

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Bakalářská práce

**Metody hodnocení kvality nákladních
automobilů**

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Autor: Jan Mertlík

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Mertlík

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Metody hodnocení kvality nákladních automobilů

Název anglicky

Quality assessment methods of heavy trucks

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše zabývající se metodami hodnocení kvality se zaměřením na nákladní automobily.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíl a metodika práce
- 3) Metody hodnocení kvality strojírenských výrobků
- 4) Aplikace metod hodnocení kvality na vybranou kategorii nákladních automobilů
- 5) Závěr

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stránek včetně obrázků a grafů

Klíčová slova

hodnocení kvality, parametrická metoda, párové porovnávání

Doporučené zdroje informací

HAVLÍČEK, J. et al.: Provozní spolehlivost strojů. SZN Praha, 610 s., 1989.

JURAN, J a Joseph A DE FEO. Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence. 6th ed. New York: McGraw Hill, c2010, xxi, 1113 p. ISBN 978-0-07-162973-7.

KAVAN, Michal. Výrobní management. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006, 213, [10] s. ISBN 80-010-3445-3.

NENADÁL, Jaroslav, et al. Moderní management jakosti: Principy, postupy a metody. 1. vyd. Praha: Management Press, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

NENADÁL, Jaroslav. Měření v systémech management jakosti. Praha: Management Press, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.

RENZI, Cristina, Francesco LEALI a Luca DI ANGELO. A review on decision-making methods in engineering design for the automotive industry. Journal of Engineering Design [online]. 2017, 28(2), 118-143 [cit. 2018-12-07]. DOI: 10.1080/09544828.2016.1274720. ISSN 0954-4828. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09544828.2016.1274720>

VEBER, Jaromír, et al. Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: Legislativa, systémy, metody, praxe. 1. vyd. Praha: Management Press, s.r.o., 2006. 358 s. ISBN 80-7261-146-1.

VEBER, Jaromír, et al. Řízení jakosti a ochrana spotřebitele . 2. aktualiz. vyd. [s.l.] : Grada Publishing a.s., 2007. 201 s. ISBN 8024717824.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2019

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 01. 11. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Metody hodnocení kvality nákladních automobilů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 4. 2021

Jan Mertlík

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Ing. Zdeňku Alešovi, Ph.D. za odborné vedení práce, za poskytnutý čas při konzultacích a pomoc, kterou mi během psaní práce poskytl. Děkuji také firmě HOPI s.r.o., konkrétně panu Ing. Václavovi Šetlíkovi za věnovaný čas, konzultaci a možnost prohlédnout si vozový park. V neposlední řadě chci poděkovat rodině, která mi během studia byla oporou.

Abstrakt: Tato bakalářská práce se zabývá kvalitou a metodami hodnocení kvality nákladních automobilů. Cílem práce bylo definovat kvalitu, rozebrat metody hodnocení kvality a uplatnit poznatky na vybranou kategorii nákladních automobilů. Práce byla založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. První část práce je věnována kvalitě, základním definicím a vztahu mezi jakostí a spolehlivostí. Další část práce popisuje metody hodnocení kvality a zabývá se jejich podrobným rozborem. V praktické části jsou uplatněny poznatky z parametrické metody a párového porovnání. Je zde definován účel použití nákladních automobilů, typy porovnávaných automobilů a stručný popis autorem vybraných klíčových vlastností pro hodnocení. V samém závěru je uvedeno kompletní vyhodnocení vlastností i celkové úrovně jakosti nákladních automobilů.

Klíčová slova: hodnocení kvality, parametrická metoda, párové porovnávání

Quality assessment methods of heavy trucks

Summary: This bachelor thesis deals with quality and methods of quality assessment of trucks. The objective of the work was to define quality, analyze methods of quality evaluation and apply knowledge to a selected category of trucks. The work was based on the study and analysis of professional information sources. The first part of the work is devoted to quality, basic definitions and the relationship between quality and reliability. The next part of the work describes methods of quality evaluation and their detailed analysis. In the practical part, the knowledge of the parametric method and pairwise comparison is applied. It defines the purpose of trucks usage, the types of trucks being compared and a brief description of the key features selected by the author for evaluation. The conclusion includes complete evaluation of the trucks properties and the overall level of their quality.

Key words: quality assessment, parametric method, pairwise comparison

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl a metodika	2
3	Rešeršní část.....	3
3.1	Kvalita.....	3
3.1.1	Historie a vývoj.....	3
3.1.2	Vývoj kvality ve 20. století.....	3
3.1.3	Definice jakosti	4
3.1.4	Znaky jakosti.....	5
3.2	Vztah jakosti a spolehlivosti	6
3.3	Spolehlivost	7
3.3.1	Etapy formování spolehlivosti	8
3.3.2	Inherentní spolehlivost.....	8
3.3.3	Provozní spolehlivost.....	8
3.4	Metody hodnocení jakosti.....	9
3.4.1	Parametrická metoda.....	9
3.4.1.1	Prvky vícekriteriálního rozhodování.....	10
3.4.1.2	Obecný postup při řešení vícekriteriální úlohy	10
3.4.1.3	Výběr vlastností pro ohodnocení	11
3.4.1.4	Stanovení etalonových vlastností.....	12
3.4.1.5	Stanovení úrovní dílčích vlastností	12
3.4.1.6	Stanovení vah dílčích vlastností.....	16
3.4.1.7	Stanovení celkové jakosti objektu.....	18
3.5	Životní cyklus vozidla	19
3.5.1	Modely LCC	20
3.5.2	Nákladová metoda.....	21

4	Praktická část.....	23
4.1	Uplatnění parametrické metody na vybraná nákladní vozidla.....	23
4.1.1	Výběr nákladních automobilů a účel jejich použití	23
4.1.1.1	Stručný popis nákladních automobilů.....	24
4.1.2	Hodnocené parametry	27
4.1.2.1	Minimální měřitelné parametry	27
4.1.2.2	Maximální měřitelné parametry	30
4.1.2.3	Optimální měřitelné parametry	31
4.1.2.4	Neměřitelné parametry.....	32
5	Vyhodnocení porovnávaných vlastností	35
5.1	Měřitelné vlastnosti.....	35
5.2	Neměřitelné vlastnosti	36
5.3	Stanovení významu vlastností.....	36
5.4	Párové porovnání	37
5.5	Výsledné úrovně jakosti nákladních automobilů.....	39
6	Závěr.....	40
7	Seznam literatury.....	41
8	Seznam obrázků	45
9	Seznam tabulek	46
10	Seznam rovnic	47
11	Přílohy	48
11.1	Měřitelné parametry.....	48
11.2	Neměřitelné parametry	48

1 Úvod

V rámci logistické problematiky je doprava nákladními automobily neodmyslitelnou součástí. Vybrání správných nákladních automobilů je pro mnoho podniků velmi náročnou záležitostí. V rámci účelu užití se nákladní automobily dělí na další skupiny dle kritérií pro dané odvětví. Každé odvětví užití nákladních automobilů má své specifika, jelikož se dané automobily užívají od potravinářského až po těžký průmysl. V současné době je trh naplněn mnoha výrobci zabývajícími se výrobou a distribucí nákladních automobilů. Současně většina výrobců nabízí velmi podobné nákladní automobily, které se liší v určitých parametrech.

Práci na danou problematiku jsem si vybral z důvodu zájmu o tuto oblast. Technické zajištění logistiky mě zajímá a chtěl bych se tomu v budoucnu dále věnovat. V neposlední řadě jsem měl možnost si mé předpoklady ověřit a doplnit potřebné informace v logistické firmě HOPI s.r.o.

První část bakalářské práce pojednává o vývoji jakosti v čase a definuje základní pojmy související s jakostí. Je zde také nastíněn důležitý vztah mezi jakostí a spolehlivostí, konkrétně to, jak jakost ovlivňuje spolehlivost.

Druhá část práce se zabývá popisem metod hodnocení kvality strojírenských výrobků. Popis se věnuje parametrické metodě a nákladům životního cyklu, tzv. Life Cycle Cost, ze kterých vychází nákladová metoda, jež je následně rozebrána. Je rozepsán postup dílčích kroků při užití parametrické metody. Dále je analyzována nákladová metoda, která uvažuje všechny uživatelské náklady spojené s nákupem, provozem a údržbou strojírenského výrobku.

V praktické části je aplikována parametrická metoda a párové porovnání na autorem vybrané nákladní automobily. Toto bude vyhodnoceno na základě stanovených požadavků, které vybral autor. Vybrané vlastnosti pro hodnocení budou roztříděny a stručně popsány. Dále je pro názornost uveden výpočet, párové porovnání, tabulka s výpočty a samotné vyhodnocení celkových úrovní jakosti nákladních automobilů. Výčet hodnocených vlastností a požadavků a je uveden v příloze.

2 Cíl a metodika

Cílem bakalářské práce je firmám či nově vznikajícím zákazníkům nabídnout metodiku a postup pro výběr nákladního vozu. Tento cíl bude naplněn pomocí dílčích kroků. Jedním z nich je literární rešerše zabývající se jakostí, spolehlivostí a metodami hodnocení kvality strojírenských výrobků, konkrétně tedy automobilů. Dalším krokem bude vypracování a vyhodnocení praktické části na základě autorových stanovených požadavků, kde bude parametrická metoda aplikována na vybranou kategorii nákladních automobilů.

Postup vypracování práce

1. Stanovení cílů práce.
2. Studium odborné literatury pro danou problematiku.
3. Vypracování literární rešerše na téma kvalita a metody hodnocení kvality.
4. Definování účelu použití a výběr nákladních automobilů.
5. Výběr vlastností pro hodnocení a jejich stručný popis.
6. Konzultace se zaměstnanci firmy HOPI s.r.o.
7. Zpracování podkladů.
8. Vytvoření párového porovnání a výpočet vah posuzovaných vlastností.
9. Výpočet dílčích úrovní jakosti.
10. Stanovení celkových úrovní jakosti nákladních automobilů.
11. Závěr.

K porovnání nákladních automobilů byla použita parametrická metoda. Jedná se o subjektivní metodu hodnocení. Metoda spočívá v tom, že se hodnotí rozdíly neboli diference mezi vlastnostmi výrobku hodnoceného a etalonového. Řešením je získání jednoznačného číselného vyjádření o celkové úrovni jakosti objektu. Nejprve se stanoví požadavky, následně se vyhodnotí vlastnosti, provede se párové porovnání a na jeho základě se stanoví váhy jednotlivých kritérií. Pomocí vážených průměrů dílčích vlastností a vah vlastností se vypočte číselný ukazatel, který udává celkovou úroveň jakosti objektu. Celkový číselný ukazatel pomůže zákazníkovi vybrat nejlepší variantu na trhu, která se shoduje s jeho požadavky a potřebami.

3 Rešeršní část

3.1 Kvalita

3.1.1 Historie a vývoj

První náznaky jakosti lze pozorovat již v době kamenné, například při zhotovování kamenných nástrojů, stavby obydlí či rozdělování práce. Později, v období starověku, se uplatňovala kontrola jakosti v odvětví obchodu, stavebnictví a řemesel. Dochovaly se zprávy především o kontrole měr a vah, o ochraně zákazníka „před šizením různého druhu“. Ve středověku vznikaly takzvané řemeslné cechy, které sdružovaly řemeslníky stejného odvětví výroby. Cechy se v čele s mistry snažily o regulaci cen, standardizovat a certifikovat služby a výrobky. Během průmyslové revoluce, kdy se výroba přesunula do manufaktur, vznikají měřidla, etalony, normy či standardy, které přispívají k návaznosti ve výrobě. Kontrola jakosti byla zajišťována majiteli manufaktur, mistry a později specializovanými kontrolory jakosti, kteří se snažili zabránit průniku „zmetků“ k zákazníkovi či do dalších fází výroby. Roku 1790 vstupuje do řízení kvality stát a vzniká metrický systém, který standardizuje míry a váhy. [1], [2]

3.1.2 Vývoj kvality ve 20. století

Přelom ve vnímání jakosti nastal na přelomu 19. a 20. století, kdy se starý model řemeslné výroby jednotlivce stával neefektivním vzhledem k masovým požadavkům zákazníků. Výrobce přicházel do přímého kontaktu se zákazníkem, a mohl tak vyslechnout jeho konkrétní požadavky na výrobek. Vzhledem k různorodým požadavkům zákazníků byla výroba časově náročná a práce se stávala neproduktivní. Čím dál větší potřeby zákazníků už nebylo možné uspokojit pomocí řemeslného modelu, a tak vzniká postupné navyšování výroby pomocí montážních linek. Průkopníkem v zavedení výrobních linek se stal americký podnikatel Henry Ford, který zároveň vyčlenil schopné a zkušené dělníky pro pozice technických kontrolorů. [1], [3]

K velkému vývoji jakosti došlo během světových válek, kdy si armádní štáby nárokovaly velké množství zbraní v určité jakosti a s ní spojenou spolehlivost. Po druhé světové válce se v císařském Japonsku prosazuje model statistické výběrové metody kontroly a následná regulace výrobního procesu. Postupem času už zákazníkovi nestačí pouhý výrobek

„bez vady“. Začíná klást nároky na vzhled, spolehlivost, dobrou ovladatelnost či úspornost. Kvalita výrobku se definuje již ve fázi vývoje, konstrukce nebo projekce. [4]

Zrodil se základ moderních systémů managementu jakosti – Company Wide Quality Control (CWQC) a jeho zdokonalováním dochází k formování totálního managementu jakosti (TQM). V roce 1987 jsou přijaty normy ISO řady 9000 pro management jakosti, které dokumentují veškeré podnikové procesy. Čím dál větší požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci, ochranu životního prostředí, efektivnější využívání paliv a surovin a v neposlední řadě nakládání s odpady vedou k zavedení Integrovaného systému managementu (ISM). [5]

3.1.3 Definice jakosti

Je mnoho způsobů výkladu či pojetí pojmu kvalita, se kterými se můžeme setkat, například „guruové“ jakosti ji definují takto:

- Jakost je způsobilost pro užití. (Joseph M. Juran)
- Jakost je shoda s požadavky. (Philip B. Crosby)
- Jakost je to, co za ni považuje zákazník. (Armand Feigenbaum)
- Jakost je minimum ztrát, které výrobek od okamžiku své expedice společností způsobí. (Genichi Taguchi)

Vzhledem k celosvětové působnosti norem ISO řady 9000 se za oficiální považuje definice dle normy EN ISO 9000:2015, která říká, že jakost (kvalita) je „stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik“. [6]

- Požadavek je zde definován jako „potřeba nebo očekávání, které jsou stanoveny, obvykle se předpokládají nebo jsou závazné“.
- Stupeň činí z jakosti měřitelnou kategorii, jejíž úroveň jsme schopni rozlišovat.
- Inherentní charakteristika patří takovému znaku výrobku či služby, který je pro daný výrobek typický – vrozený, v ní obsažený a neodlučitelně k ní patřící. [4]

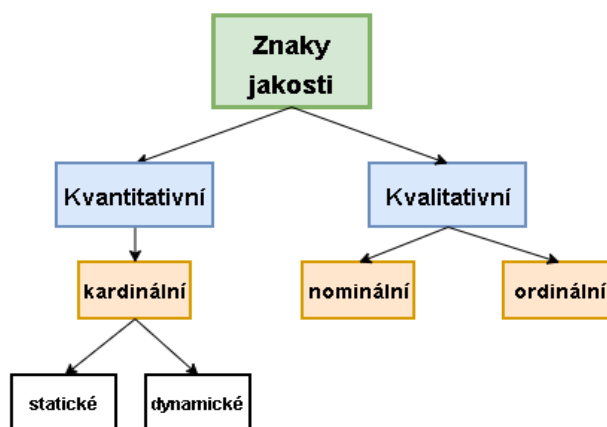
Kvalitní produkt je ten, který má patřičné vlastnosti a uspokojí potřeby zákazníka. Naopak produkt, který nemá dostatečné vlastnosti a neuspokojí potřeby zákazníka, je nekvalitním výrobkem. Konečným arbitrem kvality je zákazník, který rozhoduje, zda je kvalita výrobku nebo služeb uspokojivá či nikoliv. Musíme se zamyslet nad tím, že co je pro jednoho

dobré/uspokojivé, může být pro druhého špatné/neuspokojivé. To činí z kvality subjektivní pojem. [7], [8]

Tyto subjektivní charakteristiky (neměřitelné) umožňují zákazníkovi hodnotit produkty a služby v tom rozsahu, zda jsou splněny požadavky a cíle pro jeho účel. Dále rozlišujeme objektivní (měřitelné) charakteristiky.

3.1.4 Znaký jakosti

Znaký jakosti slouží k hodnocení, posuzování nebo k měření jakosti výrobku. Jedná se o dílčí vlastnost produktu či služby. Znaký mohou být rozlišeny dle svého charakteru na tyto skupiny a podskupiny:



Obrázek 1: Schéma rozdělení znaků jakosti

Kvantitativní – znaký vyhodnocujeme pomocí různých fyzikálních stupnic

- Kardinální – Nabývají libovolných počtů hodnot v daném intervalu, např. rozměry, hmotnost, teplota, výkon.
- Statické – Během provozu neměnné v čase, jsou charakterizovány jedním údajem o úrovni, např. šířka záběru stroje, hmotnost, rozvor náprav.
- Dynamické – Proměnlivé vzhledem k době provozu nebo času. Jsou definovány počáteční úrovní a většinou u nich dochází ke zhoršování parametru, např. ztráta výkonu motoru.

Kvalitativní – znaký vyhodnocujeme pomocí výroků

- Nominální – Znaký vyjadřujeme verbálně a jsou těžko měřitelné či neměřitelné a posuzují se subjektivně, např. „stejný – nestejný“, „líbí – nelíbí“.

- Ordinální – Znaký můžeme rozčlenit do skupin dle principu „stejný – větší – menší“. Mnohdy nabývají dvou hodnot „shodný (dobrý) – neshodný (vadný)“. [2], [8]

3.2 Vztah jakosti a spolehlivosti

Schopnost uspokojovat potřeby zákazníka patří mezi funkce každého výrobku. Souhrn vlastností, jimiž výrobek či služba uspokojuje potřeby zákazníků je nazývána jako užitná hodnota výrobku a vzniká již ve fázi výroby.

Užitné vlastnosti výrobků, též nazývané jako dílčí jakostní vlastnosti, lze rozdělit na základní a doplňující. Zvyšováním úrovně dílčích vlastností vždy dochází ke zvyšování celkové jakosti výrobku. Je však vhodné zmínit, že neustálé zlepšování technické stránky jakosti a překračování optimální úrovně se může stát neefektivní. Příkladem může být zlepšení určité dílčí vlastnosti, které v důsledku vede ke zvýšení výrobních nákladů. Výrobek, splňující vysoké jakostní (užitné) vlastnosti, je ale pro zákazníka cenově nedostupný, nesplňuje funkci užité hodnoty.

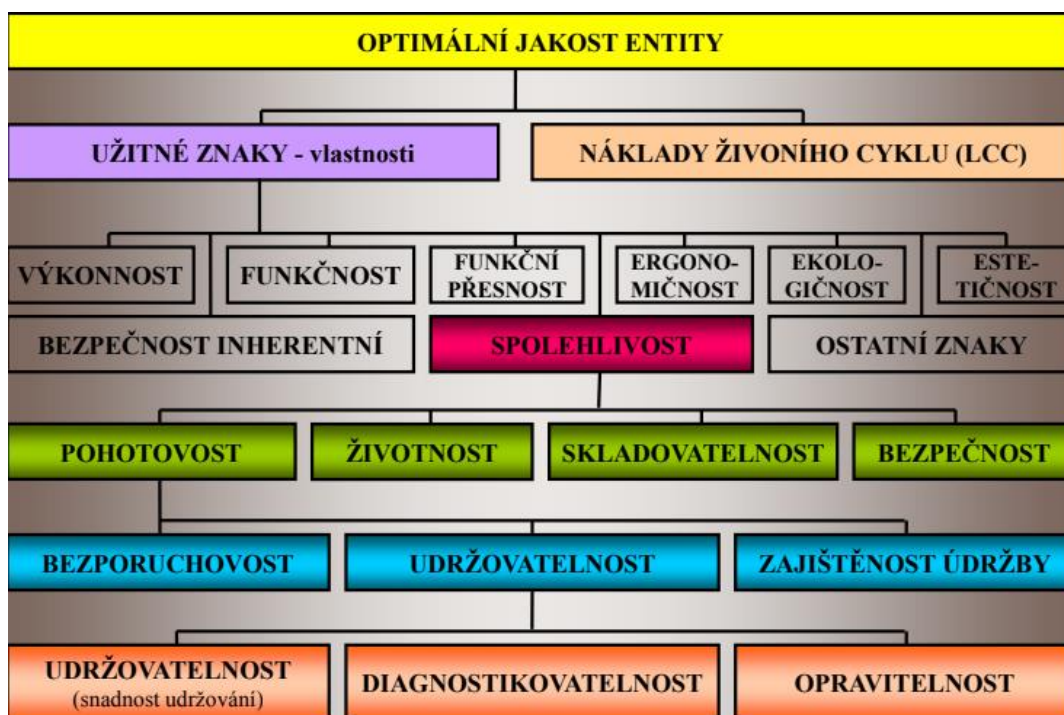
Na tomto zjištění je založena tzv. optimální jakost výrobku. Jedná se o komplexní vlastnost výrobku a lze ji definovat jako souhrn projevů úrovně užitečných vlastností výrobku, výrobních a provozních nákladů.

Mezi nejdůležitější užité vlastnosti strojírenských výrobků patří:

- Funkčnost.
- Výkonnost.
- Funkční přesnost.
- Ergonomičnost.
- Ekologičnost.
- Inherentní bezpečnost.
- Estetičnost.
- Spolehlivost.
- Další vlastnosti (dopravitelnost, normalizace). [9]

Je nutné hodnotit jakost výrobků jako posuzování úrovně komplexních ukazatelů, v nichž se změny jakékoliv dílčí vlastnosti projevují, nikoli jako izolované hodnocení úrovně jednotlivých vlastností. Z tohoto hlediska je potřeba přiblížit si postavení spolehlivosti, jakožto důležité dílčí jakostní vlastnosti.

Spolehlivost patří mezi dílčí užité vlastnosti výrobku, které je potřeba rozvíjet, zvyšovat jejich úroveň a hodnotit dle dopadů na pořizovací cenu výrobku či dopadů na úroveň dalších dílčích užitečných vlastností.



Obrázek 2: Vyjádření jakosti výrobku a jeho dílčích užitečných vlastností [9]

3.3 Spolehlivost

Dnešní moderní trh nabízí široké spektrum výrobků od mnoha firem, což vede ke zvyšování úrovně spolehlivosti, a tím i její konkurenceschopnosti. Tento faktor formuje renomé společnosti, které je pro zákazníka zárukou. Spolehlivost definuje norma ČSN ISO 84022 a ČSN IEC 50 (191) takto: „Spolehlivost je termín pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují, tj. bezporuchovosti, udržitelnosti a zajištění údržby.“ Literatura i praxe často hovoří o slovním spojení jakost a spolehlivost. Spolehlivost totiž neodmyslitelně patří k jakosti a je jednou z nejvýznamnějších dílčích vlastností jakosti. Spolehlivost vyjadřuje komplexní vlastnost objektu, která se vztahuje k jeho provozu v čase. [10]

3.3.1 Etapy formování spolehlivosti

Komplexní úroveň spolehlivosti výrobku nebo úroveň dílčí vlastnosti se formuje a udržuje ve třech etapách technického života, v období návrhu, období konstrukce a v období provozu.

- Období návrhu a vývoje – Tvorba předpokladů pro dosažení určité spolehlivosti, konstruktér se snaží o to, aby bylo při minimálních vynaložených nákladech dosaženo požadované úrovně spolehlivosti.
- Období konstrukce – Výrobce udává předpoklady pro provoz stroje.
 - Spolehlivost se zjišťuje v laboratorních podmínkách provozu a údržby.
- Období provozu – Údržby, výměny a opravy.
 - Stroj je používán ke stanovenému účelu v reálných podmínkách, které se vyznačují vyšší proměnlivostí.
- Období likvidace – Konec užívání produktu, produkt se demontuje, zničí se, uloží se na skládku, případně se prodá. [10], [11]

3.3.2 Inherentní spolehlivost

Výrobce nese odpovědnost za spolehlivost výrobku, který na trhu prezentuje. Míra spolehlivosti se promítá do jeho nákladů na výrobu, ale také do konečné ceny výrobku pro zákazníka. Cena patří mezi integrální ukazatele jakosti a je podle ní možné posoudit výhodnost produktu.

Inherentní spolehlivost produktu je definována již v prvopočátcích života výrobku a nejvíce je ovlivněna vhodnou volbou koncepce, prostředky pro realizaci, funkčními principy a také výrobními a technologickými procesy. Jedná se o soubor vlastností, které jsou do výrobku vloženy/vkonstruované výrobcem. Tyto vlastnosti vyjadřují schopnost plnit předem definované funkce v čase. Při prokazování či ověřování inherentní spolehlivosti je důležité vyloučit variabilitu provozních podmínek. Proto měření spolehlivosti probíhá v podnikových zkušebnách a laboratořích za předem stanovených podmínek. [11], [12]

3.3.3 Provozní spolehlivost

Může se zdát, že provozní spolehlivost je záležitostí pouze uživatele, ale není tomu tak. Skutečný provozní režim je soustavně sledován výrobcem, který získaná data uplatní při dalším vývoji či modernizaci výrobku. V případě, že výrobce produkuje opravitelné a opravované

výrobky, je jeho úkolem zajistit a stanovit plán údržby a oprav, školení obslužného personálu a logistickou podporu.

Jedná se o nejdelší životní období výrobku, kde je jeho hlavním účelem rozvoj a využití inherentní spolehlivosti v reálných podmínkách provozu, které lze charakterizovat takto:

- Variabilnější pracovní režim ve srovnání s laboratorním.
- Variabilnější údržbářský režim ve srovnání s předpisem, mnohdy měněn/redukován/doplňován.
- Ne vždy kvalifikovaná obsluha stroje.
- Zvýšené namáhání při provozu. [10]

3.4 Metody hodnocení jakosti

Dnešní moderní doba nabízí široké množství sortimentu a mnoho specifikací na trhu, ať už se jedná o oblast elektroniky nebo o oblast automobilového průmyslu. Výrobci mohou doslova zahltit zákazníka informacemi a mnohdy se může stát, že je kupující zmatený. Zákazník je při rozhodování o koupi schopný porovnat cenu, ale málokdy dokáže porovnat i technické a užité vlastnosti výrobků se stejným funkčním určením. K tomu posouzení slouží metody hodnocení jakosti výrobků, jejichž výsledkem je získání jednoznačného číselného vyjádření o úrovni jakosti výrobku. Výsledná úroveň jakosti objektu je porovnána s tzv. jakostní tabulkou.

Základními metodami pro hodnocení jakosti strojírenských objektů jsou diferenciální (parametrická), nákladová a smíšená metoda. Každá z metod, kterou hodnotíme úroveň jakosti objektu, se skládá ze tří částí, a to posouzení jednotlivých jakostních vlastností na kvantitativní úrovni, kvalitativní úrovni a dále pak na úrovni hodnocení objektu jako celku. [9]

3.4.1 Parametrická metoda

Parametrická metoda se řadí mezi metody vícekriteriálního rozhodování. Vícekriteriálnost představuje podstatný rys rozhodování jak ve sféře ekonomické, sociální, politické nebo právě technické. Řešení multikriteriálního rozhodování je založeno na roztřídění dílčích parametrů objektu, jejich ohodnocení a následném spojení jednotlivých ukazatelů do jednoho celkového ukazatele, který definuje celkovou kvalitu objektu s přihlédnutím k rozdílným vahám jednotlivých ukazatelů. Celkový ukazatel kvality jakosti objektu navede zákazníka k nalezení nejlepší varianty na trhu anebo k tomu, která varianta se nejvíce shoduje s požadavky a potřebami zákazníka. Při aplikaci metod vícekriteriálního hodnocení variant

tvoří základ pro rozhodování o koupi rozhodovatel, cíl rozhodování, varianty rozhodování a kritéria rozhodování. [13]

Metoda spočívá v tom, že se hodnotí rozdíly neboli difference mezi vlastnostmi výrobku hodnoceného a etalonového, případně variantního. Výsledkem této metody je souhrnné číslo, které definuje celkovou jakost objektu. [14]

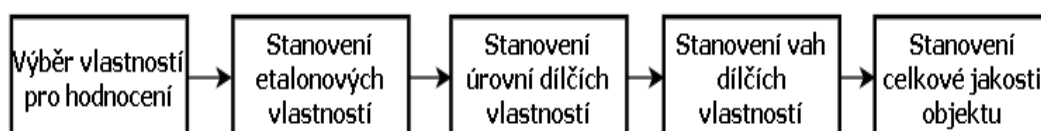
3.4.1.1 Prvky vícekriteriálního rozhodování

Cíl rozhodování – rozumí se tím budoucí stav systému vyplývající z nutnosti uspokojit určité potřeby zákazníka a plnit jisté funkce; je ho dosaženo pomocí dílčích cílů, které se transformují do podoby rozhodovacích kritérií.

- Rozhodovací kritérium – Jedná se o určité hodnotící hledisko, jež bereme v úvahu při rozhodování. Může mít různou povahu od fyzikálních, technických nebo technologických měřitelných vlastností až po neměřitelné vlastnosti.
- Varianty – Mohou to být nejrůznější prvky, které má smysl porovnávat a brát v úvahu během procesu rozhodování. Zákazník rozhoduje o koupi mezi výrobky stejného typu a užití.
- Subjekt – Rozumí se tím jednatel nebo skupina jednotlivců (podnik, instituce), která rozhoduje.
- Objekt – Jedná se o jakýsi protipól rozhodování, který představuje systém, v němž je formulován problém, cíl, kritéria i varianty hodnocení. [13]

3.4.1.2 Obecný postup při řešení vícekriteriální úlohy

Postup, který lze uplatnit při aplikaci této metody je rozdělen do pěti dílčích kroků. Jsou to vzájemně provázané činnosti tvořící náplň rozhodovacích procesů, které lze charakterizovat jednotlivými fázemi, které jsou v obrázku 3.

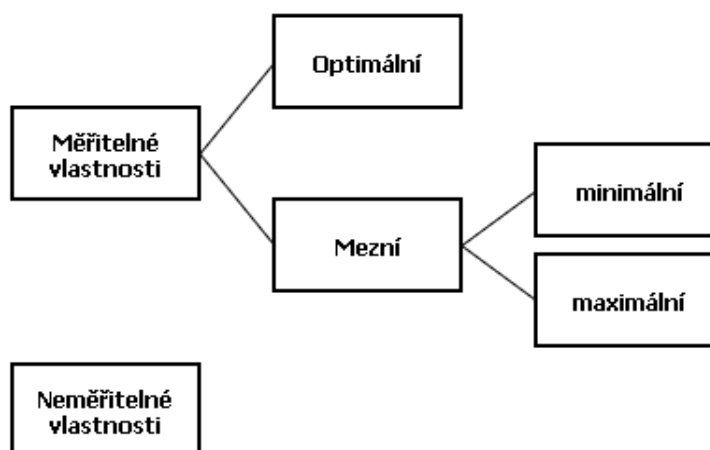


Obrázek 3: Obecný postup parametrického hodnocení [15]

3.4.1.3 Výběr vlastností pro ohodnocení

Vytvoření účelově orientované soustavy vlastností hodnocení je důležitým krokem v celém postupu vícekritériálního hodnocení variant. Při výběru kritérií je důležité poznat objekt hodnocení, jeho systémovou strukturu a funkci. Soubor vlastností musí být úplný, což znamená, že musí dobře odrážet podstatné vlastnosti objektů. Ve většině případů je možné do hodnocení zahrnout jak detailní, tak obecnější vlastnosti výrobku. Vlastnosti je potřeba volit s rozumem, neboť nepřehledné množství by mohlo způsobit ztrátu přehlednosti a snížení důležitosti vah jednotlivých vlastností při závěrečném vyhodnocení.

Důležitým předpokladem pro výběr vlastností je jejich správná klasifikace. Vybrané vlastnosti je potřeba rozdělit do jednotlivých skupin, protože s každou skupinou vlastností je nakládáno jinak. Základní dělení je na měřitelné a neměřitelné. Pro lepší názornost je přiložen obrázek 4. [15]



Obrázek 4: Schéma dělitelnosti vlastností [16]

Neměřitelné vlastnosti

Tato skupina vlastně určuje, jaký pocit mají vybraní experti z posuzovaného produktu v různých ohledech jeho hodnocení. Neměřitelné vlastnosti jsou tedy vyjádřeny na základě subjektivního kvalitativního posouzení expertů. Do této skupiny zařazuje především podněty smyslového vnímání. Nejčastěji se jedná o hodnocení designových funkcí, které dodávají produktu potřebnou prodejnost. Jelikož se jedná o subjektivní expertní hodnocení, je potřeba předejít nezaujatosti expertů. Čím více expertů bude posuzovat vlastnosti, tím je větší šance na vyloučení zaujatosti. [17]

Měřitelné vlastnosti

Technické specifikace produktu jsou nejlépe vyjádřeny hodnotami měřitelných parametrů, ať už se jedná o výkon motoru nebo maximální nosnost u nákladního automobilu. Pokud jsou potřeby zákazníka transformovány do měřitelných parametrů produktu, musí být výrobce schopen tato příslušná měření provádět nebo zajistit. Důvěryhodnost těchto informací záleží na vhodném typu měření a správné kalibraci přístroje. Měřitelné vlastnosti je možno jednoznačně definovat pomocí jednotek SI, ale lze sem zařadit i výroky typu ANO-NE, které mohou hodnotit shodu se standardy. [17]

3.4.1.4 Stanovení etalonových vlastností

Jedná se o soubor vzorových hodnot, se kterými budeme porovnávat námi naměřené/zjištěné hodnoty. Etalon může být chápán dvěma odlišnými způsoby.

- V prvním případě má etalon charakter detailně vypracovaného objektu – Vzoru (ve smyslu úplného popisu všech vlastností), s nímž jsou další hodnocené varianty srovnávány, s cílem získat kopii tohoto objektu.
- Ve druhém případě má etalon opět charakter objektu – Vzoru řešení, avšak jeho vlastnosti jsou záměrně redukovány na podstatné vlastnosti řešeného objektu a ty jsou při hodnocení předmětem porovnávání.

Při vícekriteriálním hodnocení variant se používá druhý zmiňovaný způsob. Úskalí je v tom, že se názory na podstatnost a nepodstatnost vlastností objektu mohou odlišovat. To může vést k přílišnému redukování vlastností, a tím k jednostrannému zaměření na vlastnosti jednoho druhu.

3.4.1.5 Stanovení úrovní dílčích vlastností

Stanovení úrovně neměřitelných vlastností

Pro vyhodnocení neměřitelných vlastností se využívá jiný postup než pro hodnocení měřitelných. Jak bylo již výše zmíněno, jedná se o subjektivní názor expertů. Pro neměřitelné vlastnosti se užívá přiřazování číselných hodnot kvalitativním stupňům, například:

- Výborná – 1,20
- Dobrá – 0,95
- Vyhovuje – 0,60
- Nevyhovuje – 0,30

- Případně 0, je-li znak tak rozhodující, že by způsobil nedostatečnou jakost celého objektu

Výsledkem tohoto kroku je získání tolika bezrozměrných číselných hodnot. Aby bylo možné stroj zařadit do určité jakostní skupiny, potřebujeme získat celkovou číselnou hodnotu úrovně K_i jakosti objektu jako celku. Celkovou číselnou hodnotu úrovně jakosti K_i objektu získáme jako aritmetický průměr u jednotlivých hodnot úrovní vybraných vlastností. Výpočet pomocí rovnice (1).

$$K_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{ij}$$

Rovnice (1): Výpočet úrovně i-té neměřitelné vlastnosti

kde:

n ...počet expertů

K_{ij} ...úroveň i-té vlastnosti odhadnutá j-tým expertem

K_i ...úroveň i-té vlastnosti [16]

Pomocí rovnice (1) byl proveden výpočet úrovně jakosti K_i v tabulce 1.

Hodnocené vlastnosti - neměřitelné parametry		Přiřazená hodnota expertem číslo:					K_i
		1	2	3	4	5	
15	Tuhost kabiny	0,95	0,95	1,2	0,95	0,95	0,95
16	Elektrická instalace	1,2	0,95	1,2	1,2	1,2	1,15
17	Odrušení el. instalace	1,2	1,2	0,95	0,95	1,2	1,1
18	Bezpečnost práce	0,95	0,95	0,6	0,95	0,95	0,95
19	Dopravní bezpečnost	0,95	0,6	0,95	0,6	0,95	0,81
20	Protipožární bezpečnost	0,95	1,2	0,95	0,6	1,2	0,98

Tabulka 1:Příklad expertního hodnocení [16]

Na obrázku 5 je možno vidět, že pro vlastnost číslo 15 bylo experty přiřazeno čtyřikrát 0,95 a jednou 1,2. V tomto případě se extrémní osamocené hodnocení ruší, tudíž výsledná úroveň K_i je rovna 0,95. Podobný příklad je možno vidět i pro vlastnost číslo 18. V případě že se extrémní posudek vyloučí, je třeba zmenšit počet expertů v rovnice. (1)

Stanovení úrovně mezních měřitelných parametrů

Podstatou tohoto kroku je stanovení úrovně měřitelné vlastnosti se získanou či stanovenou etalonovou hodnotou. Protože se jedná o mezní stanovení parametrů, jednotlivými mezemi jsou maximální a minimální hodnoty etalonů. Hodnoty mohou dosahovat lepších než požadovaných hodnot. Výpočet provedeme pro každou zvolenou vlastnost pomocí exponenciální funkce se základem přirozených logaritmu, tedy Eulerovým číslem. Vztah pro výpočet pomocí rovnice (2).

$$K_i = e^{\pm \frac{P_i - P_{mi}}{P_{mi}}}$$

Rovnice (2): Výpočet i-té úrovně mezní vlastnosti

kde:

K_i ...úroveň i-té vlastnosti

P_i ...naměřená hodnota i-té vlastnosti

P_{mi} ...mezní hodnota i-té vlastnosti

\pm ...znaménko podle charakteru vlastnosti, minimální (+), maximální (-) [16]

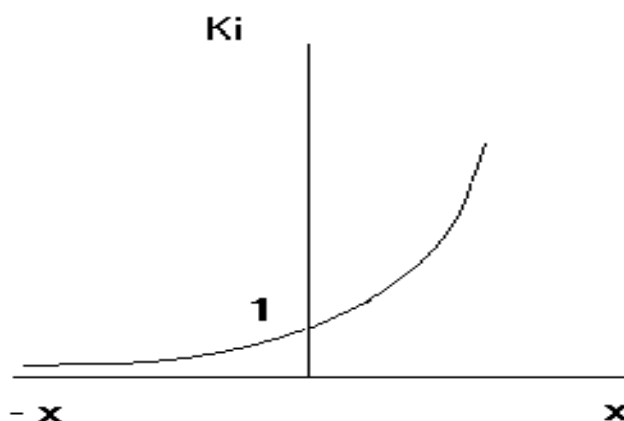
V případě porovnávání s minimální mezní hodnotou může jít například o točivý moment motoru. Točivý moment motoru se změří na dynamometru anebo se dá spočítat pomocí vzorce. Pro výpočet musí být známý výkon motoru a otáčky za minutu. Získaná hodnota je porovnána se stanovenou etalonovou hodnotou. Při vyhodnocení mohou nastat 3 případy:

- Získaná hodnota je menší než námi požadovaná etalonová hodnota.
- Získaná hodnota se shoduje s minimální hodnotou etalonu.
- Získaná hodnota je větší než minimální hodnota etalonu.

Případ 1 je nežádoucí, neboť získaná hodnota se nepřibližuje stanovené etalonové hodnotě, tudíž vlastnost nevyhovuje. V 2. případě je získaná hodnota shodná s minimální etalonovou hodnotou. To znamená, že vlastnost je na hranici přijatelnosti. Pro případ 3 je patrné, že získaná hodnota značně převyšuje minimální hodnotu etalonu. Toto je nejlepší možný výsledek. Všechny tři případy je možné rozpoznat v obrázku 5.

- Případ 1 – Výsledná hodnota se nachází někde na křivce v druhém kvadrantu.
- Případ 2 – Výsledná hodnota se nachází v průsečíku křivky a osy K_i , tudíž v jedničce.

- Případ 3 – Výsledná hodnota leží někde na křivce v prvním kvadrantu.



Obrázek 5: Graf stanovení mezní měřitelné vlastnosti [16]

Pro případ porovnávání s maximální hodnotou je využito stejného postupu. Příkladem srovnávání s maximální hodnotou může být například spotřeba pohonných hmot. Spotřeba v dnešní době může sehrát velkou roli při výběru nákladních automobilů, protože s rostoucí spotřebou rostou náklady na provoz. Graf pro vyhodnocení je tvořen záporným základem Eulerova čísla, tudíž křivka bude orientovaná na druhou stranu. Při porovnání mohou nastat tři případy:

- Případ 1 – Získaná hodnota se nachází na křivce v prvním kvadrantu.
- Případ 2 – Získaná hodnota je shodná s maximální etalonovou hodnotou.
- Případ 3 – Získaná hodnota je větší než etalonová hodnota, nachází se na křivce v druhém kvadrantu.

Případ 2 je opět na hranici přijatelnosti, nejlepším možným výsledkem je případ 1, kdy získaná hodnota vlastnosti je menší než hodnota etalonu.

Stanovení úrovně optimálních měřitelných parametrů

Pojmem optimální se rozumí, že hledáme hodnoty, jejichž odchylka od požadavku zákazníka v jakémkoliv směru je nežádoucí. Postup řešení je velice podobný jako v předchozím případě mezních vlastností. Výpočet úrovně jakosti je opět pomocí exponenciální funkce a zahrneme do něj všechny vybrané vlastnosti. Rovnice (3) pro výpočet.

$$K_i = M_o \cdot e^{-\left| \frac{P_i - P_i^{et}}{P_i^{et}} \right|}$$

Rovnice (3): Výpočet *i*-té úrovně optimální vlastnosti

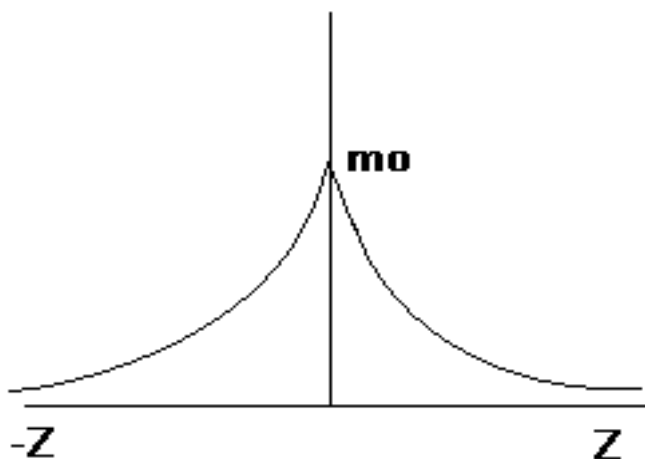
kde:

P_i^{et} ...optimální etalonová hodnota parametru jakosti

P_i ...naměřená hodnota i-té vlastnosti

M_o ...konstanta vyjadřující předepsanou maximální hodnotu úrovně jakosti [16]

Výsledek je možné stanovit z obrázku 6. V případě shody výsledné úrovně s optimálním parametrem najdeme výsledek v obrázku přímo v průsečíku obou křivek s osou y, na které leží optimální hodnota parametru. Kdyby se ovšem výsledná úroveň neshodovala s optimální, výsledek by byl někde na křivkách v prvním a druhém kvadrantu. Jako jeden z příkladů porovnání s optimální hodnotou může být objem palivové nádrže.



Obrázek 6: Graf stanovení optimální měřitelné vlastnosti [16]

3.4.1.6 Stanovení vah dílčích vlastností

Tento krok obecného postupu multikriteriálního hodnocení úzce souvisí s úplností soustavy kritérií odrážející podstatné vlastnosti varianty. Po předchozích krocích mohou mít vlastnosti stejné ohodnocení, například estetický vzhled může mít stejnou hodnotu jako výkon motoru. Co se týče provozu stroje, je jasné, že výkon motoru je mnohem podstatnější než estetická působivost. Z toho je patrné, že je potřeba přiřadit vlastnostem jejich váhu neboli důležitost jednotlivých dílčích vlastností, aby nedocházelo k tomuto tvrzení. Čím je důležitost vlastnosti větší, tím je větší i jeho váha. [18]

Váhu jednotlivých vlastností lze určit skupinou expertů nebo metodou párového porovnání.

Metoda párového porovnání

Metodou párového porovnání se zjišťují preferenční vztahy dvojic vlastností. V tomto systému jsou jednotlivé dílčí vlastnosti porovnány stylem každá s každou. Expert u každé dvojice vlastností zjišťuje, zda preferuje vlastnost uvedenou v řádku před vlastností ve sloupci. Toto určování preferencí probíhá podle schématu zobrazeného v tabulce 2. [18]

Pořadové číslo	Vlastnost	1	2	3	4
1	Výkonnost				
2	Brzdná dráha	2			
3	Spotřeba PHM	1	2		
4	Vzhled	1	2	3	

Tabulka 2: Párové porovnání

Postup vyhodnocení tabulky

1. Vlastnosti jsou rozřazeny do tabulky libovolně. V případě tabulky (2) vzniká matice 4x4.
2. Nyní je potřeba dopočítat počet soudů jednoho experta. To znamená, kolik polí je třeba v tabulce vyplnit. To se stanoví pomocí rovnice (4).

$$I = k \cdot \frac{(k - 1)}{2}$$

Rovnice (4): Výpočet počtu soudů jednoho experta

kde:

I...počet soudů jednoho experta

k...počet hodnocených vlastností [16]

3. Při pohledu na tabulku (2) je počet soudů 6, tudíž expert doplní šest hodnot.
4. Při porovnání se vezme vlastnost z řádku a je subjektivně porovnávána s vlastností ve sloupci. Například porovnání Brzdné dráhy X Výkonnost. Expert doplnil dvojku, protože je pro něho daleko důležitější, aby stroj spolehlivě zabrzdil.

V případě porovnání Vzhledu X Výkonnost byla doplněna jednička. Pro experta je mnohem důležitější, že stroj vykoná větší práci než to, aby byl hezký.

V dalším postupu jsou výsledky z tabulky (2) použity při výpočtu jednotlivých vah vlastností M_i . Závěrem se určí relativní důležitost každého parametru tak, že absolutní četnost výskytu každého prvku v hodnocení je vydělena celkovým počtem hodnocení, dle rovnice (5):

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^n f_{ij}}{n \cdot I}$$

Rovnice (5): Výpočet váhy vlastnosti

kde

f_{ij} ...absolutní četnost výskytu pořadového čísla i -té vlastnosti j -tého experta v tabulce

I ...počet soudů jednoho experta

n ...počet expertů [16]

3.4.1.7 Stanovení celkové jakosti objektu

Posledním krokem této metody je stanovení celkové jakosti objektu. Výstupem je jakostní porovnání objektů, kde je možné vidět, který objekt je na základě zákaznických preferencí nejkvalitnější a nejlépe splňuje jeho požadavky.

Celková jakost objektu je získána pomocí rovnice (6) jako vážený průměr, kde se se použijí všechny předem vypočtené úrovně jak měřitelných, tak neměřitelných parametrů se zohledněním na váhu každého parametru.

$$K = \frac{\sum_{i=1}^k M_i}{\sum_{i=1}^k \frac{M_i}{K_i}}$$

Rovnice (6): Výpočet celkové jakosti objektu

kde:

M_i ...váha i -té vlastnosti

K_i ...úroveň i -té vlastnosti

K ...výsledná číselná úroveň jakosti [16]

Vypočtené číselné hodnocení objektu je porovnáno s historickou jakostní tabulkou 3. Na základě porovnání je možné zařadit objekt do jakostní skupiny.

Interval úrovně jakosti	Stupeň jakosti	Slovní vyjádření stupně jakosti
$K > 1,1$	Q	Státní značka jakosti
$0,8 < K \leq 1,1$	I	První stupeň jakosti
$0,4 < K \leq 0,8$	II	Druhý stupeň jakosti
$K \leq 0,4$	III	Nevyhovující jakost

Tabulka 3: Jakostní tabulka [16]

Při užití parametrické metody nastávají problémy, a to v ohrazení počtu vlastností, tj. množství a jaké vyberu. Jedná se o první velkou subjektivitu názoru, protože platí, že vlastnosti budou pro každého zákazníka jinak podstatné.

Dalším úskalím užití této metody je fakt, že s rostoucím počtem hodnocených kategorií klesá maximální možná váha jednotlivých parametrů. To znamená, že ve finálním hodnocení mohou důležité parametry získat příliš malou váhu.

3.5 Životní cyklus vozidla

Ekonomický tlak, který působí v důsledku konkurenčního prostředí mezi výrobci nákladních vozidel, vede management společností k nutnosti nahlížet na problematiku finančního hospodaření s vozidly nejen z krátkodobého, ale také z dlouhodobého hlediska. Tento ekonomický pohled je znám pod pojmem LCC – Life Cycle Cost neboli náklady životního cyklu. [19]

Náklady životního cyklu jsou všechny očekávané náklady spojené s nákladním vozidlem po celou dobu jeho životnosti. Jedná se součet přímých, nepřímých, opakovaných, jednorázových a dalších nákladů v jednotlivých etapách životnosti nákladního automobilu:

- Koncepce a stanovení požadavků.
- Návrh a vývoj.
- Výroba a instalace.
- Provoz a údržba.
- Vylepšení uprostřed technického života nebo prodloužení života.
- Vyřazení z provozu a likvidace. [20]

Náklady životního cyklu nákladního automobilu se pomocí ekonomického procesu analýzy posuzují v rozsahu celé životnosti nákladního automobilu nebo v jeho dílčích částech života. Analýza LCC je především inženýrský a ekonomický nástroj umožňující činit manažerská rozhodnutí. Je důležité podotknout, že analýza je časově náročná, nákladná a získání potřebných dat pro analýzu není vždy jednoduchý úkol. Výsledky analýzy nákladů životního cyklu (LCC) mohou být použity na podporu řízení a rozhodování. [21]

Dodavatelé používají analýzu LCC nejčastěji pro optimalizaci konstrukce nebo pro porovnání odlišných konstrukčních řešení. Zato zákazníci analýzu využijí při hodnocení a porovnávání různých konkurenčních variant výrobku nebo například při hodnocení realizovatelnosti projektů. [22]

Sledování a analyzování životního cyklu výrobku a jeho etap vede k ekonomickým úsporám a přehledu nákladovosti v jednotlivých etapách nákladního vozidla za jeho dobu používání. [23]

3.5.1 Modely LCC

Důležitým krokem při provádění analýzy LCC je výběr nebo vytvoření vhodného modelu. Nejprve je třeba definovat cíle analýzy a poté vybrat správný postup a model. Existuje mnoho variant modelů analýzy LCC, ale zde budou uvedeny nejčastěji používané:

- Model LCC založený na etapách životního cyklu.
- Specifický model LCC souvisejících se spolehlivostí.
- Model LCC založený na pořizovacích a vlastnických nákladech.

Třetí zmíněný model je jedním z nejčastěji používaných modelů v praxi. Používá se při zhodnocení ekonomické náročnosti vlastnictví produktu během jeho akvizice. Jedná se o náklady LCC z pohledu uživatele. Model je vyhodnocen pomocí rovnice (7).

$$LCC = C_A + C_O + C_{RE} \text{ [Kč]}$$

Rovnice (7): Výpočet nákladů LCC

kde:

C_A – pořizovací náklady

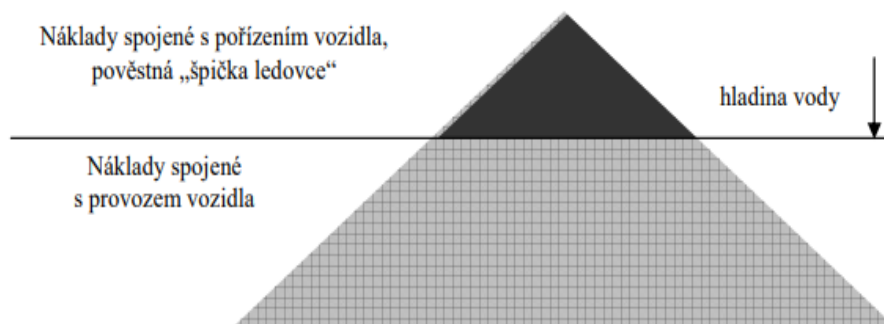
C_O – vlastnické náklady

C_{Re} – náklady na vyřazení [22]

Požizovací náklady jsou typickými jednorázovými investicemi zákazníků, jejichž součástí je vždy pořizovací cena. Pořizovací cena vychází z nákladů koncepce, vývoje, výroby a instalace. Tyto náklady jsou obecně známé a lze je zohlednit již před koupí vozidla.

Vlastnické náklady tvoří hlavní skupinu nákladových položek LCC. Jedná se o náklady spojené s provozem, údržbou a opravou nákladního vozidla, které se špatně odhadují a nejsou tak dobře patrné, viz obrázek 7. Pokud zákazník kupuje tento typ stroje poprvé, tak se tyto náklady odhadují, neboť zákazník netuší, jak se budou vyvíjet náklady např. na pracovní sílu, na údržbu či na energie. Lepším řešením je, když zákazník daný typ stroje už vlastnil, a může tak udělat kvalifikovaný odhad na základě srovnání s předchozím typem stroje. [16]

Když stroj ukončí svůj životní cyklus, je potřeba se s ním vypořádat. Jednou z možností je stroj vyřadit ze služby, demontovat a ekologicky ho zlikvidovat, přičemž si uživatel může ponechat některé části jako náhradní díly. Nebo se může prodat méně náročnému majiteli, kterému nevádí stáří a stav stroje a s tím spojené vyšší provozní náklady.



Obrázek 7: Struktura nákladů životního cyklu [24]

3.5.2 Nákladová metoda

Nákladová metoda vychází z analýzy životního cyklu stroje, konkrétně se jedná o pořizovací a vlastnické náklady. Jak bylo již výše zmíněno, jedná se o odhad nákladů nebo o kvalifikovaný odhad na základě srovnání s předchozím typem stroje. Tudíž metoda představuje určitou míru nejistoty.

Metoda umožňuje zjistit, jaké jsou průměrné jednotkové náklady za střední technický život stroje. Jednotky průměrných jednotkových nákladů závisí na typu stroje a jeho druhu výrobního procesu. Například při hodnocení nákladních vozidel umožňuje stanovit náklady

např. na 1 ujetý kilometr, na odvedenou práci v tunokilometrech [tkm] nebo na 1 motohodinu provozu [mth] nejen z pohledu pořizovací hodnoty stroje, ale i ze všech nákladů provozních. Jako nejkvalitnější stroj se jeví ten, u kterého je součet veškerých nákladů na provoz, údržbu a opravy za střední technický život minimální. Výsledek se získá pomocí výpočtu kalkulační rovnice (8). [9]

$$u(T_o) = \frac{N_{pr}(T_o) + N_b(T_o) + N_e(T_o) + N_u(T_o) + N_d(T_o) + N_r(T_o)}{T_o}$$

Rovnice (8): Výpočet nákladové metody

kde:

N_{pr} ...pořizovací hodnota stroje

N_b ...střední náklady na obsluhu za dobu T_o

N_e ...střední náklady na energii a provozní hmoty za dobu T_o

N_u ...střední náklady na údržbu za dobu T_o

N_d ...střední náklady na diagnostiku za dobu T_o

N_r ...střední náklady na opravy za dobu T_o

T_o ...střední technický život posuzovaného stroje [16]

Často se nákladová metoda hodnocení jakosti používá pro výběr z variantních výrobků. V tomto případě je odhad nákladů na pracovní sílu N_b a na energii N_e u všech variantních výrobků stejný. Chyba může nastat v kvalifikovaném odhadu skutečné poruchovosti (N_u , N_d , N_r) nebo životnosti stroje (T_o).

Tato metoda působí vcelku jednoduchým postupem řešení, nicméně i ona má řadu úskalí. Problém může nastat v odhadu nákladů bez předchozí zkušenosti s podobným strojem, například budou vyčísleny jako příliš malé. V případě porovnání s předchozím typem stroje se může stát, že se kvalifikovaný odhad bude značně lišit od skutečných nákladů v důsledku chybně odhadnutých nákladů na údržbu nebo na energie, které se mohou v čase měnit. [16]

4 Praktická část

Vyhodnocení praktické části proběhne na základě autorem stanovených a definovaných požadavků. Praktická část bakalářské práce se zabývá výběrem, popisem vybraných nákladních vozidel a také definováním účelu použití. Dále budou stanoveny a popsány hodnocené vlastnosti, které budou vyhodnoceny pomocí výše popsané parametrické metody a párového porovnání. Pro názornost bude proveden výpočet pro měřitelnou minimální, maximální, optimální a neměřitelnou vlastnost. Následně výpočet pro zjištění počtu soudů jednoho experta a stanovení váhy vlastnosti.

Po vzorovém výpočtu bude uvedeno autorovo párové porovnání, dále také tabulka s četnostmi výskytu, vypočtenými váhami jednotlivých vlastností a úrovní jednotlivých parametrů. V samotném závěru bude přiložena tabulka, která bude obsahovat číslo pro každý nákladní automobil, přičemž číslo jasně vypovídá o kvalitě nákladního automobilu na základě autorova subjektivního hodnocení. Kompletní výčet hodnocených vlastností a požadavků je uveden příloze.

4.1 Uplatnění parametrické metody na vybraná nákladní vozidla

4.1.1 Výběr nákladních automobilů a účel jejich použití

Nákladní vozidla byla vybrána s cílem zásobovat a distribuovat mražené či chlazené zboží z logistických center do obchodů a supermarketů v městských částech. Pro tento účel byly vybrány skříňové paletové nákladní vozy. Některé vozy jsem mohl vidět u jedné z největších logistických firem v České republice, konkrétně HOPI s.r.o. Jedná se o firmu, která dokáže skladovat a dodávat zboží ve všech teplotních režimech a disponuje obrovskou flotilou a širokou škálou nákladních automobilů.

Chladírenská vozidla jsou vybavena tepelně izolovanou skříňí. Skříň je chlazená pomocí mrazícího agregátu. Agregát má svůj vlastní pohon a je napojen na palivovou nádrž nákladního automobilu.

V praktické části bude porovnáno pět nákladních vozidel od různých výrobců. Všechny hodnocené nákladní automobily mají dvě nápravy. ISUZU F11 N jako jediné vozidlo spadá do

kategorie N2, to znamená, že jeho nejvyšší přípustná hmotnost nepřesahuje 12 tun. Mercedes Benz Actros, Mercedes Benz Antos, Shacman a Scania spadají do kategorie N3. Jejich nejvyšší přípustná hmotnost přesahuje 12 tun.

4.1.1.1 Stručný popis nákladních automobilů

Isuzu F11 N

Jedná se o nákladní automobil od japonského výrobce Isuzu Motors Ltd. Kapacita skříně dosahuje 16 palet. V odrážkách je uveden výčet základních technických informací o vozidle.

- Emisní třída EURO 6.
- Manuální převodovka.
- Celková hmotnost 11 tun.
- Užitečná hmotnost 7145 kg.
- Mrazicí agregát Carrier Supra 1050 Silent.



Obrázek 8: Isuzu F11 N [25]

Mercedes-Benz Antos 1727 L 4x2

Jedná se nákladní automobil od výrobce Mercedes Benz Trucks. Kapacita skříně je 20 palet. Firma HOPI s.r.o. vlastní celkem 5 vozidel třídy Antos. V odrážkách je uveden výčet základních technických informací o vozidle.

- Emisní třída EURO 6.
- Automatická převodovka.
- Celková hmotnost 18 tun.
- Užitečná hmotnost 7320 kg.
- Mrazicí agregát Carrier Supra 1150 Silent.



Obrázek 9: Mercedes-Benz Actros [26]

Mercedes-Benz Actros 1827L 4x2

Actros je vozidlo s kapacitou 20 palet. Firma HOPI s.r.o. vlastní 7 dvounápravových a 4 třínápravová vozidla. V odrážkách je uveden výčet základních technických informací o vozidle.

- Emisní třída EURO 6.
- Automatická převodovka.
- Celková hmotnost 18 tun.
- Užitečná hmotnost 7210 kg.
- Mrazicí agregát Carrier Supra 950 U.



Obrázek 10: Mercedes-Benz Actros [27]

Shacman SX5140XXYMA1

Je nákladní automobil od čínského výrobce Shaanxi Automobile Group Co., Ltd. Kapacita skříně dosahuje 16 palet. V odrážkách je uveden výčet základních technických informací o vozidle.

- Emisní třída EURO 5.
- Manuální převodovka.
- Celková hmotnost 14,5 tun.
- Užitečná hmotnost 7405 kg.
- Mrazicí agregát Thermo King T-800R.



Obrázek 11: Shacman SX5140XXYMA1 [28]

Scania P 280 4x2

Jedná se o nákladní automobil od švédského výrobce Scania, a.s. Kapacita skříně dosahuje 20 palet. Firma HOPI s.r.o. vlastní dvě tato vozidla. V odrážkách je uveden výčet základních technických informací o vozidle.

- Emisní třída EURO 6.
- Automatická převodovka.
- Celková hmotnost 18 tun.
- Užitečná hmotnost 9000 kg.
- Mrazicí agregát Carrier Supra 1050.



Obrázek 12: Scania P 280 4x2 [29]

4.1.2 Hodnocené parametry

Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.1.3, tak dělíme parametry na neměřitelné a měřitelné, které se dále dělí na maximální, minimální a optimální. V této kapitole budou definovány parametry, roztríděny do jednotlivých kategorií a stručně popsány. Parametry měřitelných vlastností byly vybrány z oficiálních materiálů výrobce.

4.1.2.1 Minimální měřitelné parametry

Točivý moment motoru

Všechny motory generují určitý točivý moment. Jedná se o moment vyvozený na hnacím hřídeli motoru. Tento moment vytvářejí písty pohybující se ve válci motoru. Písty jsou připojeny ojnicemi ke klikovému hřídeli motoru a způsobují tak jeho nepřetržité otáčení. Tento moment je dále rozváděn na kola vozidla prostřednictvím převodovky a hnacího ústrojí.

Tento moment můžeme změřit na dynamické brzdě v závislosti na otáčkách motoru. Výstup točivého momentu je výsledkem mnoha proměnných, kde záleží na velikosti motoru a způsobu jeho fungování. Čím větší má nákladní automobil točivý moment, tím spíše se hodí k přepravě těžkých nákladů. [30]

Užitečná hmotnost

Důležitým parametrem je, kolik automobil uveze nákladu. Užitečná hmotnost tedy podává informaci o tom, jakou souhrnnou hmotnost veškerého nákladu včetně osob automobil bezpečně uveze. Informace o užitečné hmotnosti vozidla je žádoucí především pro bezpečnost silničního provozu, neboť při přetížení dochází ve velké míře k negativnímu ovlivnění jízdních

vlastností vozu, jehož chování se tak stává velmi těžko předvídatelným hlavně při zatáčení a brzdění. [31]

Výkon motoru

Základním parametrem určujícím velikost vykonané práce za jednotku času je výkon. Jedná se o jeden z parametrů, který může být vyjádřen buďto číselnou hodnotou přidaných otáček anebo grafickou závislostí v plném rozsahu otáček. Grafická závislost se nazývá „vnější otáčková charakteristika“. Efektivní výkon je výkon zjištěný v místě odběru výkonu, tj. na výstupním konci hlavního hřídele motoru. Je možné ho dopočítat pomocí znalosti točivého momentu a otáček motoru podle rovnice (9). [32]

$$P_e = M * \frac{n}{9550} [kW]$$

Rovnice (9): Výpočet efektivního výkonu

kde:

M...točivý moment motoru

n...otáčky motoru

Výkon mrazicího agregátu

Agregát slouží k chlazení či mražení potravin během přepravy. Jeho výkon je důležitý proto, aby řidič přepravil zboží zákazníkovi ve správné teplotě. Pokud by bylo předáno v odlišné teplotě, může se stát, že zákazník zboží nemusí přijmout na sklad.



Obrázek 13: Mrazicí agregát Carrier Supra 950 U [33]

Emisní třída EURO

Z historického hlediska se dříve konstruktéři zaměřovali na výkon pohonných jednotek, nikoliv na produkty spalovacího procesu. Mezi hlavní produkty spalování paliva patří oxid

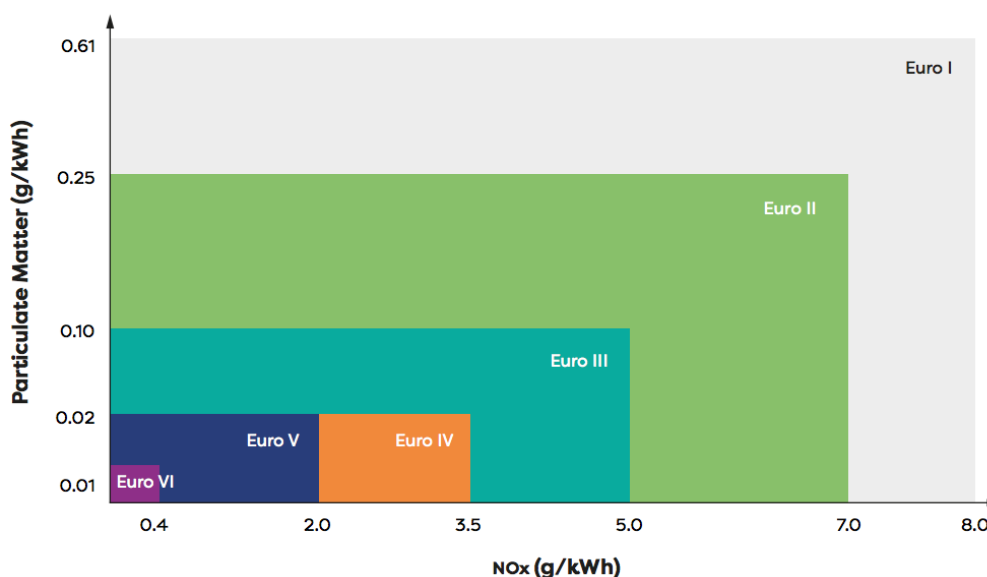
uhelnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂), oxidy dusíku (NO_x), uhlovodíky (HC) a také pevné částice (PM). Všechny tyto spaliny se negativně podepisují na životním prostředí a lidech. Například v Kalifornii během roku 1942 byla zaznamenána první smogová situace, kterou se podařilo objasnit až roku 1952 díky rozvoji měřicí techniky.

Během posledních několika let zaznamenal automobilový průmysl obrovský rozmach. S rostoucím počtem automobilů a jejich užíváním se produkty spalování neboli emise, začaly stávat problémem jak pro životní prostředí, tak i pro člověka. Lidé mohou pociťovat dýchací problémy, pálení sliznic a taky malátnost. Tyto negativní účinky vyvolaly požadavky na omezení výfukových plynů, a daly tak příležitost vzniknout tzv. emisním normám, které se ve světě mohou odlišovat. Práce se bude zabývat normou EURO, která platí pro Evropskou unii.

Jako první norma na evropském kontinentu byla norma ECE 15, která se zabývala zážehovými motory a byla přijata v roce 1971. Koncem 80. let byla přijata vyhláška EHK 83, která vycházela ze čtyřikrát přepracované normy ECE 15. Vyhláška EHK 83 položila základ pro stávající legislativní systém. [34]

Od roku 1992 zavádí EU stále přísnější limity emisí nákladních automobilů prostřednictvím řady norem EURO pro schvalování emisí motorů. Euro I, II a III vedly ke snížení emisí motorů, ale technologie katalytické regulace emisí byla vyžadována až se zavedením EURO IV, a to v letech 2005 a 2008. Nejnovější a nejpřísnější současnou normou je Euro VI, která platí od 1. ledna 2013. Od zavedení norem EURO byly emise oxidů dusíků NO_x sníženy o 95 % a pevné částice o 97 %. Pro lepší přehlednost je přiložen obrázek 11, který dokládá snižování NO_x a PČ v jednotlivých třídách EURO. [35]

Development of European Heavy-duty Legislated Emissions Limits



Obrázek 14: Vývoj evropských legislativních limitů emisí EURO [36]

Součinitel využití přepravní kapacity

Pro hodnocení činnosti v oblasti nákladní dopravy se používá soustava technologických ukazatelů. Ukazatelé jsou podkladem pro statistiku přepravy. Přepravní výkon je dosažená přepravní práce, která je vynaložena na přepravu věcí na danou přepravní vzdálenost. Jednotkou je tunokilometr.

Součinitel využití přepravní kapacity je dán podílem skutečně přepraveného množství v tunách k množství, které lze maximálně přepravit. Součinitel udává, jak moc je vozidlo využíváno. [37]

4.1.2.2 Maximální měřitelné parametry

Spotřeba pohonných hmot

Finance vynaložené za pohonné hmoty tvoří podstatnou část nákladů vozového parku. Je logické, že se zákazník snaží minimalizovat náklady za pohonné hmoty, a proto požaduje co nejnižší spotřebu paliva. Spotřeba paliva je tedy pro mnoho nových potencionálních zákazníků jedním z hlavních faktorů pro koupi nákladního vozidla.

Z tohoto parametru je možné zjistit dvě důležité věci, které by při rozhodování o koupi vozidla neměly být opomíjené. Spotřeba paliva jednak udává míru hospodárnosti provozu vozidla a druhou složkou, kterou spotřeba paliva indikuje, je technický stav vozidla. [38]

Spotřeba paliva může být ovlivněna mnoha faktory. Jedním z nich je hmotnost nákladu a rozměry vozidla. Dalším faktorem jsou jízdní odpory, například odpor vzduch nebo velký valivý odpor při nesprávném nahuštění pneumatik. V neposlední řadě je spotřeba ovlivněna obsluhou vozidla, pokud automobil disponuje různými typy režimů jízdy, tak i jimi.

Délka vozidla

Rozměry vozidel jsou regulovány pomocí evropské směrnice 96/53/ES. Jelikož se jedná o výběr zásobovacího nákladního automobilu, který se většinu času pohybuje v intravilánu, je tedy žádoucí, aby vozidlo mělo co nejmenší délku vzhledem k různým dopravním nástrahám ve městech.

Výška vozidla

Jak již bylo výše zmíněno, automobil bude zásobovat městské části. Proto bude důležitá jeho výška, aby mohl bezpečně projet pod viadukty, a vyhnul se tak nástrahám města.

4.1.2.3 Optimální měřitelné parametry

Paletová plocha

Dalším hodnoceným parametrem bude paletová plocha skříně. Kvůli odlišným délkám rámu se montují různě dlouhé skříně. Vozidla budou převážet standardní euro palety o rozměrech 1200x800 mm.

Objem palivové nádrže

Objem paliva, který dokáže nákladní automobil pojmout do své nádrže, je důležitým parametrem pro jeho dojezd. Řidič distribučního vozidla během dne ujede cca 350-450 km. Jakožto pozitivní fakt se jeví, že čím je kapacita nádrže vyšší, tím se může snížit frekvence tankování paliva. To se samozřejmě odvíjí od faktorů, které byly popsány v kapitole 6.3.2. u spotřeby pohonných hmot.

Pořizovací cena

Používá se pro ocenění majetku, zejména majetku pořízeného nákupem. Cena je jedním z hlavních parametrů, která výrazně ovlivní zákazníka a jeho požadavky. Do pořizovací ceny bude zahrnuta cena nástavby, mrazicího agregátu a také hydraulické čelo. Cena byla vypočtena z hodnoty 1 € = 25,64 Kč, která byla platná k 9.5.2021.

4.1.2.4 Neměřitelné parametry

Hodnocení neměřitelných vlastností proběhlo na základě rozhovorů s řidiči nákladních automobilů, kteří tak uplatnili svoje poznatky a zkušenosti z řízení nákladních aut.

Převodovka

Převodovka neboli převodová skříň je kompaktní strojní zařízení umožňující převod mezi hnacím a hnaným hřídelem, tj. technické zařízení, které mění silové a kinetické parametry přenášené energie.

Existuje několik druhů převodovek, ale v práci se budeme zabývat manuální a automatickou. Při manuálním řazení řidič kompletně řídí celý proces řazení, tj. ovládá spojku, řadicí páku a sám volí výběr rychlostního stupně. U automatické převodovky je řazení samočinné. Hodnocení se bude odvíjet od počtu převodových stupňů a od typu řazení.

Prvky aktivní bezpečnosti

Velkým trendem v oblasti nákladní dopravy je zajištění bezpečnosti. Hlavním cílem je ochránit řidiče, účastníky silničního provozu, ale také samotný náklad.

Prvky aktivní bezpečnosti jsou systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které pomáhají zabránit nebo předejít dopravním nehodám. Mezi aktivní prvky patří zejména kvalitní brzdy, přesné řízení a celá řada bezpečnostních elektronických systémů. Hodnocen bude počet systémů ve vozidle.

- Asistent jízdy v pružích
- Elektronický ABS systém
- ASR systém
- Prediktivní tempomat
- Asistent pro rozjíždění do kopce
- Asistent regulace stability [39]

GPS pro monitoring jízd a spotřeby PHM

Jedná se o telematický systém, který monitoruje a ukazuje spotřebu paliva a ujeté kilometry dispečinku. Tento systém se snaží zabránit zbytečnému ježdění řidičů mimo svou náplň práce. Díky tomu systému je schopná firma ušetřit nemalé náklady za pohonné hmoty. Pokud automobil bude mít GPS systém, bude hodnocen 1,2. V případě, že ne, bude hodnocení stanoveno na 0,6.

Používání a ergonomie ovládacích prvků

Člověk a jeho interakce s prostředím je známa již od počátku věků. Ergonomie cílí na činnost člověka a jeho vazby s technikou či prostředím. Usiluje o snížení lidské zátěže a snaží se optimalizovat pracovní prostředí.

V expertním hodnocení bude hodnocen např. multifunkční volant, odkládací prostor pro řidiče, prázdná tlačítka, display a umístění řadicí páky, pokud je jí vozidlo vybaveno. Dále zda je palubní deska zahnutá, aby měl řidič lepší dosah na ovládací prvky.



Obrázek 15: Příklad zahnuté palubní desky u Mercedes Benz Actros [40]

Dělicí příčka v chladicí skříni

Chladírenské skříně mohou být vybaveny dělicí příčkou, která vytvoří dvě komory a umožní tak převážet zboží o dvou různých teplotách. Příčka je umístěna v kolejnicích, tudíž si může libovolně měnit velikost komory. Poté jsou ve skříni namontovány dva výparníky, které snižují výšku skříně. Pokud je automobil vybaven dělicí příčkou, je hodnocení stanoveno na 1,2, pokud ne, bude vyhodnoceno na 0,6, jako vyhovuje. Dělicí příčka je zobrazena na obrázku 16.



Obrázek 16: Dělicí příčka chladírenské skříně [vlastní]

5 Vyhodnocení porovnávaných vlastností

V této kapitole budou na základě teoretické části uplatněny poznatky z parametrické metody a párového porovnání. Jak již bylo popsáno na začátku praktické části, zde budou pro názornost uvedeny výpočty vlastností, stanovení počtu soudů experta a vypočtení váhy vlastnosti pro vozidlo Mercedes Benz Actros. Dále zde bude uvedeno párové porovnání, tabulka s celkovými výpočty a také vyhodnocení celkové jakosti nákladních automobilů.

5.1 Měřitelné vlastnosti

Výpočet pro minimální parametr

Výpočet je proveden pro vlastnost výkon motoru podle obecné rovnice (2). Minimální požadovaná hodnota je 170 kW, MB Actros má výkon 200 kW. Výpočet v rovnici (10).

$$K_i = e^{+\frac{200-170}{170}} = 1,1930$$

Rovnice (10): Výpočet vlastnosti s minimálním parametrem

Výpočet pro maximální parametr

Výpočet je proveden pro vlastnost délka vozidla podle obecného vzorce (2). Maximální stanovená délka je 10,6 m, MB Actros je dlouhý 10,55 m. Výpočet v rovnici (11).

$$K_i = e^{-\frac{10,55-10,6}{10,6}} = 1,0047$$

Rovnice (11): Výpočet vlastnosti s maximálním parametrem

Výpočet pro optimální parametr

Výpočet je proveden pro vlastnost objem palivové nádrže podle obecné rovnice (3). Optimální kapacita nádrže je stanovena na 200 l, MB Actros disponuje nádrží o objemu 300 l. Výpočet v rovnici (12).

$$K_i = 1,2 \cdot e^{-\left|\frac{200-300}{300}\right|} = 0,7278$$

Rovnice (12): Výpočet vlastnosti s optimálním parametrem

5.2 Neměřitelné vlastnosti

Výpočet parametru

Výpočet je proveden pro vlastnost prvky aktivní bezpečnosti MB Actros podle obecné rovnice (1). Vlastnost byla hodnocena třemi experty, všemi bylo uděleno hodnocení 1,2, tudíž výborné. Výpočet v rovnici (13).

$$K_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 1,2 = 1,2$$

Rovnice (13): Výpočet neměřitelné vlastnosti

5.3 Stanovení významu vlastností

Stanovení počtu soudů jednoho experta

V dalším kroku bude proveden výpočet soudů jednoho experta podle obecné rovnice (4). To znamená, kolik expert bude vyplňovat polí v tabulce párového porovnání. Počet vlastností je 17. Výpočet v rovnici (14).

$$I = 17 \cdot \frac{(17 - 1)}{2} = 136$$

Rovnice (14): Výpočet počtu soudů jednoho experta

Výpočet váhy parametru

Po vyplnění tabulky s párovým porovnáním je potřeba určit váhu parametru dle obecné rovnice (5). Párové porovnání je zobrazeno na obrázku (15). Výpočet bude proveden pro vlastnost výkon motoru, který se v párovém porovnání vyskytl celkem třináctkrát. Výpočet v rovnici (15).

$$M_i = \frac{13}{1.136} = 0,0956$$

Rovnice (15): Výpočet váhy vlastnosti

5.4 Párové porovnání

	točivý moment motoru	užitečná hmotnost	výkon motoru	výkon chlad. agreg. átu	emisi nířída	součinitel využití př. kapacity	spotřeba PHM	délka vozidla	výška vozidla	paletová plocha	objem nádrže	pořizovací cena	převodovka	prvky akt. bezpečnosti	GPS systém	ergonomie prvků	dělicí přička
točivý moment motoru	2																
užitečná hmotnost		3															
výkon motoru			3														
výkon chlad. agreg. átu				3													
emisi nířída					5												
součinitel využití př. kapacity						6											
spotřeba PHM							6										
délka vozidla								7									
výška vozidla									9								
paletová plocha										9							
objem nádrže											10						
pořizovací cena												11					
převodovka													12				
prvky akt. bezpečnosti														14			
GPS systém															15		
ergonomie prvků																16	
dělicí přička																	16

Obrázek 17: Autorovo párové porovnání

Tabulka vlastností, četností f_{ij} , vah M_i a dílčích úrovní K_i

Posuzovaná vlastnost	Σf_{ij}	M_i	Isuzu F11	MB Actros	MB Antos	Shacman	Scania
			K_i	K_i	K_i	K_i	K_i
<i>Točivý moment motoru</i>	2	0,0147	0,8607	1,1175	1,1175	1,0713	1,3956
<i>Užitečná hmotnost</i>	12	0,0882	1,0687	1,0791	1,0970	1,1110	1,4096
<i>Výkon motoru</i>	13	0,0956	1,0420	1,1930	1,0298	1,0606	1,2359
<i>Výkon chlad. agregátu</i>	6	0,0441	1,1893	1,5118	1,3231	1,0408	1,2378
<i>Emisní třída EURO</i>	6	0,0441	1,2214	1,2214	1,2214	1,0000	1,2214
<i>Součinitel využití přepravní kapacity</i>	10	0,0735	0,9377	0,9116	0,9153	0,8933	0,7444
<i>Spotřeba PHM</i>	11	0,0809	1,0243	1,0000	1,0833	0,9343	1,0121
<i>Délka vozidla</i>	3	0,0221	1,1896	1,0047	1,0336	1,1640	1,0268
<i>Výška vozidla</i>	11	0,0809	1,1527	1,0000	1,0294	0,9487	1,0821
<i>Paletová plocha</i>	12	0,0882	0,9825	1,2000	1,2000	0,9825	1,2000
<i>Objem palivové nádrže</i>	5	0,0368	0,8890	0,7278	0,7278	1,1415	0,7278
<i>Pořizovací cena</i>	11	0,0809	0,9730	1,1669	1,0610	0,9013	1,1226
<i>Převodovka</i>	3	0,0221	0,7167	1,2000	1,1167	0,7167	1,0333
<i>Prvky aktivní bezpečnosti</i>	14	0,1029	0,6000	1,2000	0,9500	0,4000	1,0333
<i>GPS systém</i>	7	0,0515	0,6000	1,2000	1,2000	0,6000	1,2000
<i>Ergonomie prvků</i>	5	0,0368	0,6000	1,0333	1,0333	0,7167	1,1167
<i>Dělicí příčka</i>	5	0,0368	0,6000	1,2000	1,2000	0,6000	1,2000

Tabulka 4: Tabulka s výpočty

5.5 Výsledné úrovně jakosti nákladních automobilů

V tabulce 5 se nachází výsledné úrovně jakosti vybraných nákladních automobilů.

	Isuzu F11	MB Actros	MB Antos	Shacman	Scania
Výsledná úroveň jakosti K	0,9348	1,1181	1,0697	0,8867	1,1178

Tabulka 5: Výsledné úrovně jakost nákladních automobilů

Z hlediska subjektivně stanovených hodnotících znaků jakosti a jejich vyhodnocení je zřejmé, že nejjakostnější nákladním automobilem, který bude nejlépe vyhovovat stanovenému účelu je Mercedes Benz Actros.

Actros dosahuje státní značky jakosti společně se Scanií. Mercedes Benz Antos a Isuzu dosahují 1. stupně jakosti, stejně tak jako Shacman od čínského výrobce Shaanxi Automobile Group Co., Ltd. Nicméně nejméně kvalitním nákladním automobilem, z hlediska stanovených hodnotících znaků kvality, se jeví nákladní automobil značky Shacman.

6 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce je porovnat jakostní vlastnosti dvounápravových nákladních automobilů, které jsou určeny pro distribuci chlazených či mražených potravin. Porovnávaly se tyto nákladní automobily: ISUZU F11 N, Mercedes-Benz Antos 1727 L 4x2, Mercedes-Benz Actros 1827L 4x2, Shacman SX5140XXYMA1 a Scania P 280 4x2. Tento cíl byl naplněn pomocí dílčích cílů práce.

První dílčí cíl se zabývá kvalitou. Ve stručnosti je zde popsán historický vývoj a pohled na kvalitu. Dále jsou uvedeny základní pojmy a také klasifikace znaků jakosti, pomocí kterých jsou poté vybrány hodnocené vlastnosti v praktické části. Dalším bodem je vztah mezi jakostí a spolehlivostí, konkrétně to, jak jakost ovlivňuje spolehlivost.

Dalším cílem bylo teoreticky rozepsat metody hodnocení kvality strojírenských výrobků. Blíže je zde rozepsána parametrická metoda a její postup. V postupu je zobrazeno, jak vybrat vlastnosti pro ohodnocení, jak vyhodnotit vlastnosti a v samotném závěru, jak zjistit celkovou jakost výrobku. Dále je zmíněn životní cyklus výrobku, který nutí provozovatele nahlížet na ekonomickou stránku věci. S tímto tématem se pojí nákladová metoda, pomocí které je zákazník schopný odhadnout náklady za střední technický život výrobku.

V praktické části práce se objevuje popis a porovnání pěti autorem vybraných nákladních automobilů. Dále, na základě autorovy volby, je zde uveden popis vlastností pro ohodnocení, které byly vybrány z oficiálních materiálů výrobců. K celkovému porovnání byla použita parametrická metoda, pomocí níž bylo zjištěno, který nákladní automobil nejlépe vyhovuje stanoveným požadavkům.

Jakožto nekvalitnější a nejlépe vyhovující účelu použití se na základě autorem stanovených hodnotících vlastností stal Mercedes Benz Actros. Mercedes Benz Actros a Scania P 280 dosáhly v hodnocení stupně Q, dle slovního vyjádření se jedná o státní značku jakosti. Ostatní tři vozidla, Isuzu F11 N, Mercedes Benz Antos a Shacman dosahují hodnocení I., jedná se tak o první stupeň jakosti. Nejméně kvalitním nákladním automobilem na základě stanovených požadavků je čínský Shacman.

Expertní hodnocení v rámci parametrické metody je do značné míry subjektivní, protože každý potenciaální zájemce by měl určitě jiné potřeby a požadavky, které očekává od nákladního automobilu.

7 Seznam literatury

- [1] Historie řízení jakosti [online]. Praha 6: Verlag Dashöfer, nakladatelství, 2008 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/historie-rizeni-jakosti-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Eou0c_K0wh9G8-qLAAFTos4/
- [2] Jurča, Vladimír. Jakost, spolehlivost a obnova strojů [prezentace]. 2020 [cit.2021-05-3]
- [3] Historie řízení kvality (History of Quality Management) [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/historie-rizeni-kvality>
- [4] NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: Principy, postupy a metody. 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [5] NENADÁL, Jaroslav a David VYKYDAL. SYSTÉMY MANAGEMENTU JAKOSTI I. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2586-1.
- [6] ČSN EN ISO 9000. Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník. Praha, ČNI, duben 2006
- [7] Význam kvality v automobilovém průmyslu [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=137>
- [8] Hoyle, David. 2000. Automotive Quality Systems Handbook. Oxford : Butford Technical Publishing, 2000. ISBN: 0 7506 7243 9.
- [9] Havlíček, Jaroslav. 1989. Provozní spolehlivost strojů. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-2090029-2.
- [10] VROŽINA, Milan. Spolehlivost a diagnostika. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2010. ISBN 978-80-248-2595-3.
- [11] NORMY Z OBLASTI MANAGEMENTU SPOLEHLIVOSTI A RIZIK [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/24_Normy_management_spolehlivosti_rizik.pdf
- [12] ZÁKLADY TEORIE SPOLEHLIVOSTI [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TU/TU/2kapitola.pdf>
- [13] RAMÍK, Jaroslav. Vícekriteriální rozhodování – analytický hierarchický proces (AHP). Opava: Slezská univerzita v Opavě, 1999. ISBN 8072480472.
- [14] ZMEŠKAL, Zdeněk. Vícekriteriální hodnocení variant a analýza citlivosti při výběru produktů finančních institucí. Mezinárodní konference Finanční řízení podniků a finančních institucí. 2009, 7(7), 1-6.

- [15] Teoretické základy vícekriteriálního rozhodování [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie_mca.pdf
- [16] Jurča, Vladimír. Hodnocení jakosti strojírenského výrobku [prezentace]. 2020 [cit. 2021-05-3]
- [17] VONDŘIČKA, Jiří. 2010. Metodika integrovaného hodnocení kvality produktu a pořizování investic. Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita. Vedoucí práce Vladimír Jurča.
- [18] OLIVKOVÁ, Ivana. Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování při hodnocení kvality veřejné dopravy. APLIKACE METOD VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ PŘI HODNOCENÍ KVALITY VEŘEJNÉ DOPRAVY. 2011, 6(IV), 293-303.
- [19] Faber, Issac. 2018. Engineering Economics of Life Cycle Cost Analysis. Boca Raton : Taylor & Francis Group, LLC, 2018. ISBN 9780429466304.
- [20] ČSN EN 60300-1 ed 2. Management spolehlivosti – Část 1: Návod pro management a použití. Praha: ÚNMZ, 2015.
- [21] ČSN IEC 60050-192. Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 192: Spolehlivost (Konečný návrh). Praha: ÚNMZ, 2015
- [22] VINTR, Michal. Analýza nákladů životního cyklu [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/Sbornik_-_FINAL.pdf
- [23] Mykiska, A.: Spolehlivost technických systémů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000, ISBN 80-01-02079-7.
- [24] SPOLEHLIVOST A ŽIVOTNÍ CYKLUS VOZIDEL [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TU/TU/1kapitola.pdf>
- [25] Used trucks – LEZ-compliant Isuzu 11tonne fridge truck [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=hNLDg3rOkEI>
- [26] Doprava [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.hopi.cz/sluzby/doprava>
- [27] REFRIGERATOR TRUCK MERCEDES-BENZ Actros 1827 L [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.truck1.sg/trucks/refrigerator-trucks/mercedes-benz-actros-1827-l-hutos-hf-a5278451.html>
- [28] Shacman SX5140XXYMA1 box van truck manufactured by Shaanxi Automobile Group Co., Ltd. [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://shaanxi.su/en/auto/sx/shacman-sx5140xxyma1.html>

- [29] REFRIGERATOR TRUCK Scania P280 4x2 [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.truck1.eu/trucks/refrigerator-trucks/scania-p280-carrier-supra-950mt-multitemperature-2-chambres-rooms-a4982344.html>
- [30] What is Torque? [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.toyota.ca/toyota/en/connect/3843/what-is-torque-in-cars>
- [31] UŽITEČNÁ HMOTNOST [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.aaaauto.cz/slovník/39810/uzitecna-hmotnost.html>
- [32] Výkon spalovacího motoru [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://web2.mendelu.cz/autozkusebna/html/vykon.htm>
- [33] Supra 950 U [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.carrier.com/truck-trailer/cs/cz/products/cz-truck-trailer/truck/supra-950-u/>
- [34] Cars and Light Trucks. Dieselnet [online]. [20.10.2014]. Dostupné z: www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php
- [35] FAIZ, A., WEAVER, S. Ch.; WALSH, P. M.: Air pollution from motor vehicles, Washington: D.C., The International Bank, 1996, ISBN 0-8213-3444-1.
- [36] HEAVY-DUTY VEHICLES [online]. [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <https://www.aecc.eu/legislation/heavy-duty-vehicles/>
- [37] KŘIVDA, Vladislav. 2. silniční doprava. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1521-3.
- [38] Vlk, František. 2003. Automobilová technická příručka. Brno : Nakladatelství a vydavatelství Mokrohorská 34, 2003. ISBN 80-238-9681-4.
- [39] Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti motorových vozidel [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/?id=1611>
- [40] Daimler AG. Actros [online]. Stuttgart: Daimler [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://roadstars.mercedes-benz.com/content/dam/mercedes-benz-trucks/cs_CZ/products/services/long-distance-transport/long-distance-transport.pdf
- [41] ISUZU Série N-F [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.isuzutrucks.cz/sites/isuzutrucks.cz/files/Listino%20serie%20N-F%20-%20OBDD%201_%20con%20Q95%20-%20CZ.pdf
- [42] Daimler AG. Atego, Antos [online]. Stuttgart: Daimler [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://roadstars.mercedes-benz.com/content/dam/mercedes-benz-trucks/cs_CZ/products/services/distribution-transport/distribution-transport.pdf

[43] SCANIA SPECIFICATION P-, G – and R – series [online]. Great Britain: SCANIA Limited [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.scania.com/content/dam/scanianoe/market/uk/brochures/truck/spec-sheets/p-series/spec-sheet-scania-p250db4x2mna.PDF>

8 Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma rozdělení znaků jakosti	5
Obrázek 2: Vyjádření jakosti výrobku a jeho dílčích užitečných vlastností [9]	7
Obrázek 3: Obecný postup parametrického hodnocení [15]	10
Obrázek 4: Schéma dělitelnosti vlastností [16]	11
Obrázek 5: Graf stanovení mezní měřitelné vlastnosti [16]	15
Obrázek 6: Graf stanovení optimální měřitelné vlastnosti [16].....	16
Obrázek 7: Struktura nákladů životního cyklu [24]	21
Obrázek 8: Isuzu F11 N [25]	24
Obrázek 9: Mercedes-Benz Antos [26]	25
Obrázek 10: Mercedes-Benz Actros [27]	25
Obrázek 11: Shacman SX5140XXYMA1 [28]	26
Obrázek 12: Scania P 280 4x2 [29]	27
Obrázek 13: Mrazicí agregát Carrier Supra 950 U [33]	28
Obrázek 14: Vývoj evropských legislativních limitů emisí EURO [36].....	30
Obrázek 15: Příklad zahnuté palubní desky u Mercedes Benz Actros [40]	33
Obrázek 16: Dělicí příčka chladírenské skříně [vlastní].....	34
Obrázek 17: Autorovo párové porovnání	37

9 Seznam tabulek

Tabulka 1:Příklad expertního hodnocení [16]	13
Tabulka 2: Párové porovnání.....	17
Tabulka 3: Jakostní tabulka [16].....	19
Tabulka 4: Tabulka s výpočty.....	38
Tabulka 5: Výsledné úrovně jakost nákladních automobilů.....	39
Tabulka 6: Tabulka s minimálními parametry [28], [40], [41], [42], [43]	48
Tabulka 7: Tabulka s maximálními parametry [28], [40], [41], [42], [43].....	48
Tabulka 8: Tabulka s optimálními parametry [28], [40], [41], [42], [43]	48
Tabulka 9: Expertní hodnocení č.1	48
Tabulka 10: Expertní hodnocení č.2	49
Tabulka 11: Autorovo hodnocení	49

10 Seznam rovnic

Rovnice (1): Výpočet úrovně i-té neměřitelné vlastnosti	13
Rovnice (2): Výpočet i-té úrovně mezní vlastnosti	14
Rovnice (3): Výpočet i-té úrovně optimální vlastnosti.....	15
Rovnice (4): Výpočet počtu soudů jednoho experta.....	17
Rovnice (5): Výpočet váhy vlastnosti.....	18
Rovnice (6): Výpočet celkové jakosti objektu.....	18
Rovnice (7): Výpočet nákladů LCC	20
Rovnice (8): Výpočet nákladové metody	22
Rovnice (9): Výpočet efektivního výkonu	28
Rovnice (10): Výpočet vlastnosti s minimálním parametrem	35
Rovnice (11): Výpočet vlastnosti s maximálním parametrem.....	35
Rovnice (12): Výpočet vlastnosti s optimálním parametrem	35
Rovnice (13): Výpočet neměřitelné vlastnosti.....	36
Rovnice (14): Výpočet počtu soudů jednoho experta.....	36
Rovnice (15): Výpočet váhy vlastnosti.....	36

11 Přílohy

11.1 Měřitelné parametry

	Minimální požadavek	Jednotka	Isuzu	Mercedes Benz Actros	Mercedes Benz Antos	Shacman	Scania
točivý moment motoru	900	N.m	765	1000	1000	962	1200
užitečná hmotnost	6700	Kg	7145	7210	7320	7405	9000
výkon motoru	170	kW	177	200	175	180	206
výkon mrazicího agregátu	7500	W	8800	10600	9600	7800	9100
emisioní třída EURO	5		6	6	6	5	6
součinitel využití přepravní kapacity	85	%	93,8	91,2	91,5	89,3	74,4

Tabulka 6: Tabulka s minimálními parametry [28], [40], [41], [42], [43]

	Maximální požadavek	Jednotka	Isuzu	Mercedes Benz Actros	Mercedes Benz Antos	Shacman	Scania
spotřeba PHM l/100 km	25	l	24,4	25	23	26,7	24,7
délka vozidla	10,6	m	8,76	10,55	10,25	8,99	10,32
výška vozidla	3,8	m	3,26	3,8	3,69	4	3,5

Tabulka 7: Tabulka s maximálními parametry [28], [40], [41], [42], [43]

	Optimální požadavek	Jednotka	Isuzu	Mercedes Benz Actros	Mercedes Benz Antos	Shacman	Scania
paletová plocha skříně	20	EURO paleta	16	20	20	16	20
objem palivové nádrže	200	l	140	300	300	210	300
pořizovací cena	3 205 000	Kč	2 532 950	3 115 260	2 810 529	2 287 498	2 991 419

Tabulka 8: Tabulka s optimálními parametry [28], [40], [41], [42], [43]

11.2 Neměřitelné parametry

Expert č. 1					
	Isuzu	Mercedes Benz Actros	Mercedes Benz Antos	Shacman	Scania
převodovka	0,6	1,2	1,2	0,95	1,2
prvky aktivní bezpečnosti	0,6	1,2	0,95	0,3	1,2
GPS systém	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2
ergonomie prvků	0,6	0,95	0,95	0,6	1,2
dělicí příčka	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2

Tabulka 9: Expertní hodnocení č.1

Expert č. 2					
	Isuzu	Mercedes Benz Actros	Mercedes Benz Antos	Shacman	Scania
převodovka	0,6	1,2	1,2	0,6	0,95
prvky aktivní bezpečnosti	0,6	1,2	0,95	0,3	0,95
GPS systém	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2
ergonomie prvků	0,6	1,2	1,2	0,6	0,95
dělicí příčka	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2

Tabulka 10: Expertní hodnocení č.2

Autor					
	Isuzu	Mercedes Benz Actros	Mercedes Benz Antos	Shacman	Scania
převodovka	0,95	1,2	0,95	0,6	0,95
prvky aktivní bezpečnosti	0,6	1,2	0,95	0,6	0,95
GPS systém	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2
ergonomie prvků	0,6	0,95	0,95	0,95	1,2
dělicí příčka	0,6	1,2	1,2	0,6	1,2

Tabulka 11: Autorovo hodnocení