonů, byrokratickými překážkami, finančními problémy, a dokonce i s určitou mírou naivity. Ale bez ní by asi ani nikdo v této zemi podnikat nezačal. [7]

V létě roku 1996 si můj otec Jan Horák v místě svého tehdejšího bydliště v Žišově u Veselí nad Lužnicí svařil nástavbu pro plachtu na podvozek starého nákladního automobilu Avia, který předtím sloužil jako karavan. [7]

V září roku 1996 získal tehdy 24letý Jan Horák koncesované živnostenské oprávnění pro provozování silniční nákladní dopravy. Největší zkouškou a tvrdým oříškem se v prvních dnech podnikání ukázalo být získání pracovních zakázek. Díky šťastné shodě náhod se ale prvními pracovními příležitostmi staly přepravy a stěhování nábytku. [7]

Po ukončení činnosti nábytkářského podniku v roce 1999 tak musel dopravce hledat další pracovní příležitosti, tedy podniky či přepravní společnosti, pro které by mohl uskutečňovat přepravy. Dalším podnikem, se kterým dopravní firma začala úzce spolupracovat, byla tábořská společnost ZAS (dnešní DHL). Struktura nákladů se změnila, jednalo se o přepravy na paletách, které tento podnik uskutečňuje dodnes. [7]

Roku 2002 došlo k modernizaci vozového parku, majitel vyměnil starou Avii za nový nákladní automobil Daewoo. Tím značně zvýšil hmotnost nákladů, které mohl převážet. Z původní hmotnosti 5 tun na 12 tun. S tímto vozem byla rozšířena působnost podnikání z čistě vnitrostátní i na příležitostné mezinárodní přepravy po Evropské unii. [7]

V březnu roku 2008 podnikatel znovu změnil svůj prostředek pro podnikání. Došlo k prodeji nákladního automobilu Daewoo a k nákupu nové kamionové soupravy skládající se z tahače návěsů MAN TGA a návěsu značky KRONE. Tento komplet slouží v tomto přepravním podniku do současnosti. Právě pro tento tahač návěsů mám kvůli zvyšujícím se nárokům na údržbu zajistit výběr nejvhodnější alternativy na obnovení dle zadaných kritérií - viz. praktická část. [7]

Do prosince 2016, kdy podnik rozšířil svůj vozový park o tehdy tříletý tahač MAN TGX s pětiletým návěsem SCHMITZ Cargobull a zaměstnal prvního řidiče, působil na českém dopravním trhu pouze s jediným vozidlem.

3.1.2 Současná analýza podniku

Autodoprava Jan Horák je rozvíjející se podnik sídlící ve městě Veselí nad Lužnicí, 30 kilometrů severně od Českých Budějovic.

Podnik v současné době zaměstnává dva řidiče. Mojí náplní práce je personalistika, mzdové účetnictví, vedení daňové evidence a zároveň funkce dispečera. Podnik je stále řízen panem Janem Horákem, který do dnešní doby vykonává funkci řidiče a rovněž dispečera. [7]

Autodoprava Jan Horák má v současnosti velmi různorodou klientelu. Mezi hlavní obchodní partnery a odběratele podnikových služeb patří Tereos TTD, a. s. (cukrovary), Fontea a. s. (výroba limonád), Efko s. r. o. (výroba sterilované zeleniny) a Baumit spol. s. r. o. (výrobce omítkovin). [7]

Podnik v současnosti disponuje třemi tahači (MAN TGA r. v. 2008 a 2x MAN TGX r. v. 2013) a čtyřmi návěsy (KRONE r. v. 2008 a 3x SCHMITZ Cargobull r. v. 2011, 2018 a 2019), kterými jsou denně uskutečňovány přepravy v rámci střední a západní Evropy. [7]

Protože se při provozu jedenáctiletého tahače MAN TGA blíží doba, kdy začne být provoz vozidla nerentabilní z důvodu zvyšujících se nákladů na opravy, byl mi panem Horákem zadán úkol, který má připravit nejvhodnější alternativu pro výměnu tohoto ojetého tahače za nový.

Mým úkolem je získat informace a cenové nabídky od těchto renomovaných výrobců nákladních vozidel: DAF, MAN, Mercedes-Benz, Scania a Volvo. Po získání všech parametrů pro možnost srovnání bude nutné vybrat kritéria, podle kterých bude prováděn výběr optimální varianty. Dalším krokem vypracování bude určení váhových koeficientů podle hodnotících expertů pomocí různých metod, z kterých bude vybrána pro výsledné zhodnocení metoda vykazující nejvyšší koeficient shody podle hodnotících expertů. Pro dané varianty bude provedena agregace variant a následně bude proveden výběr nejvhodnější varianty pro provoz vozidla v podniku.

3.2 Požadovaná konfigurace vozidel

V dnešní době, kdy výrobci bojují o každého zákazníka, který by od nich mohl koupit nové vozidlo, je možnost si nakonfigurovat automobily přesně podle svého požadavku.

Kvůli objektivnímu srovnání daných vozidel mi pan Horák zadal přibližné parametry, podle kterých bych se měl řídit při žádosti o cenové nabídky u každého z dealerů.

Prvním parametrem pro konfiguraci je velikost a výkon motoru. Podle zkušeností s provozováním vozidel s 440 koňskými silami je tento výkon pro přepravy vážící 24 tun hraniční. Z tohoto tvrzení vyplývá, že by výkony vozidel měly být minimálně 440 koní.

Dalším požadovaným parametrem je zdvihový objem motoru, který většina výrobců vytváří v této střední výkonové třídě ve dvou provedeních 10 - 10,5 litrů a 12 - 13 litrů. Pro tyto těžkotonážní přepravy jsou z důvodu vyššího kroutícího momentu požadovány motory z vyšší objemové skupiny.

Další důležitou funkční jednotkou je převodovka. Pro náš případ výběru bude použita převodovka automatická, která je v současnosti využívána ve většině nákladních vozidel.

Toto vozidlo bude užíváno pouze pro přepravu nákladů o celkové hmotnosti do 26 tun. To znamená, že celková hmotnost plně naložené soupravy nebude přesahovat 42 tun povolených pro provoz na českých dopravních komunikacích pro pětiosá vozidla. K používaným tříosým návěsům je tedy

ideální konfigurace náprav 4x2, značící vozidlo s dvěma nápravami, z nichž jedna je poháněna. Protože vozidlo bude většinou užíváno pro přepravy mezi jižními a středními Čechami, kde je spíše kopcovitý profil, je žádoucí vyšší stálý převodový poměr (převod diferenciálu) pro lehčí silovější typ vozu.

Další požadovanou výbavou jsou maximálně velké nádrže. Větší objem nádrží je výhodný hlavně v případě cest do zahraničí. Výhoda tkví ve snížení nákladů na nákup pohonných hmot, které jsou důsledkem nižší pořizovací ceny pohonných hmot v České republice oproti dalším státům Evropské unie a možnosti odpočtu daně z přidané hodnoty v tuzemsku.

Poslední okruh konfigurace se týká velikosti a vybavení kabiny řidiče. Kabina by měla mít alespoň střední velikost, aby měl řidič při plnění pracovních úkolů pohodlí. Kabina dále musí mít dvě lůžka na spaní, aby je osádka mohla využít k odpočinku při bezpečnostních přestávkách AETR dle nařízení Evropské unie a pro přenocování na cestě. Další nezbytnou věcí ve výbavě tahače je lednička, kde si na cestách mohou řidiči uchovávat jídlo a pití.

3.3 Odůvodnění použití vícekriteriálního rozhodování

Nákup prostředků, které jsou v podniku užívány v delším časovém úseku, byl v minulosti prováděn pouze podle pořizovací ceny, podle osobních zkušeností a podle hodnocení okolních majitelů, kteří již daný prostředek vlastnili. Rozhodnutí byla v minulosti prováděna pouze subjektivním pohledem pana majitele.

Při investicích většího rozsahu, což znamená vynaložení většího finančního obnosu nebo nákup prostředků, které budou v podniku užívány v delším časovém úseku, je ale vhodnější mít rozhodnutí podložené rozhodovacím prostředkem. Při různorodých požadavcích na výběr vozidla je vhodné se neřídít pouze podle jediného kritéria, jako tomu bylo v předchozích časech, ale je vhodné provádět srovnání jednotlivých variant podle většího množství kritérií. Tyto požadavky jsou náplní vícekriteriálního rozhodování, které by pro naše řešení při zvolení vhodných srovnávacích kritérií mělo mít optimální vypovídací hodnotu. [4]

3.4 Výběr rozhodovacích kritérií

Při použití vícekritériálního rozhodování je velmi důležité vhodně zvolit kritéria pro hodnocení. Volba vhodných kritérií je prvním a dle mého názoru také nejdůležitějším bodem v rámci řešení vícekritériálního rozhodování, protože nesprávný výběr kritérií může, i přes správný postup celého dalšího vyhodnocení, zapříčinit špatný výsledek rozhodování.

Jako první kritérium jsme zvolili pořizovací cenu nákladního automobilu, která je v mnoha současných případech hodnocení investic jediným kritériem. Vstupní cena pořizovaného tahače přechází do nákladů ve formě odpisů, přičemž z daňového hlediska je tento dlouhodobý hmotný majetek zaříděn do 2. odpisové skupiny. Doba daňového odepisování činí tedy minimálně 5 let. Odpisy jsou jednou z nejvýznamnějších nákladových položek, a proto je snahou investorů dosáhnout co nejnižší pořizovací ceny.

Dalším důležitým kritériem je průměrná spotřeba motorové nafty na 100 ujetých kilometrů. Spotřeba pohonných hmot je nejvyšším provozním nákladem. Náklady na pohonné hmoty na každé vozidlo a rok se při průměrné ceně 25 Kč na litr nafty pohybují kolem 800.000 Kč bez DPH, čímž dokonce převyšují náklady na roční odpisy vozidla. Zanedbání kritéria spotřeby by v průběhu vícekritériálního rozhodování mohlo vést k zásadnímu zkreslení výsledku.

Třetím z pěti volených kritérií byla stanovena výkonnost vozidla. Výkon vozu je při provozu v kopcovitém terénu, kterým jsou jižní Čechy obklopeny, také velmi důležitý. Při pohybu do kopců s plně naloženou soupravou vážící 40 tun je rozhodující každý kilowatt. Nižší výkon tahače způsobuje nižší realizovanou rychlost do kopce. Časové ztráty mohou být v dnešní dopravě velkým problémem. V době termínovaných časových oken na nakládku a vykládku vozidla mohou časové ztráty v důsledku nižší realizované rychlosti znamenat nevyložení nákladu nebo nestíhání naložení vozidla. Z tohoto důvodu je silnější vozidlo považováno za bezpečnější volbu.

V současné době jsou všechny dopravní prostředky napěchovány elektronikou, a proto je nezbytné provádět většinu oprav a údržby v autorizovaných servisech. Z tohoto důvodu je dalším kritériem hodinová sazba autorizovaného servisu.

Posledním důležitým rozhodovacím parametrem je hmotnost vozidla. Zásadní význam má toto kritérium při přepravách, kde se celková hmotnost jízdní soupravy pohybuje kolem zákonem povolených 40 tun, a proto jsou kladeny nároky na snižování hmotnosti jízdní soupravy.

4 Návrhová část

4.1 Představení porovnávaných vozidel

4.1.1 DAF XF 480 FT



Obrázek 1 - DAF XF čelní pohled [7]



Obrázek 2 - DAF XF boční pohled [7]

DAF je z důvodu velmi propracovaného kompletního vzduchového uložení kabiny z pohledu řidiče zřejmě nejpohodlnější vozidlo z porovnávaných. Nabízená verze je vybavena nejprostornější kabinou, protože mezi největší a střední velikostí kabiny je zanedbatelný rozdíl v pořizovací ceně.

Tabulka 1 - DAF XF charakteristické hodnoty [8; 9; 7]

Kritérium	Hodnota	Jednotka
Cena	79.800	EUR
Spotřeba	30,1	l/100 km
Výkon	483	HP
Cena servisu	1.260	Kč/hodina
Hmotnost	7.480	kg

4.1.2 MAN TGX 18.460 BLS



Obrázek 3 - MAN TGX [7]

Druhou a zároveň nejlevnější nabídkou je vozidlo MAN TGX. Výhodou tohoto vozidla je zkušenost podnikatele se značkou MAN, protože dosud vlastnil tahače pouze této značky a byl s nimi spokojen. Další výhodou je znalost některých servisních úkonů, které si provádí podnik samostatně. Nevýhodou této generace značky je nedokonale provedený přívod Ad Blue do výfukové soustavy k omezení množství NOx ve spalinách. Oprava poruch tohoto zařízení je velmi nákladná.

Tabulka 2 - MAN TGX charakteristické hodnoty [10; 9; 7]

Kritérium	Hodnota	Jednotka
Cena	72.500	EUR
Spotřeba	30,3	l/100 km
Výkon	460	HP
Cena servisu	1.090	Kč/hodina
Hmotnost	7.080	kg

4.1.3 Mercedes-Benz Actros – 1845 LS



Obrázek 4 - Mercedes-Benz [7]

Výhodou zvolené konfigurace vozidla je nejprostornější kabina s rovnou podlahou. Oproti střední velikosti kabiny je zde pouze zanedbatelný rozdíl v pořizovací ceně. Nevýhodou daného vozidla je vysoká progrese spotřeby pohonných hmot v závislosti na hmotnosti přepravovaného nákladu.

Tabulka 3 - Mercedes-Benz charakteristické hodnoty [9; 7]

Kritérium	Hodnota	Jednotka
Cena	85.200	EUR
Spotřeba	28,8	l/100 km
Výkon	449	HP
Cena servisu	1.200	Kč/hodina
Hmotnost	7.280	kg

4.1.4 SCANIA R450 LA



Obrázek 5 - SCANIA čelní pohled [7]



Obrázek 6 - SCANIA čelní pohled [7]

Vozy SCANIA v dnešní době disponují nejlepší světovou technikou, která je svou jednoduchou konstrukcí nenáročná na údržbu. Motory SCANIA o výkonu 450 koňských sil vynikají svou spotřebou, která se dlouhodobě drží pod magickou hodnotou 30 litrů na 100 km, která na rozdíl od vozidla značky Mercedes-Benz není tolik náchylná na hmotnost přepravovaného nákladu.

Tabulka 4 - SCANIA charakteristické hodnoty [9; 11; 7]

Kritérium	Hodnota	Jednotka
Cena	86.500	EUR
Spotřeba	28,8	l/100 km
Výkon	450	HP
Cena servisu	1.190	Kč/hodina
Hmotnost	7.170	kg

4.1.5 VOLVO FH 42



Obrázek 7 - VOLVO FH [7]

VOLVO FH je velmi dobře propracované vozidlo, které je pohodlné a má dobře ergonomicky umístěné prvky pro kvalitní ovládání vozidla. Nevýhodou vozidel značky VOLVO jsou problémy s velkým množstvím elektroniky, které rychle vybíjí baterie vozidla.

Tabulka 5 - VOLVO charakteristické hodnoty [7; 9]

Kritérium	Hodnota	Jednotka
Cena	80.800	EUR
Spotřeba	30	l/100 km
Výkon	460	HP
Cena servisu	1.260	Kč/hodina
Hmotnost	6.980	Kg

4.2 Stanovení vah důležitosti jednotlivých kritérií

4.2.1 Stanovení důležitosti kritérií metodou pořadí

Pro ohodnocení kritérií metodou pořadí je nezbytné, aby byla kritéria seřazena experty od nejvýznamnějších po nejméně významné podle bodu 2.3.2.1a, kde význam hodnocení je upřesněn v tabulce na obrázku 8.

Hodnota	Význam hodnocení
5	Kritérium má podle hodnotícího experta nejvyšší důležitost
1	Kritérium má podle hodnotícího experta nejnižší důležitost

Obrázek 8 - Význam hodnocení kritérií metodou pořadí [12]

Experty bylo provedeno hodnocení, které je shrnuté v tabulce na obrázku 9.

Kritérium Expert	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]
Expert 1	5	4	3	2	1
Expert 2	4	5	3	1	2
Expert 3	3	5	2	4	1
Expert 4	3	4	2	5	1
Expert 5	4	5	2	3	1
Σ	19	23	12	15	6

Obrázek 9 - Expertní ohodnocení kritérií metodou pořadí [12]

Nejprve zjistíme podle vztahu (1), zda vykazují expertní hodnocení koeficient shody tak, aby bylo možné toto řešení považovat za dostatečně vhodné pro výpočet relativní důležitosti jednotlivých kritérií.

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (m^3 - m)} \\
 &= \frac{12 \cdot \left[19 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[23 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[12 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[15 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 \left[6 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2}{5^2 \cdot (5^3 - 5)} \\
 &= 0,68 [-]
 \end{aligned}$$

Hodnota koeficientu shody je větší než 0,5. To znamená, že shoda expertů je pro výpočet relativních vah důležitosti metodou pořadí dostatečná, lze tedy pokračovat ve výpočtu.

Dále vytvoříme součet expertních hodnocení pro každé z kritérií podle vztahu (2).

Pro kritérium ceny bude výpočet probíhat následovně:

$$v_r = \sum_{e=1}^q v_{er} = 5 + 4 + 3 + 3 + 4 = 19 [-]$$

Analogicky bude probíhat výpočet u všech zbývajících kritérií.

Dalším krokem je stanovení relativní váhy důležitosti každého z kritérií, která bude vypočtena podle vztahu (3).

Pro názornost předvedu výpočet váhy důležitosti pro kritérium ceny:

$$p_r = \frac{v_r}{\sum_{r=1}^s v_r} = \frac{19}{75} = 0,253 [-]$$

Pro ostatní kritéria bude postup řešení shodný. Součty hodnocení a relativní váhy důležitosti jsou zapsány do tabulky na obrázku 10, kde můžeme podle hodnot relativních vah seřadit jejich důležitosti od nejdůležitějších po nejméně důležité.

Kritérium Expert	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	Σ
Expert 1	5	4	3	2	1	15
Expert 2	4	5	3	1	2	15
Expert 3	3	5	2	4	1	15
Expert 4	3	4	2	5	1	15
Expert 5	4	5	2	3	1	15
v_r	19	23	12	15	6	75
p_r	0,253	0,307	0,160	0,200	0,080	1
Pořadí	2	1	4	3	5	

Obrázek 10 - Výsledné stanovení vah důležitosti kritérií metodou pořadí [12]

Metodou pořadí jsme vypočítali, že nejvyšší relativní váhu důležitosti má kritérium spotřeba, jejíž $p_r = 0,307$ a naopak nejnižší váhu má kritérium hmotnost, jejíž p_r je téměř 4x menší než nejlépe hodnocené.

4.2.2 Stanovení důležitosti kritérií metodou bodovací

Při hodnocení důležitosti jednotlivých kritérií je nutné expertní ohodnocení jednotlivých kritérií podle bodu 2.3.2.1b, kde volím deseti bodovou stupnici s významem hodnocení dle tabulky na obrázku 11.

Hodnota	Význam hodnocení
10	Kritérium je podle hodnotícího experta velmi důležité
1	Kritérium má podle hodnotícího experta zanedbatelnou důležitost

Obrázek 11 - Význam hodnocení kritérií metodou bodovací [12]

Po ohodnocení kritérií byly obdržené hodnoty shrnuty do tabulky na obrázku 12.

Kritérium Expert	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]
Expert 1	9	8	8	4	2
Expert 2	9	10	9	8	7
Expert 3	9	10	8	7	6
Expert 4	10	10	7	10	7
Expert 5	10	10	9	9	8

Obrázek 12 - Expertní hodnocení kritérií metodou bodovací [12]

Dalším bodem postupu u metody bodovací je výpočet koeficientu shody expertů. Abychom mohli provést výpočet dle vzorce (1), musíme nejprve seřadit hodnocení z tabulky na obrázku 12 do tabulky na obrázku 13.

Kritérium Expert	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]
Expert 1	1	2,5	2,5	4	5
Expert 2	2,5	1	2,5	4	5
Expert 3	2	1	3	4	5
Expert 4	2	2	4,5	2	4,5
Expert 5	1,5	1,5	3,5	3,5	5
Σ	9	8	16	17,5	24,5

Obrázek 13 - Seřazení bodového hodnocení pro výpočet koeficientu shody [12]

Po vytvoření tabulky na obrázku 13 již nezůstávají v rovnici (1) žádné neznámé, tudíž můžeme provést výpočet koeficientu shody.

$$\begin{aligned}
W &= \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (m^3 - m)} \\
&= \frac{12 \cdot \left[9 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[8 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[16 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[17,5 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[24,5 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2}{5^2 \cdot (5^3 - 5)} \\
&= 0,73 [-]
\end{aligned}$$

Výpočtem jsem zjistil, že koeficient je větší než 0,5, který je požadován pro možné použití metody stanovení důležitosti vah kritérií. Zároveň je koeficient shody pro metodu bodovací vyšší než pro metodu pořadí, kde byla hodnota koeficientu rovna 0,68.

Dalším bodem při výpočtu důležitosti jednotlivých kritérií je dosazení do rovnice (4) za účelem výpočtu relativní důležitosti r-tého kritéria podle e-tého experta metodou bodovací. Pro názornost bude provedeno dosazení do vzorce (4) pro hodnocení 1. experta pro kritérium ceny.

$$p_{er} = \frac{z_{er}}{\sum_{r=1}^s z_{er}} = \frac{9}{9 + 8 + 8 + 4 + 2} = \frac{9}{31} = 0,290 [-]$$

Podle tohoto vzoru bude analogicky provedeno určení důležitosti pro všechna kritéria podle všech expertů, které budou následně zapsány do tabulky na obrázku 14.

Dále je nutné vytvořit celkovou váhu důležitosti pro každé z pěti kritérií. Tento výpočet podle vzorce (5) bude opět předveden pro kritérium ceny a následně bude vložen do tabulky na obrázku 14.

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q p_{er}}{q} = \frac{0,290 + 0,209 + 0,225 + 0,227 + 0,217}{5} = 0,234 [-]$$

Kritérium Expert	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	Z_{er}
Expert 1	9	8	8	4	2	31
Expert 2	9	10	9	8	7	43
Expert 3	9	10	8	7	6	40
Expert 4	10	10	7	10	7	44
Expert 5	10	10	9	9	8	46
Expert 1	0,290	0,258	0,258	0,129	0,065	1
Expert 2	0,209	0,233	0,209	0,186	0,163	1
Expert 3	0,225	0,250	0,200	0,175	0,150	1
Expert 4	0,227	0,227	0,159	0,227	0,159	1
Expert 5	0,217	0,217	0,196	0,196	0,174	1
p_i	0,234	0,237	0,204	0,183	0,142	1
Pořadí	2	1	3	4	5	

Obrázek 14 - Výsledné stanovení důležitosti kritérií metodou bodovací [12]

Metodou bodovací byly stanoveny váhové koeficienty důležitosti kritérií, podle kterých je nejdůležitějším kritériem spotřeba s váhovým koeficientem 0,237. S odstupem se jako poslední umístilo nejméně důležité kritérium hmotnost s váhovým koeficientem 0,142.

4.2.3 Stanovení důležitosti kritérií metodou párového srovnání

Pro stanovení důležitosti jednotlivých kritérií metodou párového srovnání je nezbytně nutné, aby hodnotící experti vybrali, jaké z dvojice daných kritérií je pro daného experta důležitější. Dvojice kritérií jsou tvořeny všemi kombinacemi vytvořenými ze zvolených kritérií. Hodnocení jsou následně zapsána do tabulek, kde hodnota „1“ znamená, že kritérium v řádce má podle hodnotitele vyšší důležitost než kritérium ve sloupci. V opačném případě je do políčka zapsáno hodnocení „0“. Pro každého z expertů je vytvořena samostatná tabulka (viz obrázky 15-19).

Expert 1	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	u_{1r}
Cena	X	1	1	1	1	4
Spotřeba	0	X	1	1	1	3
Výkon	0	0	X	1	1	2
Cena servisu	0	0	0	X	1	1
Hmotnost	0	0	0	0	X	0

Obrázek 15 - Ohodnocení kritérií 1. expertem metodou párového srovnání [12]

Expert 2	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	u_{2r}
Cena	X	0	1	0	1	2
Spotřeba	1	X	1	1	1	4
Výkon	0	0	X	0	1	1
Cena servisu	1	0	1	X	1	3
Hmotnost	0	0	0	0	X	0

Obrázek 16 - Ohodnocení kritérií 2. expertem metodou párového srovnání [12]

Expert 3	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	u_{3r}
Cena	X	0	1	1	1	3
Spotřeba	1	X	1	1	1	4
Výkon	0	0	X	0	1	1
Cena servisu	0	0	1	X	1	2
Hmotnost	0	0	0	0	X	0

Obrázek 17 - Ohodnocení kritérií 3. expertem metodou párového srovnání [12]

Expert 4	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	u_{4r}
Cena	X	0	1	0	1	2
Spotřeba	1	X	1	0	1	3
Výkon	0	0	X	0	1	1
Cena servisu	1	1	1	X	1	4
Hmotnost	0	0	0	0	X	0

Obrázek 18 - Ohodnocení kritérií 4. expertem metodou párového srovnání [12]

Expert 5	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	u_{5r}
Cena	1	0	1	1	1	3
Spotřeba	1	1	1	1	1	4
Výkon	0	0	1	1	1	2
Cena servisu	0	0	0	1	1	1
Hmotnost	0	0	0	0	1	0

Obrázek 19 - Ohodnocení kritérií 5. expertem metodou párového srovnání [12]

Dalším krokem při určení důležitosti metodou párového srovnání je sloučení součtových sloupců z tabulek na obrázcích 15-19 do jedné tabulky, která je na obrázku 20.

	u_{1r}	u_{2r}	u_{3r}	u_{4r}	u_{5r}
Cena	4	2	3	2	3
Spotřeba	3	4	4	3	4
Výkon	2	1	1	1	2
Cena servisu	1	3	2	4	1
Hmotnost	0	0	0	0	0

Obrázek 20 - Shrnutí hodnocení jednotlivých expertů metodou párového srovnání [12]

Pro určení koeficientu shody je nezbytně nutné seřazení hodnocení z předchozího kroku do tabulky na obrázku 21, která bude následně dosazena do rovnice (1), čímž zjistíme, zda je daná metoda určení důležitosti jednotlivých kritérií vhodná pro další výpočet.

	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Σ
Cena	1	3	2	3	2	11
Spotřeba	2	1	1	2	1	7
Výkon	3	4	4	4	3	18
Cena servisu	4	2	3	1	4	14
Hmotnost	5	5	5	5	5	25

Obrázek 21 - Seřazení bodových hodnocení pro určení koeficientu shody [12]

$$W = \frac{12 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (m^3 - m)}$$

$$= \frac{12 \cdot \left[11 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[7 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[18 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[14 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2 + \left[25 - \frac{5(5+1)}{2} \right]^2}{5^2 \cdot (5^3 - 5)}$$

$$= 0,76 [-]$$

Protože hodnota koeficientu shody pro metodu párového srovnání nabývá nejvyšší hodnoty ze všech metod stanovení vah důležitosti kritérií, bude pro stanovení celkového pořadí vícekritériálním rozhodováním použita právě tato metoda.

Pro získání výsledné důležitosti musíme nejprve získat sumy hodnocení každého z kritérií podle všech expertů, které následně podělíme celkovým počtem všech hodnocení dle párového srovnání. Pro názornost předvedu dosazení do vzorce (6) pro kritérium ceny.

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q u_{er}}{\sum_{r=1}^s \sum_{e=1}^q u_{er}} = \frac{14}{14+18+7+11+0} = 0,280 [-]$$

Pro další hodnocení bude dosazení a výpočet analogický (viz tabulka na obrázku 22).

	u_{1r}	u_{2r}	u_{3r}	u_{4r}	u_{5r}	u_r	p_r	Pořadí
Cena	4	2	3	2	3	14	0,280	2
Spotřeba	3	4	4	3	4	18	0,360	1
Výkon	2	1	1	1	2	7	0,140	4
Cena servisu	1	3	2	4	1	11	0,220	3
Hmotnost	0	0	0	0	0	0	0,000	5
Σ						50		

Obrázek 22 - Stanovení důležitosti kritérií metodou párového srovnání [12]

Metodou párového srovnání byla určena váhová hodnocení pro daná kritéria. Nejvyšší váhové hodnocení vychází pro kritérium spotřeby. Kritérium hmotnosti je možné zanedbat, protože experti nevybrali ze žádné dvojice hmotnost jako důležitější kritérium.

Po expertním ohodnocení kritérií bylo Kendallovým koeficientem konkordance určeno, že nejlepší shoda expertů je při hodnocení kritérií

metodou párového srovnání. Tato metoda bude tudíž použita pro výpočet výsledné agregace a výběr nejvhodnější varianty.

4.3 Ohodnocení vybraných variant

Ohodnocení variant je pro získání výsledné agregace a stanovení celkového pořadí variant tahačů druhou a zároveň poslední částí. Existuje mnoho rozličných postupů pro ohodnocení variant, ale my budeme toto hodnocení provádět pouze podle čtyř nejjednodušších metod, které budou pro naše rozhodování zcela dostačující.

4.3.1 Ohodnocení variant metodou pořadové funkce

První a zároveň nejjednodušší je při hodnocení variant metoda pořadové funkce. Varianty jsou v této metodě seřazeny podle každého z kritérií a je stanoveno jejich pořadí od první do páté. Lepšímu hodnocení varianty odpovídá vyšší pořadí, horšímu hodnocení nižší pořadí. Toto pořadí se zapíše do tabulky na obrázku 23.

Kritérium vozidla	Cena [EUR]	Počet bodů	Spotřeba [l/100 km]	Počet bodů	Výkon [Hp]	Počet bodů	Cena servisu [Kč/hod]	Počet bodů	Hmotnost [kg]	Počet bodů
DAF	79800	4	30,1	2	483	5	1260	2	7480	1
MAN	72500	5	30,3	1	460	3	1090	5	7080	4
Mercedes Benz	85200	2	28,8	5	449	1	1200	3	7280	2
Scania	86500	1	28,8	5	450	2	1190	4	7170	3
Volvo	80800	3	30,0	3	460	3	1260	2	6980	5
Typ kritéria	Nákladové		Nákladové		Výnosové		Nákladové		Nákladové	

Obrázek 23 - Ohodnocení variant metodou pořadové funkce [12]

V tabulce na obrázku 23 vidíme, že stupnice pro hodnocení variant není rovnoměrně rozložená. To můžeme vidět například u hodnocení variant podle výkonu, kde rozdíl 1 bodu znamená rozdíl 1 Hp mezi 449 a 450 Hp, ale také rozdíl 10 Hp mezi 450 a 460 Hp.

Protože by pro kvantitativní kritéria bylo vhodné rovnoměrnější rozdělení, nebude tato metoda použita pro další agregaci variant.

4.3.2 Ohodnocení variant metodou bodovací

Při hodnocení variant metodou bodovací je základem zvolení vhodné bodovací stupnice. Pro náš výběr volím deseti bodovou stupnici, kterou je nutné pro každé kritérium rozdělit do tabulky na obrázku 24. Podle této tabulky bude možné ohodnotit jednotlivé varianty.

Kritérium Počet bodů	Cena [EUR]		Spotřeba [l/100 km]		Výkon [Hp]		Cena servisu [Kč/hod]		Hmotnost [kg]	
	od	do	od	do	od	do	od	do	od	do
1	85101	a více	30,16	a více	Méně než	452,4	1244	a více	7431	a více
2	83701	85100	30,01	30,15	452,5	455,9	1227	1243	7381	7430
3	82301	83700	29,86	30,00	456,0	459,4	1210	1226	7331	7380
4	80901	82300	29,71	29,85	459,5	462,9	1193	1209	7281	7330
5	79501	80900	29,56	29,70	463,0	466,4	1176	1192	7231	7280
6	78101	79500	29,41	29,55	466,5	469,9	1159	1175	7181	7230
7	76701	78100	29,26	29,40	470,0	473,4	1142	1158	7131	7180
8	75301	76700	29,11	29,25	473,5	476,9	1125	1141	7081	7130
9	73901	75300	28,96	29,10	477,0	480,4	1108	1124	7031	7080
10	Méně než	73900	Méně než	28,95	480,5	a více	Méně než	1107	Méně než	7030
Typ kritéria	Nákladové		Nákladové		Výnosové		Nákladové		Nákladové	

Obrázek 24 - Bodovací stupnice pro hodnocení variant [12]

Po výpočtu mezí bodovací stupnice je následně obodována každá varianta tak, že vybereme interval, do kterého daná varianta patří a podle něj přiřadíme příslušný počet bodů. Obodované varianty jsou poté zapisovány do tabulky na obrázku 25.

Kritérium Vozidlo	Cena [EUR]		Spotřeba [l/100 km]		Výkon [Hp]		Cena servisu [Kč/hod]		Hmotnost [kg]	
	hodnota	počet bodů	hodnota	počet bodů	hodnota	počet bodů	hodnota	počet bodů	hodnota	počet bodů
DAF	79800	5	30,1	2	483	10	1260	1	7480	1
MAN	72500	10	30,3	1	460	4	1090	10	7080	9
Mercedes Benz	85200	1	28,8	10	449	1	1200	4	7280	5
Scania	86500	1	28,8	10	450	1	1190	5	7170	7
Volvo	80800	5	30,0	3	460	4	1260	1	6980	10

Obrázek 25 - Ohodnocení variant metodou bodovací [12]

Bodovací metoda je díky zohlednění rozdílů mezi jednotlivými variantami vhodnější než metoda pořadové funkce. Dle mého názoru však není ještě úplně nejvhodnější. Podíváme-li se na hodnocení podle kritéria ceny,

můžeme zjistit, že hodnocení u značek Mercedes-Benz a Scania má sice stejnou bodovou hodnotu, ale cenový rozdíl 1 300€ je značný.

V případě detailnějšího rozdělení stupnice, které se ovšem v praxi většinou nepoužívá, nebo v případě, že by rozhodovací proces nebyl tak zásadní, dalo by se o použití této metody pro získání výsledné agregace uvažovat. Pro naše rozhodování o investici do dlouhodobého hmotného majetku však není detailnost dostatečná.

4.3.3 Ohodnocení variant metodou bazickou

Při hodnocení variant metodou bazickou je na počátku důležitá volba základní varianty. Tou může být průměrná hodnota všech variant, jedna z porovnávaných variant anebo jinak zvolená varianta, z níž budeme dále podle rovnic (9 a 10) počítat hodnocení jednotlivých variant.

Pro náš výpočet bude použita bazická varianta vytvořená z průměrných hodnot. Základní varianta je v tabulce na obrázku 26.

Kritérium	Základní hodnota	Typ kritéria
Cena	80960	Nákladové
Spotřeba	29,6	Nákladové
Výkon	460	Výnosové
Cena servisu	1200	Nákladové
Hmotnost	7198	Nákladové

Obrázek 26 - Bazická varianta [12]

Pro určení bazické varianty můžeme použít rovnice (9 a 10), jimiž vypočítáme hodnocení jednotlivých variant. Pro názornost předvedu dosazení pro variantu DAF a kritérium ceny a výkonu.

Pro nákladová kritéria platí vztah (9) - viz dosazení pro variantu DAF podle kritéria ceny:

$$h_{tr} = \frac{H_{zr}}{H_{tr}} = \frac{80960}{79800} = 1,015 [-]$$

Pro výnosové kritérium platí vztah (10). Použité výnosové kritérium je pouze výkon – dosazení pro kombinaci s variantou DAF:

$$h_{tr} = \frac{H_{tr}}{H_{zr}} = \frac{483}{460} = 1,049 [-]$$

Analogicky probíhá výpočet pro všechny další kombinace variant a kritérií pouze s ohledem na to, zda jsou kritéria nákladová nebo výnosová. Vypočtená hodnocení jsou následně zapisována do tabulky na obrázku 27.

Kritérium Vozidlo	Cena [EUR]		Spotřeba [l/100 km]		Výkon [Hp]		Cena servisu [Kč/hod]		Hmotnost [kg]	
	hodnota	hodnocení varianty	hodnota	hodnocení varianty	hodnota	hodnocení varianty	hodnota	hodnocení varianty	hodnota	hodnocení varianty
DAF	79800	1,015	30,1	0,983	483	1,049	1260	0,952	7480	0,962
MAN	72500	1,117	30,3	0,977	460	0,999	1090	1,101	7080	1,017
Mercedes Benz	85200	0,950	28,8	1,028	449	0,975	1200	1,000	7280	0,989
Scania	86500	0,936	28,8	1,028	450	0,977	1190	1,008	7170	1,004
Volvo	80800	1,002	30,0	0,987	460	0,999	1260	0,952	6980	1,031

Obrázek 27 - Ohodnocení variant metodou bazickou [12]

Po ohodnocení jednotlivých variant metodou bazickou jsme získali bodové koeficienty, které jsou kontinuálně rozptýleny a zohledňují všechny rozdíly mezi jednotlivými variantami. Vyhodnocení metodou bazickou je dle mého názoru vhodné pro výsledné porovnání variant.

4.3.4 Ohodnocení variant metodou dílčích funkcí užítku

Při určení hodnocení metodou dílčích funkcí je důležité najít maximální a minimální hodnoty, které budeme aproximovat. Maximum $x_{r \max}$ je rovno nejvyšší hodnotě ze srovnávaných variant a minimum $x_{r \min}$ je rovno nejnižší hodnotě ze všech variant. Dalším důležitým bodem je určení, kdy je užitek nulový a kdy je užitek roven 1. U nákladových kritérií je maximální užitek v případě, že hodnota srovnávané varianty je minimální. Pro výnosová kritéria je užitek určen opačně než u nákladových kritérií. Výše uvedené požadavky jsou shrnuty do tabulky na obrázku 28.

Kritérium	Cena [EUR]	Užitek	Spotřeba [l/100 km]	Užitek	Výkon [Hp]	Užitek	Cena servisu [Kč/hod]	Užitek	Hmotnost [kg]	Užitek
Maximum	86500	0	30,3	0	483	1	1260	0	7480	0
Minimum	72500	1	28,8	1	449	0	1090	1	6980	1

Obrázek 28 - Maximální a minimální hodnoty variant a jejich užítky [12]

Následujícím krokem je volba křivky, kterou budou kritéria aproximována. Pro naše rozhodování bude naprosto dostatečné funkci aproximovat

přímkou. Pro lineární aproximaci je možné užít vzorce (12 a 13) podle typu kritéria. Pro názornost předvedu dosazení do vzorce (12) pro nákladové kritérium, kterým je cena, a variantu DAF:

$$h_{tr} = \frac{x_{r \max} - x_{tr}}{x_{r \max} - x_{r \min}} = \frac{86500 - 79800}{86500 - 72500} = 0,51 [-]$$

Dále předvedu výpočet hodnocení pro výnosové kritérium, kterým je v této práci pouze výkon, a variantu DAF podle vztahu (13):

$$h_{tr} = \frac{x_{tr} - x_{r \min}}{x_{r \max} - x_{r \min}} = \frac{483 - 449}{483 - 449} = 1 [-]$$

Výpočty dalších kombinací jsou provedeny analogicky pouze v závislosti na typu kritéria.

Výsledná hodnocení a předpisy aproximovaných funkcí jsou shrnuty v tabulce na obrázku 29.

kritérium vozidlo	Cena [EUR]	Užitek	Spotřeba [l/100 km]	Užitek	Výkon [Hp]	Užitek	Cena servisu [Kč/hod]	Užitek	Hmotnost [kg]	Užitek
DAF	79800	0,513	30,1	0,133	483	1,000	1260	0,000	7480	0,000
MAN	72500	1,031	30,3	0,000	460	0,324	1090	1,000	7080	0,800
Mercedes Benz	85200	0,129	28,8	1,000	449	0,000	1200	0,353	7280	0,400
Scania	86500	0,037	28,8	1,000	450	0,030	1190	0,412	7170	0,620
Volvo	80800	0,442	30,0	0,200	460	0,324	1260	0,000	6980	1,000
Typ kritéria	Nákladové		Nákladové		Výnosové		Nákladové		Nákladové	
konstanta	6,178571		20,2		-13,205882		7,411765		14,96	
lineární člen	-0,000071		-0,66667		0,029412		-0,005882		-0,002	
Výsledná funkce	-0,000071x+6,178571		-0,66667x+20,2		0,029412x-13,205882		-0,00588x+7,41177		-0,002x+14,96	

Obrázek 29 - Ohodnocení variant metodou dílčích funkcí [12]

Pro ohodnocení variant je užití metody dílčích funkcí vhodné, protože dostatečně zohledňuje rozdíly mezi jednotlivými variantami. Pro výsledné hodnocení budeme užívat metodu bazickou i metodu dílčích funkcí, abychom potvrdili kvalitu našeho výběru.

4.4 Určení nejvhodnější varianty

V bodech 4.2 a 4.3 jsme určili, že pro získání celkového pořadí variant budeme používat metodu párového srovnání pro stanovení důležitosti jednotlivých kritérií a pro ohodnocení jednotlivých variant budeme používat metodu bazickou a metodu dílčích funkcí užitku. Výpočet celkového hodnocení budeme provádět podle vzorce (14).

Jako příklad výpočtu předvedu dosazení pro metodu párového srovnání v kombinaci s variantou DAF hodnocenou metodou bazickou.

$$\begin{aligned}w_t &= \sum_{r=1}^s p_r \times h_{tr} \\ &= 0,28 * 1,015 + 0,36 * 0,983 + 0,14 * 1,049 + 0,22 * 0,952 + 0 * 0,962 \\ &= 0,994 [-]\end{aligned}$$

Celkové hodnocení pro variantu DAF hodnocené metodou bazickou je 0,994. Pro další kombinace variant a metod probíhá výpočet analogicky. Výpočty celkových hodnocení metodou bazickou jsou shrnuty v tabulce na obrázku 30.

Kritérium vozidla	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	w_t	Výsledné pořadí variant
DAF	0,284	0,354	0,147	0,210	0,000	0,994	2
MAN	0,313	0,352	0,140	0,242	0,000	1,046	1
Mercedes Benz	0,266	0,370	0,137	0,220	0,000	0,993	3
Scania	0,262	0,370	0,137	0,222	0,000	0,991	4
Volvo	0,281	0,355	0,140	0,210	0,000	0,985	5

Obrázek 30 - Celkové hodnocení variant metodou bazickou [12]

Výpočty celkových hodnocení metodou dílčích funkcí užítku jsou získány stejným způsobem jako pro metodu bazickou a jsou shrnuty v tabulce na obrázku 31.

Kritérium vozidlo	Cena [EUR]	Spotřeba [l/100 km]	Výkon [Hp]	Cena servisu [Kč/hod]	Hmotnost [kg]	w_i	Výsledné pořadí variant
DAF	0,144	0,048	0,140	0,000	0,000	0,332	4
MAN	0,289	0,000	0,045	0,220	0,000	0,554	1
Mercedes Benz	0,036	0,360	0,000	0,078	0,000	0,474	2
Scania	0,010	0,360	0,004	0,091	0,000	0,465	3
Volvo	0,124	0,072	0,045	0,000	0,000	0,241	5

Obrázek 31 - Celkové hodnocení variant metodou dílčích funkcí užítku [12]

Po výpočtu celkových hodnocení a seřazení od nejvyšší důležitosti po nejnižší nám vychází, že v pořadí nejlepší variantou je vozidlo MAN, které vykázalo nejvyšší hodnocení podle obou způsobů výpočtu.

Vzhledem k tomu, že vozidlo značky MAN je nejvýhodnější s velkým náskokem před dalšími variantami, chtěl bych ho doporučit pro nahrazení opotřebovaného tahače. Tahač MAN předčil ostatní značky zejména v pořizovací ceně. Je však otázkou, zda nízká cena nebude mít za následek horší kvalitu provedení.

Alternativou pro nejvýhodnější variantu je podle metody bazické vozidlo značky DAF. Podle hodnocení tímto rozhodovacím procesem skončilo jako druhé, ovšem z pohledu řidičů je komfortněji provedené.

Alternativou pro vozidlo MAN je podle metody dílčích funkcí užítku vozidlo prémiové značky Mercedes-Benz. Toto vozidlo bych však pro přepravy těžkých nákladů nedoporučoval z důvodu velmi silné závislosti spotřeby pohonných hmot na hmotnosti nákladu.

5 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo získání podkladů pro koupi tahače návěsů, který nahradí dnes již opotřebovaný tahač, a následný výběr vhodné varianty pomocí vícekriteriálního rozhodování.

Porovnávaná vozidla měla být od značek DAF, MAN, Mercedes-Benz, Scania a Volvo. Speciální cenové nabídky pro podnik byly poskytnuty dealery renomovaných značek. Bohužel cenové nabídky nemohou být zveřejněny z důvodu osobitých specifikací a benefitů poskytnutých prodejci. Speciální nabídky byly předány majiteli. V bakalářské práci byli použity pouze vybrané údaje, které byly potřebné ke kvalitnímu vytvoření podkladů vícekriteriálního rozhodování.

Rozhodovacími kritérii byla pořizovací cena, spotřeba, výkon, cena servisu a hmotnost. Experti byla tato kritéria ohodnocena metodami pořadí, bodovací a párového srovnání. Experti vykazali nejlepší koeficient shody při hodnocení metodou párového srovnání. Tato metoda byla dále použita pro určení celkového pořadí.

Dalším bodem rozhodovacího procesu bylo ohodnocení variant. Toto ohodnocení bylo vytvořeno metodami pořadové funkce, bodovací, bazické a metodou dílčích funkcí užitku. Pro naše kvantitativní kritéria byly nejvhodnějšími metodami metoda bazická a metoda dílčích funkcí užitku. Obě metody byly použity k celkovému vyhodnocení a zároveň ke kontrole, zda nebude jedna z použitých metod zavádějící.

Při určení celkového pořadí jsem vycházel ze sloučení metody párového srovnání a metod bazické a dílčích funkcí užitku. Na základě toho jsem vybral nejvýhodnější variantu. Tou se stal tahač německé značky MAN, který byl nejlevnější a měl nejvýhodnější hodinovou servisní sazbu.

Rozhodnutí, který tahač bude nakonec zakoupen, zůstane na majiteli podniku. Dle mého hodnocení bych však doporučil výše uvedený tahač.

6 Citovaná literatura

- [1] ŽÁČEK, Vladimír. *Rozhodování v managementu: teorie, příklady, řešení*. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05804-6.
- [2] BLAŽEK, Ladislav. *Management: organizování, rozhodování, ovlivňování*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4429-2.
- [3] GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8.
- [4] ŠTĚDRONĚ, Bohumír, Petr MOOS, Marcela PALÍŠKOVÁ, Otto PASTOR, Miroslav SVÍTEK a Libor SVOBODA. *Manažerské rozhodování v praxi*. Vydání první. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. V Praze: C.H. Beck, 2015. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-587-9.
- [5] ZAIONTZ, Charles. Kendall's Coefficient of Concordance (W). [Http://www.real-statistics.com](http://www.real-statistics.com) [online]. University of South Florida: www.real-statistics.com, 2014 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://www.real-statistics.com/reliability/kendalls-w/>
- [6] OLIVKOVÁ, Ivana. *Provoz a ekonomika dopravy*. První, 2013. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-248-3271-5.
- [7] *Interní neveřejné zdroje podniku*. b.r.
- [8] *DAF Trucks – DAF XF 480 FT 4x2* [online]. Praha 5: Business Media CZ s. r. o., 2018 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: https://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/predstavujeme/daf-trucks-daf-xf-480-ft-4x2_46589.html

- [9] *Mercedes a Scania vykázaly nejnižší spotřebu* [online]. Praha 3: České dopravní vydavatelství s.r.o, 2014 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.dnoviny.cz/silnicni-doprava/mercedes-a-scania-vykazaly-nejnizsi-spotrebu>
- [10] MAN TGX 18.460 4X2 BLS. *MAN TopUsed: Order no.: 0001021287* [online]. MAN Truck & Bus TopUsed Center Stuttgart: TopUsed, 2019 [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <https://www.topused.man.eu/cz/en/product-detail?15656345>
- [11] *Scania R 450 A4X2NB - Větší, než jsem čekal* [online]. Praha - Chodov: LUXUR Media SK, 2017 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.transport-logistika.cz/testy-vozidiel/1994-scania-r-450-a4x2nb-vetsi-nez-jsem-cekal.html>
- [12] HORÁK, Jan. *Excel Vícekriteriální rozhodování*. FS ČVUT, 2019.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1 - DAF XF čelní pohled [7]	33
Obrázek 2 - DAF XF boční pohled [7]	33
Obrázek 3 - MAN TGX [7].....	34
Obrázek 4 - Mercedes-Benz [7]	35
Obrázek 5 - SCANIA čelní pohled [7]	36
Obrázek 6 - SCANIA čelní pohled [7]	36
Obrázek 7 - VOLVO FH [7]	37
Obrázek 8 - Význam hodnocení kritérií metodou pořadí [12].....	38
Obrázek 9 - Expertní ohodnocení kritérií metodou pořadí [12]	38
Obrázek 10 - Výsledné stanovení vah důležitosti kritérií metodou pořadí [12]	39
Obrázek 11 - Význam hodnocení kritérií metodou bodovací [12].....	40
Obrázek 12 - Expertní hodnocení kritérií metodou bodovací [12]	40
Obrázek 13 - Seřazení bodového hodnocení pro výpočet koeficientu shody [12].....	40
Obrázek 14 - Výsledné stanovení důležitosti kritérií metodou bodovací [12]	42
Obrázek 15 - Ohodnocení kritérií 1. expertem metodou párového srovnání [12].....	43
Obrázek 16 - Ohodnocení kritérií 2. expertem metodou párového srovnání [12].....	43
Obrázek 17 - Ohodnocení kritérií 3. expertem metodou párového srovnání [12].....	43
Obrázek 18 - Ohodnocení kritérií 4. expertem metodou párového srovnání [12].....	43
Obrázek 19 - Ohodnocení kritérií 5. expertem metodou párového srovnání [12].....	44
Obrázek 20 - Shrnutí hodnocení jednotlivých expertů metodou párového srovnání [12].....	44
Obrázek 21 - Seřazení bodových hodnocení pro určení koeficientu shody [12].....	44

Obrázek 22 - Stanovení důležitosti kritérií metodou párového srovnání [12]	45
.....	45
Obrázek 23 - Ohodnocení variant metodou pořadové funkce [12]	46
Obrázek 24 - Bodovací stupnice pro hodnocení variant [12]	47
Obrázek 25 - Ohodnocení variant metodou bodovací [12]	47
Obrázek 26 - Bazická varianta [12]	48
Obrázek 27 - Ohodnocení variant metodou bazickou [12]	49
Obrázek 28 - Maximální a minimální hodnoty variant a jejich užitky [12]	49
Obrázek 29 - Ohodnocení variant metodou dílčích funkcí [12]	50
Obrázek 30 - Celkové hodnocení variant metodou bazickou [12]	51
Obrázek 31 - Celkové hodnocení variant metodou dílčích funkcí užitku [12]	52
.....	52

8 Seznam tabulek

Tabulka 1 - DAF XF charakteristické hodnoty [8; 9; 7]	33
Tabulka 2 - MAN TGX charakteristické hodnoty [10; 9; 7]	34
Tabulka 3 - Mercedes-Benz charakteristické hodnoty [9; 7]	35
Tabulka 4 - SCANIA charakteristické hodnoty [9; 11; 7]	36
Tabulka 5 - VOLVO charakteristické hodnoty [7; 9]	37