

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Ústav logistiky a managementu dopravy



Martin Slabý

Diplomová práce

2016



K616.....Ústav dopravních prostředků

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Martin Slabý

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy

Název tématu (česky): **Objektivní hodnocení užitečných vlastností
nákladních automobilů**

Název tématu (anglicky): Objective Evaluation of Useable Properties of Commercial
Trucks

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Provozně technologická a ekonomická specifika nákladních silničních vozidel podle jejich účelového třídění
- Výběr, odvození a definice charakteristických prvků objektivního hodnocení užitečných vlastností a zdůvodnění z hlediska potřeb provozovatelů nákladní silniční dopravy
- Stanovení typických funkčních závislostí vybraných charakteristických prvků podle zavedeného účelového třídění
- Metodický návrh pro optimální výběr vlastností pro potřebu provozovatelů při objednávání nových nákladních silničních vozidel.
- Návod a vzorová ukázka pro použití navržené metodiky na vybraných příkladech pro nabízená nákladní silniční vozidla.
- Kritická analýza poznatků ze vzorové ukázky navržené metodiky a doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Vyhláška č. 341/2014 Sb., DIN EN 12640, DIN EN 12642
Zákon č. 56/2011 Sb.
Duchoň, B.: Ekonomika dopravy, ČVUT 1999

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaroslav Opava, CSc.**
Ing. Michal Drábek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2015**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2016**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních prostředků



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. Martin Slabý
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....2. června 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

podpis studenta

Poděkování:

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Jaroslavu Opavovi, CSc. za laskavý přístup, cenné rady a odborné vedení mé diplomové práce. Mé velké díky patří rovněž mé rodině a přítelkyni za podporu během studia. Poděkovat bych dále chtěl panu Petru Listopadovi a dalším interním zdrojům, kteří mě jako odborníci v oboru uvedli do této problematiky a poskytli cenné rady a data.

Název práce: Objektivní hodnocení užitných vlastností nákladních automobilů

Autor: Martin Slabý

Obor: Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Jaroslav Opava, CSc.
Fakulta dopravní, ČVUT v Praze

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá specifikací nákladních automobilů a jejich užitných vlastností, které ovlivňují výběr z pohledu zákazníka. Práce v teoretické části seznamuje čtenáře se současnou situací v nákladní silniční dopravě, kategorizací a druhy nákladních automobilů. Praktická část se věnuje vlivu užitných vlastností na provozní náklady a dává návod na výběr vozidla pomocí metod vícekritériálního hodnocení variant.

Klíčová slova:

Nákladní silniční doprava, nákladní automobil, vozidlo, vícekritériální hodnocení, užitné vlastnosti, spotřeba, životnost, pohotovostní hmotnost, hmotný výkon, bezpečnost, ČSN EN, provozovatel, výrobce, druhy nákladních vozidel, analýza, poruchovost, Pattern

Title: Objective Evaluatoin of Useable Properties of Commercial Cars
Author: Martin Slabý
Branch: Managementand Economics of Transportation and
Telecommunication
Document type: Master Thesis
Thesis advisor: doc. Ing. Jaroslav Opava, CSc.
Faculty of Transportation Sciences, CTU in Prague

Abstract:

Master thesis deals with specification and the utility properties of Useable Cars, which influence the decision to buy from the customer's perspective. The thesis in it's theoretical part introduces to the readers the current situation in road freight transport, categorization and types of Useable Cars. The practical part of the thesis is devoted to the influence of utility properties on operational costs and provides guidance on the selection of vehicles by using the methods of multi-criterial evaluation of alternatives.

Key words:

Road freight transport, useable car, vehicle, multi-criterial evaluation, utility properties, fuel consumption, service life, mass of the vehicle, specific mass output, safety, ČSN EN, operator, producer, types of useable cars, analysis, failure, Pattern

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam použitých zkratk | 10 |
| Úvod a cíle práce | 11 |
| 1. Technická a ekonomická specifika nákladních vozidel | 13 |
| 1.1. Historie silniční nákladní dopravy | 13 |
| 1.2. Současná situace silniční nákladní dopravy | 14 |
| 1.3. Současné trendy v oblasti nákladních automobilů | 15 |
| 1.4. Kategorie nákladních automobilů | 16 |
| 1.5. Druhy nákladních automobilů | 17 |
| 1.5.1. Pick-up a dodávkové automobily | 19 |
| 1.5.2. Valníková vozidla a nástavby | 19 |
| 1.5.3. Skříňová vozidla a nástavby | 20 |
| 1.5.4. Izotermická vozidla a nástavby | 21 |
| 1.5.5. Chladírenská vozidla a nástavby | 22 |
| 1.5.6. Mrazírenská vozidla a nástavby | 22 |
| 1.5.7. Jízdní souprava - Návěs | 23 |
| 1.5.8. Jízdní souprava - přívěs | 23 |
| 1.6. Shrnutí poznatků | 24 |
| 2. Vlastnosti a parametry ovlivňující užžitnou kvalitu nákladních automobilů | 26 |
| 2.1. Užžitné vlastnosti a parametry | 26 |
| 2.1.1. Ovladatelnost a manévrovatelnost | 27 |
| 2.1.2. Bezpečnost | 27 |
| 2.1.3. Hmotnost | 30 |
| 2.1.4. Rozměry | 32 |
| 2.1.5. Kapacita ložné plochy a možnosti ložných operací | 33 |
| 2.1.6. Vybavenost kabiny | 34 |
| 2.2. Subsystemy nákladních automobilů | 35 |
| 2.3. Spotřeba paliva | 36 |
| 2.3.1. Metody měření spotřeby paliva | 37 |
| 2.3.2. Závislost spotřeby paliva | 37 |
| 2.4. Točivý moment a výkon | 38 |
| 2.5. Shrnutí poznatků | 39 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3. | Faktory ovlivňující užité vlastnosti a provozní náklady vozidel | 41 |
| 3.1. | Faktory ovlivňující spotřebu paliva | 41 |
| 3.1.1. | Další aspekty ovlivňující spotřebu | 44 |
| 3.2. | Faktory ovlivňující životnost pneumatik | 46 |
| 3.3. | Shrnutí poznatků | 48 |
| 4. | Návrh metodiky pro výběr optimálních vozidel a analýza současné situace..... | 49 |
| 4.1. | Provozní náklady na vozidlo | 50 |
| 4.2. | Vlastnosti pro městská vozidla | 51 |
| 4.3. | Vlastnosti pro regionální vozidla | 53 |
| 4.4. | Vlastnosti pro dálková vozidla | 54 |
| 4.5. | Bezporuchovost, udržovatelnost a opravitelnost vozidla | 55 |
| 4.5.1. | Metoda pro sledování poruchovosti na vozidlech | 55 |
| 4.6. | Návrh metodiky pro výběr vozidla | 56 |
| 4.7. | Shrnutí poznatků | 58 |
| 5. | Použití navržené metodiky | 60 |
| 5.1. | Výběr vozidla pomocí metody Pattern | 60 |
| 5.2. | Kritická analýza doporučené metody | 64 |
| 5.3. | Shrnutí poznatků | 65 |
| 6. | Shrnutí poznatků a doporučení | 66 |
| | Závěr | 68 |
| | Seznam literatury a informačních pramenů | 70 |
| | Seznam tabulek | 72 |
| | Seznam obrázků | 73 |
| | Seznam příloh | 74 |

Seznam použitých zkratek

EMS – European Modular System

ETT – En Trave Till

EHK – Evropská hospodářská komise

ČSN – Česká státní norma

EN – Evropská norma

ČSN EN – Převzaté evropské normy

ISO – International Organization for Standardization

EBS – Electronic Braking System

ABS – Anti-lock Brake System

LGS – Lane Guard System

EBD – Electronic Brakeforce Distribution

BAS – Brake Assistant System

ESP – Electronic Stability Program

ACC – Adaptive Cruise Control

ECAS – Electronically Controlled Air Suspension

ESAC – Electronic Shock Absorber Control

TPM – Tyre Pressure Monitoring

FUPS – Frontal Underrun Protection System

SUPS – Side Underrun Protection System

RUPS – Rear Underrun Protection System

ES – Evropské společenství

Úvod a cíle práce

Jako námět mé diplomové práce jsem si zvolil „Objektivní hodnocení užitných vlastností nákladních automobilů“. Vzhledem k mé profesní příslušnosti bude tato práce zaměřena zejména na nákladní automobily sloužící pro přepravu zboží logistických řetězců, které tedy budou představovat hlavní zaměření této diplomové práce.

Pro volbu kategorie a typu vozidla jsou rozhodující podmínky, za kterých bude vozidlo provozováno. Klíčem k dobré volbě dopravního prostředku je tedy kvalitní analýza provozních a přepravních podmínek. Jak tuto analýzu provést a jaké druhy podmínek mohou ovlivnit správný výběr nákladního automobilu?

Úvodní kapitola této práce provází základním výkladem o nákladní dopravě, omezeními a zákonnými předpisy, jenž se váží k nákladní dopravě a vozidlům v ní provozovaným. Další části kapitoly jsou věnovány kategorizaci a dalšímu členění nákladních automobilů s letným přehledem o jednotlivých druzích nákladních automobilů, které se v praxi používají. Součástí kapitoly jsou rovněž nejnovější trendy nákladní dopravy a vlastnosti, na které je vyvíjený tlak a to jak ze strany politické a společenské, tak i ze strany samotných provozovatelů.

V druhé kapitole bude téma zaměřeno na jednotlivé vlastnosti a parametry nákladních automobilů. Jaké auto chceme? Co ovlivňuje vhodnost automobilu a kvalitu automobilu? Parametry sloužící pro hodnocení a zároveň ovlivňující kvalitu vozidel budou v této kapitole představeny a to včetně jejich definice. Rovněž budou uvedeny omezující podmínky a předpisy tyto omezující podmínky stanovující.

Následující kapitoly již přechází z teoretické části do části praktické a ve třetí kapitole bude formulován vliv jednotlivých funkčních vlastností na hospodárnost vozidla. Cílem každého dopravce je snižovat náklady za současného zvyšování výkonu. Závisí hospodárnost vozidla a výkony vozidla pouze na jeho perfektní konfiguraci? Do provozních nákladů vstupují další proměnné, které můžeme ovlivnit a výrazně tím prodloužit životnost vozidla a náklady s provozováním spojené.

Čtvrtá kapitola práce bude věnována návržení vhodné metodiky pro výběr automobilu a jeho vlastností pro jednotlivé provozní podmínky. Vozidla jsou rozdělena dle účelu pro různé provozní podmínky. Avšak jaké jednotlivé funkční vlastnosti se hodí pro jednotlivé typy provozu a jaké specifické vlastnosti má provoz ve městě a na dálnicích, kterými na automobily působí? Právě dle těchto parametrů se automobil vybírá.

Závěrečná část práce bude věnována názorné ukázce pro použití navržené metodiky na konkrétních případech v praxi. Budou zde porovnána vozidla spadající do stejné kategorie a u těchto vozidel porovnány jednotlivé vlastnosti vybraných automobilů. Následně bude využito metod vícekriteriálního hodnocení variant, pomocí kterých bude stanoven na simulovaném případě optimální výběr vozidla na základě konkrétních preferencí.

Zpracování práce je založeno na analýze informací získaných z odborných knižních publikací, jež s touto problematikou souvisí. Podkladem pro práci budou zároveň zákony a předpisy České republiky a Evropské unie. Z dostupné literatury bude vybráno dle vlastní analýzy několik metod a na základě dedukce následně bude vyhodnocena ta nejvíce vhodná. Stěžejními podklady použitými v této práci budou interní data získaná za spolupráce společnosti zabývající se sledováním vozidel přicházející na trh v ČR. Dále budou užity poznatky získané konzultací s dopravcem působícím v mezinárodní kamionové dopravě a současně budou využívány zkušenosti získané prací v logistickém řetězci na pracovišti autora. Z internetových zdrojů bude čerpáno pouze okrajově, s cílem nezbytného doplnění práce.

1. Technická a ekonomická specifiká nákladních vozidel

Nákladní silniční doprava patří v současné době díky své flexibilitě, relativní rychlosti, operativnosti a finanční, množství a časové dostupnosti mezi dopravní obory s nejprogresivnějším rozvojem. Společně s rozmachem tohoto dopravního odvětví se však začínají projevovat i stinné stránky silniční dopravy. S nákladní silniční dopravou je spojeno negativní působení na životní prostředí, poměrně vysoká nehodovost a s tím i spojené ztráty způsobené kongescemi a to zejména na vjezdech velkých dopravních tepen do městských aglomerací.

1.1. Historie silniční nákladní dopravy

Hlavní rozvoj silniční dopravy, ať již osobní nebo nákladní, přichází v druhé polovině 20. století. Do této doby zastávaly v dopravě hlavní roli doprava železniční a vodní. Od poloviny 20. století vzniká tzv. víceoborová doprava, kde silniční doprava spolu s dopravou leteckou zastávají hlavní podíl. Zejména tedy silniční doprava vykazuje oproti ostatním druhům dopravy mnohem rapidnější nárůst. S tím je bohužel spojena stále se zvyšující ekologická zátěž pro životní prostředí. S růstem silniční dopravy navíc dochází i přes poměrně hustou silniční infrastrukturu k přesycení dopravních cest a to především v ekonomicky silných oblastech. [1]

Od 70. let 20. století je při konstrukci nákladních vozidel přistupováno k tzv. stavebnicovému řešení. Touto metodikou reaguje trh s nákladními automobily na individuální potřeby a jejich transformaci do konkrétních konstrukčních typů nákladních automobilů. Finální provedení jsou tak různých parametrů a typů. [1] Pro správné, bezpečné a efektivní využívání těchto vozidel, se stává znalost těchto jednotlivých parametrů naprosto klíčovou podmínkou. [2]

1.2. Současná situace silniční nákladní dopravy

Situace současné silniční nákladní dopravy se v dnešní době neseťkává bohužel s příliš efektivním a ekologicky přívětivým řešením na úrovni vlád jednotlivých zemí. Stále se veřejně vedou spory, kdo nese odpovědnost za nepříznivé dopady a jaké je optimální řešení pro všechny zainteresované strany. Jako konkrétní příklady uvádím problematiku z prostředí Německé spolkové republiky.

Vzhledem k silnému dopadu na životní prostředí je stále nedostatečně podporována nákladní železniční doprava. V Německu se navzdory kapacitním a kvalitativním nedostatkům železniční sítě podařilo vybudovat silné postavení železnice v nákladní dopravě. Tohoto bylo dosaženo zejména díky výhodě železniční dopravy při přepravě zboží na velké vzdálenosti. Ovšem zejména v severním Německu již kapacita tratí narazila na své limity a jedná se o možnostech zvýšení této kapacity.

V roce 2015 ovšem „Dialogforum železnice sever“ složené ze starostů, zemských radních atd. vytvořené za účelem získání podpory a souhlasu u dotčené veřejnosti, zamítlo všechny návrhy na novostavby předložené Německými drahami. Podporovanou variantou se stala Alfa E, jejímž záměrem je rozložení dopravy mimo hlavní uzly do jiné již vybudované tratě. Po odsouhlasení varianty Alfa zástupci Spolkového ministerstva dopravy, začali zdůrazňovat negativa této varianty.

Velkým negativem je prodloužení cest a tím zvýšení nákladů, kvůli kterým by tato varianta nepřinesla dostatečné navýšení kapacity. Výsledkem hodnocení o variantě Alfa E je, že bylo provedeno nekvalifikované dopravně politické rozhodnutí, které bylo ovlivněno nedostatečným zohledněním odborných a technických znalostí. Dialogforum bylo o těchto skutečnostech informováno již v průběhu rozhodování, tyto informace byly Dialogforem ovšem zamítnuty s okomentováním, že kapacity varianty Alfa E budou dostačující. Jelikož zde chyběla odborná kompetence, nemělo sloužit toto stanovisko jako základ pro rozhodnutí o budoucím vývoji.

Závěrem využití tohoto konkrétního příkladu z praxe je, že je nutné při řešení zvyšování kapacity železniční sítě, brát v potaz odborné znalosti věci. Toto

rozhodnutí může mít za následek totální vyčerpání kapacity železničních cest v severním Německu a v případě rezignace železnice na část přepravních požadavků, budou tyto požadavky přeneseny na silniční nákladní dopravu. Tato skutečnost může následně mít škodlivý dopad na obecné blaho. [3]

V České republice je v současné době dělení vozidel a jejich definice určeno několika zákonnými normami alespoň tak, aby se přispívalo k harmonizaci, bezpečnosti provozu a ochraně životního prostředí. Konkrétně tedy zákonem č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Způsobilost a podmínky provozu silničních vozidel poté upravuje vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

Ve zmíněném zákoně č. 56/2001 Sb., jsou formulovány základní pojmy jako: silniční vozidlo, zvláštní vozidlo, přípojné vozidlo, kategorie vozidla, motorové vozidlo, nemotorové vozidlo, jízdní souprava, výměnná nástavba a pevná nástavba.

1.3. Současné trendy v oblasti nákladních automobilů

Zvyšování bezpečnosti a tlak na snížení ekologického dopadu silniční dopavy na životní prostředí je obrazem současného trendu výroby moderních nákladních automobilů. Tento tlak na výrobce je zejména politického a společenského charakteru. Ze strany dopravců přichází dále snaha, co nejvíce snížit náklady na provoz vozidel a současně docílit zvýšení jejich celkové efektivity. Na efektivitu provozu nákladních vozidel z pohledu dopravců má zásadní vliv spotřeba paliva, nízká provozní hmotnost vozidla a efektivní využití ložného prostoru (počet přepravních jednotek, m³, kg atd.). [2]

Přeprava objemného zboží s nízkou hmotností je hlavním trendem současné kamionové dopavy. V mezinárodní kamionové dopravě je v současné době využíváno zejména jednopodlažních nákladních automobilů a přípojných vozidel souprav, dvoupodlažních nákladních automobilů a přípojných vozidel, návěsy jejichž délka přesahuje 13,6 m, EMS a ETT. Pro EMS a ETT je využíváno rovněž dvou

druhů přípojných vozidel. Těmito přípojnými vozidly jsou „dolly“ neboli tažné podvozky a návěsy interlink. Podvozky „dolly“ bývají ve většině případů dvounápravové, přičemž propojení s tažným vozidlem může být řešeno ve dvou variantách. První variantou je pevná náprava (neřiditelná), která je výhodná z pohledu snížení užitečné hmotnosti soupravy, nicméně varianta druhá, kdy je náprava spolu s ojí řiditelná, přináší užitek v rámci lepší ovladatelnosti (manévrovatelnosti), menšího opotřebení pneumatik za současného menšího poškozování pozemních komunikací. Návěsy interlink bývají vzadu vybaveny točnicí umožňující připojení dalšího návěsu. Tyto návěsy mají celou řadu možných provedení a to co se týče počtu náprav či délky návěsu. [2]

1.4. Kategorie nákladních automobilů

Všechna vozidla užívaná na pozemních komunikacích jsou dělena do jednotlivých kategorií dle technických parametrů a charakteristik. Nákladní vozidla jsou dle předpisu EHK zařazeny do kategorie N. Tato kategorie je klasifikována jako, motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a jsou určena pro přepravu nákladu. [1] Do této kategorie spadají také tahače, které jsou určeny pro tažení návěsů a přívěsů. Pomocí tahačů mohou být taženy také speciální automobily pro výkon určitých prací a také speciální vozy s nástavbou. Autem pro výkon speciálních prací rozumíme např. autojeřáb. Vozidlem s nástavbou je rozuměna např. cisterna. [4] Kategorii N dělíme dále na tři podkategorie dle nejvyšší povolené přípustné hmotnosti vozidla:

- N_1 – vozidlo, jehož nejvyšší přípustná hmotnost není vyšší než 3,5 t
- N_2 – vozidlo, jehož nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 3,5 t, ale zároveň nepřevyšuje 12 t
- N_3 – vozidlo, jehož nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 12 t [5]

Jak již bylo zmíněno výše, tak mezi nákladní automobily řadíme rovněž tahače, které jsou určeny pro tažení návěsů a přívěsů. Dle předpisu EHK jsou dle kategorizace silničních vozidel návěsy a přívěsy zařazeny do kategorie O. Tato kategorie zahrnuje přípojná vozidla, pro která je typické, že nemají vlastní pohon a zpravidla nedisponují

ani hnací nápravou. Pro přepravu zboží pomocí přípojných vozidel je tedy nutné, aby byla tažena pomocí motorových vozidel nebo tahačů. Stejně jako kategorie N je i kategorie O rozdělena na podkategorie.

- O₁ – přípojná vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg
- O₂ – přípojná vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg
- O₃ – přípojná vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 10 000 kg
- O₄ – přípojná vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 10 000 kg [5]



Obr. 1: Schéma nákladních silničních vozidel

Zdroj: Autor na základě [6]

1.5. Druhy nákladních automobilů

V části „Kategorie nákladních automobilů“ jsou uvedeny kategorie silničních vozidel N a O, které jsou nadále rozděleny na jednotlivé podkategorie dle nejvyšší přípustné povolené hmotnosti. Nákladní automobily můžeme nadále ještě rozdělit dle druhu nákladních vozidel.

Naprostou klíčovou pro provozovatele nákladních automobilů je analýza, za jakým účelem bude vozový park využíván. Při této analýze musí být určeno, v jakých provozních a přepravních podmínkách bude dané vozidlo plnit přepravní úkoly. [4] Tyto přepravní úkoly se dají rozdělit dle provozních podmínek na provoz v:

- **Extravilánu** – Dopravní cestou vozidel plnící přepravní úkoly v těchto přepravních podmínkách budou zejména dálnice, rychlostní silnice, případně polní a lesní cesty.
- **Intravilánu** – Vozidla v tomto provozu budou provozována ve městech, a jejich provozní technické vlastnosti tak musí být přizpůsobena pro městskou dopravu. Pro tento druh dopravy je typické hmotnostní a rozměrové omezení.
- Bezcestném terénu
- Závislosti na sklonových poměrech a kvalitě pozemních komunikacích
- Závislosti na intenzitě provozu, dopravních proudech, omezení rychlosti jízdy atd. [4]

Dle přepravních podmínek je prováděna analýza vhodnosti volby vozidla dle:

- Vyhodnocení přepravovaných věcí a možnosti jejich přepravy na základě možnosti uložení na přepravní (ložné) ploše vozidla. Provozovatel zhodnotí přepravní podmínky dle druhu věci, expedovaného množství výrobku, fyzikálních vlastností přepravované věci, četnosti a pravidelnosti prováděné přepravy.
- Vyhodnocení ložných prací u přepravců (druhu manipulačních možností přepravců a vlastních manipulačních možností. Možnosti plošného a prostorového uložení přepravované věci). [4]

V dalších částech kapitoly jsou podrobně definovány jednotlivé druhy nákladních automobilů. Mezi druhy nákladních vozidel řadíme mimo níže popsaných druhů dále také nákladní vozidla cisternová, nákladní vozidla pro přepravu vozidel, zvířat, dřeva, lodí, odpadu atd., autodomíchávač a nosič výměnných nástaveb, popř. kontejnerů.

1.5.1. Pick–up a dodávkové automobily

Tento druh nákladního vozidla se řadí mezi dodávkové automobily. Dodávkové automobily jsou zpravidla určeny pro přepravu zboží, kdy maximálně užitečná hmotnost nepřesáhne 1,5 tuny. Pro automobil druhu „Pick-up“ je charakteristický otevřený ložný prostor a dveře umístěné v zadní stěně. Druh vozidel, který slouží zejména pro přepravu zboží.

Dalšími dodávkovými automobily jsou dodávkové automobily skříňové a valníkové. Pro skříňová vozidla je charakteristickým znakem uzavřený prostor, který je celistvý nebo rozdělený. Pro valníkové je charakteristickým znakem, že ložný prostor je ohraničený a má odnímatelné stěny. [6]

1.5.2. Valníková vozidla a nástavby

Jak již bylo zmíněno u dodávkových automobilů, valníkové nákladní automobily jsou charakteristické otevřeným ohraničeným prostorem, kde ohraničení tvoří odnímatelné stěny neboli bočnice a čela. Valníková vozidla, ať je myšleno motorová nebo nemotorová, se v praxi mohou vyskytovat jako otevřený valník, tj. bez plachty. Druhou možností je pak jako tzv. valník s plachtou. Další možností je valníkové vozidlo bez bočnic a čela. Taková vozidla jsou známá jako plošinové vozidlo.

V případě valníku s plachtou jsou pak dvě možnosti provedení. První možností je klasický valník s plachtou, který má přední čelo, bočnice a zadní čelo. Výška čel a bočnic se může u jednotlivých typů lišit. Druhou možností je následně valník se shrnovací plachtou. Tento typ valníku má pření čelo pokrývající celou výšku a šířku ložného prostoru a po stranách různý počet svislých sloupků sloužících k upevnění dřevěných, případně hliníkových latí, které slouží k fixaci nákladu. Tento druh fixace se vyskytuje i u klasického valníkového vozidla. Stran jsou kryty plachtou a vzadu jsou dvoukřídlá vrata na celou výšku a šířku ložného prostoru. Plachta na stranách i na horní části je shrnovací.

Novým typem valníkového vozidla je Speed Curtain, který nemá klasické svislé sloupky po stranách, ale tzv. mikrosloupky, které jsou součástí plachty. [2]



Obr. 2: Valníkový nákladní automobil s bočnicemi a stahovací plachtou

Zdroj: [7]

1.5.3. Skříňová vozidla a nástavby

Skříňové nákladní automobily můžeme třídit podle druhu karoserie na následující tři typy. Skříňové, furgon a samostatná skříň. Do všech typů skříňových nákladních automobilů je přístup do ložného prostoru umožněn v první variantě přes zadní vrata (např. dvoukřídlá či roletová vozidla), druhou možností je přístup ze stran(y) nástavby pomocí dveří horizontálně, nebo vertikálně zavěšenými, nebo zcela otevíratelné boční stěně popř. i části střechy/nástavby.

V případě typu skříňového druhu karoserie jsou kabina řidiče a prostor pro náklad konstruovány jako jeden nedílný celek. Jako jediný prvek, který oba prostory odděluje, funguje přepážka.

Druhý typ, tedy furgon, je konstrukčně téměř shodný jako skříňový druh karoserie. Kabina řidiče a prostor pro náklad jsou taktéž konstruovány jako jeden nedílný prvek, avšak v oddělovací přepážce je navíc zakomponován průlez opatřený dveřmi.

Posledním typem je již zmiňovaná samostatná skříň, která je konstrukčně řešena tak, že kabina řidiče je samostatná a taktéž je samostatná skříň pro náklad. [2]



Obr. 3: Skříňový nákladní automobil s bočními dveřmi

Zdroj: [7]

1.5.4. Izotermická vozidla a nástavby

Spadá do kategorie skříňových nákladních automobilů. Izotermické nákladní automobily se vyznačují tepelně izolovanou skříní, která nemá vlastní chladicí zařízení a je tak zamezeno výměně tepla mezi vnitřním a vnějším prostředím skříně.

Dle součinitele prostupu tepla dělíme tyto dopravní prostředky na dva druhy:

- Dopravní prostředek s normální izolací, jehož součinitel prostupu tepla „K“ je roven nebo je nižší než $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dopravní prostředek se zesílenou izolací, jehož součinitel „K“ je rovný nebo nižší než $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ a tloušťka stěn je minimálně 45 mm pro dopravní prostředek o šířce větší než 2,5m. [2]

1.5.5. Chladírenská vozidla a nástavby

Druh skříňového nákladního automobilu pro přepravu chlazeného sortimentu potravin. Chladírenská vozidla stejně jako izotermické nákladní automobily disponují tepelně izolovanou skříní, avšak součástí skříně je vlastní chladicí agregát. Toto zařízení je za jízdy poháněno vlastním benzinovým nebo naftovým motorem. Pro situace, kdy je automobil převážející chlazené zboží odstaven, je kompresor chladicího zařízení poháněn elektromotorem. Chladírenská vozidla mají různé druhy provedení. Ty se dělí dle kapacity ložné plochy, počtu náprav a uložení chladicího agregátu. Chladírenské a mrazírenské dopravní prostředky dělíme do jednotlivých tříd dle schopnosti snížit a trvale udržet teplotu prázdné skříně v mezích při průměrné vnější teplotě 30°C.

- Třída A: 12 °C až 0 °C
- Třída B: 12 °C až – 10 °C (součinitel „K“ musí být menší nebo roven 0,4 W/m²K)
- Třída C: 12 °C až - 20 °C (součinitel „K“ musí být menší nebo roven 0,4 W/m²K)
- Třída D: 0 °C nebo nižší
- Třída E: - 10 °C nebo nižší (součinitel „K“ musí být menší nebo roven 0,4 W/m²K)
- Třída F: - 20 °C nebo nižší (součinitel „K“ musí být menší nebo roven 0,4 W/m²K) [2]

1.5.6. Mrazírenská vozidla a nástavby

Stejně jako chladírenský nákladní automobil je vybavený chladícím agregátem, mrazírenské vozy jsou využívány pro přepravu mraženého a vysoce mraženého zboží. Důraz na plnou funkčnost chladicího (mrazicího) agregátu je zde mnohem vyšší. Rovněž mrazírenská vozidla můžeme rozdělit na různé druhy, dle podmínek provozu, kapacity ložné plochy atd.

1.5.7. Jízdní souprava - Návěs

Návěs se řadí mezi přípojná vozidla, jehož nápravy jsou umístěné za samotným těžištěm návěsu. Návěs je s tahačem propojen pomocí tzv. královského čepu (umožňuje ve všech rovinách prostorovou volnost vůči tahači a přenáší tažnou / brzdou sílu). Zařízení pro připojení a odpojení návěsu k tahači je umístěno na nájezdové desce tahače, která je umístěna před zadní nápravou tahače. Díky tomuto druhu spojovacího zařízení jsou svislé a vodorovné síly přenášeny na hnací vozidlo. Návěs je pro případ nutnosti odpojení od tahače vybaven hydraulickými výsuvnými podpěrami. Této vlastnosti návěsu se využívá v logistických centrech, kde jsou návěsy bez tahačů přistavěny k nákladovým rampám, kde mohou být naloženy bez účasti tahače, který zatím vykonává jiné přepravní úkoly. Tímto se pak dosahuje vysokého časového využití tahačů.

Díky velké kapacitě ložné plochy jsou tahače s návěsem velmi oblíbeným a vyhledávaným dopravním prostředkem v mezinárodní kamionové dopravě. [1]



Obr. 4: Návěsová jízdní souprava

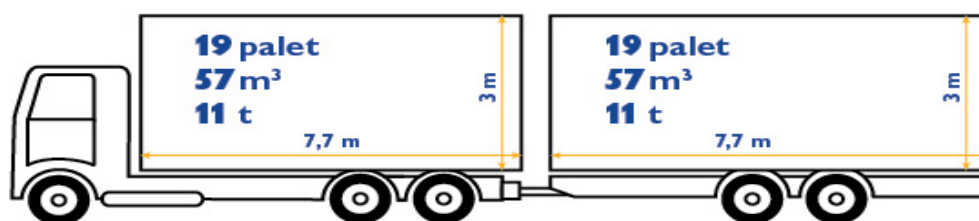
Zdroj: [8]

1.5.8. Jízdní souprava - přívěs

Přívěs je dalším druhem přípojného vozidla, které je taženo tahačem. V tomto případě ovšem nepůsobí toto přípojně vozidlo na tahač významným svislým zatížením jako je tomu u návěsu. Přípojně zařízení přívěsu musí být konstruováno tak, aby bylo pevné a pružné. Při jízdě toto přípojně zařízení řídí směr přední nápravy přípojně vozidla, přičemž se vzhledem k přívěsu pohybuje svisle. Přívěsy jsou dále vybaveny brzdami, které jsou uváděny v činnost spolu s brzdami tažného vozidla.

Ložný prostor přívěsu bývá velmi často konstruován podobně, jak bylo zmíněno výše u nákladních automobilů valníkových. Vyrábí se hned několik modifikací, mezi které patří i typy pro přepravu velkých rozměrných a těžkých nákladů.

Přívěsy výrazně zvyšují produktivitu tažné práce silničních souprav a jejich začlenění do vozového parku tak může být dosaženo zlepšení ekonomických ukazatelů. Nevýhodou přívěsu je však na druhou stranu špatná manévrovatelnost a propojením ojí se snižuje v návaznosti na délkové limity i kapacita tažného vozidla. V případě, že se nejedná o průjezdnou soupravu je navíc nutno automobil při nakládkách a vykládkách rozpřahat. Tomuto je možné se vyhnout začleněním průjezdné soupravy do vozového parku. Přívěs je v tomto případě vybaven vraty na přední i zadní straně, přičemž vrata na obou stranách pokrývají celou výšku a šířku ložného prostoru. Zatímco u zadních vrat přívěsu se jedná o klasická dvoukřídlá, přední vrata přívěsu a zadní vrata skříně tažného vozidla jsou vybavena čtyřkřídlovými vraty, která se dají složit do tzv. harmoniky. Díky této technologii je možné vrata otevírat i zavírat s připojeným přívěsem k tažnému vozidlu. Tím je následně dosaženo vysoké kapacity ložné plochy vozidla za současného odbourání nutnosti rozpřahování vozidla při nakládce a vykládce u zákazníka. [1]



Obr. 5: Jízdní souprava s přívěsem

Zdroj: [8]

1.6. Shrnutí poznatků

Od druhé poloviny 20. století přichází „boom“ silniční dopravy a silniční nákladní doprava se stává nejrychleji se rozvíjejícím druhem dopravy a od 70. let 20. století se začíná přistupovat ke stavebnicovému řešení při konstrukci nákladních automobilů

V České republice je provoz na pozemních komunikacích upraven zákonem č. 56/2001 Sb. Tento zákon definuje základní pojmy, jakými jsou silniční vozidlo, zvláštní

vozidlo, přípojně vozidlo, kategorie vozidla atd. Způsobilost a podmínky provozu silničních vozidel poté upravuje vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

Současná doba v nákladní dopravě se vyznačuje zejména neustálým vylepšováním jednotlivých subsystémů nákladních automobilů za účelem dosažení vyšší bezpečnosti provozu, lepších ekonomických ukazatelů a snížení zátěže životního prostředí. Ze strany provozovatelů je na výrobce vyvíjen tlak na vývoj optimálního vozidla pro svou potřebu.

Nákladní automobily spadají dle zákona č. 56/2001 Sb. a předpisu EHK 96/53/ES do kategorie N - motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a jsou určena pro přepravu nákladu. Přípojná vozidla jsou začleněna do kategorie O - přípojná vozidla, pro která je typické, že nemají vlastní pohon a zpravidla nedisponují ani hnací nápravou. Tyto kategorie jsou dále dle hmotnostních limitů děleny na podkategorie N1, N2, a N3 pro kategorii nákladních vozidel a pro kategorii vozidel přípojných do podkategorií O1, O2, O3 a O4.

Pro provozovatele klíčovým aspektem při výběru automobilu je druh automobilu. Provozovatel z těchto druhů vozidel volí vhodné vozidlo dle podmínek prostředí (provozních a přepravních), ve kterých bude vozidlo provozováno. Nákladní vozidla se tedy nadále dělí na Pick-up, valníkové, skříňové, nákladní vozidla pro přepravu zboží pod řízenou teplotou (izotermické, chladiřenské a mrazířenské), jízdní soupravy návěsové a přívěsové, a další.

2. Vlastnosti a parametry ovlivňující užitnou kvalitu nákladních automobilů

Pro provozovatele nákladních automobilů jsou při správě a doplňování vozového parku klíčové užité vlastnosti a technické parametry vozidel, které provozuje s cílem minimalizovat náklady na jejich provoz a maximalizovat přitom přepravní výkon, tudíž optimalizovat ekonomickou stránku. Pro dosažení těchto cílů je klíčové analyzovat správně oblast, ve které budou vozidla plnit své přepravní úkoly, jak bylo zmíněno v části „1.5 Druhy nákladních automobilů“. Druhým klíčovým faktorem je, poté co byla provedena tato analýza, zvolit vhodný automobil dle kvalitativních parametrů. Přesto jsou však vlastnosti a parametry, které jsou pro provoz každého vozidla klíčové bez rozdílu plnění druhu přepravních výkonů a místa plnění přepravních výkonů.

Pojem „kvalita“ je využíván již od starověku, jelikož se lidé vždy zajímali, jak jim koupené (směněné) výrobky budou sloužit. Synonymem tohoto výrazu je výraz „jakost“. Prvním kdo slovo „kvalita“ definoval byl Aristoteles, ovšem tato definice je v oborech ekonomiky zcela nevhodná a využívá se především ve filozofických slovnících. [9] ČSN EN ISO 9000 popisuje, že jakost „je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik. Požadavkem dle této normy je potřeba nebo očekávání, které jsou stanoveny, obecně se předpokládají nebo jsou závazné“. [10] V diplomové práci je pro definování kvality v oblasti hodnocení automobilů využita definice z mé práce bakalářské s názvem „Metody objektivního technologicko-ekonomického hodnocení osobních automobilů“ a tento pojem je popsán jako: „Kvalita je souhrn vybraných vlastností, kterými automobil disponuje a jež může jeho uživatel u jednotlivých automobilů využívat.“ [11]

2.1. Užité vlastnosti a parametry

Obecně se dá říci, že vozidla se základní vybaveností a pouze základními prvky jednotlivých užitných vlastností jsou v této době neprodejná. Každý dopravce lpí na

bezvadné funkčnosti a bohaté nabídce různých prvků v oblasti bezpečnosti, ovladatelnosti, vybavenosti a dalších systémů. [12]

2.1.1. Ovladatelnost a manévrovatelnost

Důležitou vlastností nákladních automobilů je jejich snadná ovladatelnost a manévrovatelnost během jízdy. Nákladní automobily mohou být vybaveny tzv. sunutými anebo vlečenými nápravami. Sunuté nápravy mohou mít funkci aktivního řízení, zatímco vlečené nápravy mohou disponovat funkcí aktivního i pasivního řízení. *„Aktivně řízenou nápravou se rozumí náprava, jejíž řízení je odvozeno od řízení přední nápravy motorového vozidla – jinými slovy tedy od „točení volantem“. Naopak natáčení pasivně řízené nápravy je odvozeno pouze od pohybu zadního převisu motorového vozidla při zatáčení. Problém u pasivně řízených náprav je, že se před couváním vozidla musí, zpravidla manuálně ovladačem na vozidle, zablokovat v přímém směru.“ [2]*

Pro zachování stability ve vyšší rychlostech se při překročení určité rychlosti nápravy automaticky zablokují v přímém směru. K tomuto zablokování dochází při dosažení rychlosti cca 40 – 50 km/h. Pro lepší manévrovatelnost vozidla se tedy využívá těchto říditelných náprav, které bývají velmi často ještě kombinovány s funkcí jejího zdvihání. [2]

2.1.2. Bezpečnost

Jedním z trendů v nákladní dopravě je v současné době zajištění bezpečnosti. V tomto směru se dá hovořit o zajištění bezpečnosti vozidla, silničního provozu a přepravovaného nákladu.

- **Prvky aktivní bezpečnosti**

Prvky aktivní bezpečnosti jsou systémy či technická zařízení, jejichž účelem je zabránit a předcházet dopravní nehodám. Mezi prvky aktivní bezpečnosti mimo

kvalitní brzdové soustavy, světlometů aj., se kterými je počítáno jako se základními prvky, patří nadále také [13]:

- Systém EBS (Electronic Braking System) – elektronicky řízený brzdový systém.
- Systém ABS (Anti-lock Brake System) – zabráňuje ztrátě adheze mezi kolem a vozovkou tak, že je vozidlo lépe ovladatelné. Nadstavbou systému ABS je systém ASR, který zabráňuje prokluzu kol a reguluje točivý moment přenášený z kol na vozovku.
- Systém LGS (Lane Guard System) – upozorňuje a zabráňuje neúmyslnému vyjetí z jízdního pruhu.
- Dalšími systémy jsou EBD (Electronic Brakeforce Distribution), BAS (Brake Assistant System), Systém ESP (Electronic Stability Program), Systém ACC (Adaptive Cruise Control), Systém Hill Holder, ECAS (Electronically Controlled Air Suspension), ESAC (Electronic Shock Absorber Control), TPM (Tyre Pressure Monitoring), ALCOLOCK, Systém bdělosti řidiče atd. [14]

- **Prvky pasivní bezpečnosti**

Jedná se prvky, které zmírňují následky dopravních nehod. Mezi tyto prvky patří pevná karoserie vozidla, deformační zóny, airbagy, bezpečnostní pásy a tzv. zařízení na ochranu proti podjetí. [13] Zde rozlišujeme tři druhy těchto bezpečnostních prvků: FUPS (Frontal Underrun Protection System; ochrana proti podjetí zepředu), SUPS (Side Underrun Protection System; ochrana proti podjetí ze strany) a RUPS (Rear Underrun Protection System; ochrana proti podjetí zezadu). [14]

- **Zabezpečení nákladu**

Mezi bezpečnostní prvky pro zabezpečení nákladu se může zařadit upevňovací materiál sloužící k fixaci nákladu během přepravy a softwaru pro optimalizaci rozložení nákladu.

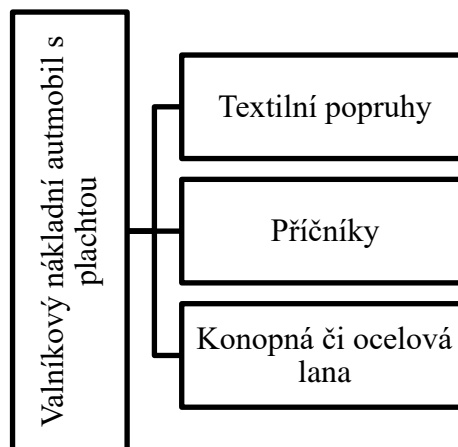
Během přepravy nákladu působí na přepravované zboží síly zejména při rozjezdu, brzdění a průjezdu zatáčkou. Účelem fixace nákladu je, mimo možného poškození zboží, zabránění posunutí zboží na ložné ploše vozidla a s tím spojená změna těžiště. Norma ČSN EN 12 195–1 udává síly, které působí na náklad, jako koeficient zrychlení v podélném a příčném směru. Dle tohoto koeficientu se získá kritická síla pro směr daného koeficientu, kde „koeficient zrychlení“ představuje součinitel, kterým se tíha nákladu násobí. [15]

| Směr působení síly | Koeficient zrychlení | Maximální tíha nákladu |
|----------------------------|----------------------|------------------------|
| Maximální ve směru jízdy | $c_x = 0,8$ | 80% |
| Maximální v podélném směru | $c_x = 0,5$ | 50% |
| Maximální ve směru dozadu | $c_x = 0,5$ | 50% |

Tabulka 1: Síly působící na náklad dle ČSN EN 12195-1

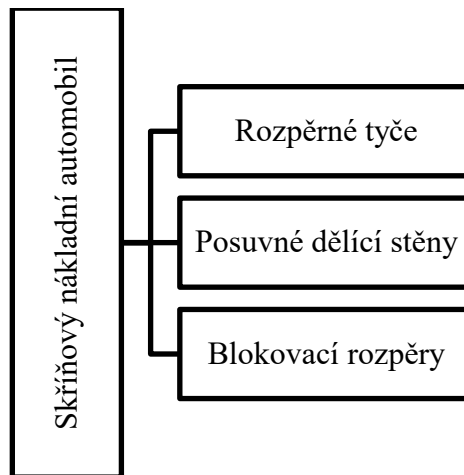
Zdroj: [15]

Dle normy ČSN EN 12642 jsou zohledňovány pevnosti jednotlivých prvků nástavby. Tyto prvky mají následně vliv na způsob ložení nákladu a na počet použitých přidaných zajišťovacích prostředků. Pro fixaci nákladu na ložné ploše se nejčastěji používají:



Obr. 6: Fixace nákladu valníkových nákladních automobilů

Zdroj: Autor na základě [2]



Obr. 7: Fixace nákladu skříňových nákladních automobilů

Zdroj: Autor na základě [2]

Z hlediska pevnosti jednotlivých prvků se nastavby dělí na dva typy. Toto rozdělení se řídí dle požadavků normy ČSN EN 12 642, kde prvním typem je nastavba s pevností L a druhým typem je XL.

Dalším prvkem sloužícím pro zabezpečení nákladu jsou softwary pro efektivní a optimalizované rozložení nákladu po ložné ploše. Můžeme zmínit dva z těchto softwarů, jimiž jsou EasyCargo vyvíjený společností Bee Interactive s.r.o. a software Truckload vyvíjený společností EXCOLO s.r.o. [16], [17]

Jako další možnost zabezpečení nákladu se dá považovat ochrana nákladu před odcizením. V tomto případě se projevuje značná nevýhoda plachtových nákladních automobilů, kde je zboží uložené v nákladním automobilu od vnějšího prostředí oddělené pouze plachtou, přes kterou se dá ke zboží snadno proniknout. V tomto ohledu jsou nákladní automobily skříňové značně ve výhodě. Dalšími prvky, které se dají k ochraně zboží použít, jsou různé poplašné systémy, bezpečnostní plomby, uzamykání ložného prostoru atd.

2.1.3. Hmotnost

Mezi důležité vlastnosti nákladních automobilů vyhledávaných provozovateli patří pohotovostní hmotnost nákladního automobilu. Vzhledem k hmotnostním limitům udávaným v předpisech Evropské unie pro mezinárodní kamionovou dopravu, které upravuje směrnice 96/53/ES ve své první příloze „Maximální hmotnosti a rozměry

a související charakteristiky vozidel“ a limitů stanovených pro provoz v České republice zákonem 341/2014 Sb., je na výrobce vyvíjený tlak od provozovatelů na snižování pohotovostní hmotností nákladních automobilů.

- **Pohotovostní hmotnost automobilu** – je to hmotnost automobilu včetně náplní, osádky a povinného příslušenství

- **Maximální přípustná hmotnost automobilu** – maximální hmotnost využitelná naloženým vozidlem v mezinárodním provozu.
 - U motorových vozidel se dvěma nápravami – 18,00 t,
 - U motorových vozidel se třemi nápravami – 25,00 t, příp. 26 t pokud je hnací náprava vybavena dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným za rovnocenné, nebo pokud maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t
 - U motorových vozidel se čtyřmi a více nápravami – 32 t,
 - U přívěsů se dvěma nápravami – 18,00 t,
 - U přívěsů se třemi nápravami – 24,00 t,
 - U přívěsů se čtyřmi a více nápravami – 32,00 t,

- **Maximální přípustné zatížení nápravy** – maximální zatížení na nápravu nebo skupinu náprav u motorových vozidel:
 - Pro jednotlivou nápravu, která není hnací – 10,00 t,
 - Pro jednotlivou hnací nápravu – 11,50 t,
 - Pro dvojnápravu s rozvorem „d“ menším než 1,0 m – 11,50 t,
 - Pro dvojnápravu, kde $1,0\text{ m} \leq d < 1,3\text{ m}$ – 16,00 t,
 - Pro dvojnápravu, kde $1,3\text{ m} \leq d < 1,8\text{ m}$ – 18,00 t, příp. 19 t je-li hnací náprava vybavena dvojitými pneumatikami a pneumatickým zavěšením, nebo nepřevyšuje-li nejvyšší zatížení nápravy 9,5 t

maximální zatížení na nápravu nebo skupinu náprav u přívěsů a návěsů:

- Pro nápravu, kde $d > 1,0\text{ m}$ – 11 t,
- Pro nápravu, kde $1,0\text{ m} \leq d < 1,3\text{ m}$ – 16,00 t,
- Pro nápravu, kde $1,3\text{ m} \leq d < 1,8\text{ m}$ – 18,00 t, [5]

2.1.4. Rozměry

Stejně jako hmotnost jsou i rozměry nákladních automobilů regulovány v předpisech Evropské unie směrnicí 96/53/ES v její první příloze viz výše. Automobiloví dopravci pro provoz v intravilánu budou volit vozidla o nižší vnější výšce a nižší vnější délce a šířce, zatímco dopravci provozující vozidla v extravilánu budou vyhledávat vozidla o vyšších vnějších rozměrech.

Maximální rozměry vozidel jsou dle směrnice Evropské unie 96/53/ES:

- Vnější délka:
 - Nákladní automobil 12 metrů
 - Přívěs 12 metrů
 - Návěs – vzdálenost od královského čepu (viz část 1.5.7 Jízdní souprava - Návěs) k zadnímu čelu návěsu je maximálně 12 metrů a přední obrysový poloměr je maximálně 2,04 metru.
 - Přívěsová souprava – celková maximální délka je 18,75 metru
 - Návěsová souprava – celková maximální délka je 16,5 metru
 - V České republice je maximální délka dle zákona 341/2014 Sb. stanovena pro jízdní soupravy se dvěma přívěsy nebo s kombinací návěsu a jednoho přívěsu stanovena na 22 metrů

- Vnější šířka:
 - Pro všechna vozidla je stanovena maximální šířka vozidla 2,55 metru
 - Pro nástavby klimatizovaných vozidel je stanovena maximální šířka na 2,6 metru

- Vnější výška:
 - Vnější výška vozidel je všeobecně stanovena na 4 metry.
 - V České republice je dle zákona 341/2014 Sb. povolena vnější výška vozidel pro jízdní soupravu tahače s návěsem 4 m + 2% výšky [2], [5].

2.1.5. Kapacita ložné plochy a možnosti ložných operací

Dalšími užitečnými vlastnostmi, které jsou dopravci při koupi nákladních automobilů zohledňovány, jsou kapacita ložné plochy a možné provedení různého druhu ložných operací. Nejužívanějšími automobily jsou vozidla skříňová a valníková s plachtou. Každé z těchto vozidel má specifické možnosti pro provádění ložných operací. Více variant však v této oblasti nabízí valníkové automobily s plachtou.

- Kapacita

Výše zmíněné hmotnostní a rozměrové omezení má vliv na kapacitu ložných ploch vozidel. Kapacita ložné plochy je spjata stejně jako rozměry vozidel s oblastí vykonávání přepravních úkolů a existují různé varianty provedení. Níže jsou uvedeny obecné specifikace kapacity ložné plochy nákladních automobilů:

| Popis | Délka [m] | Šířka [m] | Výška [m] | Maximální váha nákladu [t] | Počet palet |
|---|-------------|-----------|-----------|----------------------------|--------------|
| Klasický plachtový návěs s bočnicemi | 13,60 | 2,45 | 2,70 | 24 - 25 | 34 Europalet |
| Klasický plachtový návěs s bočnicemi MEGA | 13,60 | 2,45 | 3,00 | 24 - 25 | 34 Europalet |
| Tautliner (plachtový návěs bez bočnic) | 13,60 | 2,50 | 2,70 | 24 - 25 | 34 Europalet |
| Tautliner (plachtový návěs bez bočnic) MEGA | 13,60 | 2,50 | 3,00 | 24 - 25 | 34 Europalet |
| Frigo návěs | 13,60 | 2,45 | 2,70 | 20 - 22 | 34 Europalet |
| Tandemové soupravy 120 m ³ | 7,70 + 7,70 | 2,48 | 3,00 | 24 | 38 Europalet |
| Tandemové soupravy 120 m ³ | 7,30 + 8,20 | 2,48 | 3,00 | 24 | 38 Europalet |

Tabulka 2: Kapacita ložné plochy nákladních vozidel

Zdroj: [18]

- Varianty ložných operací

- Skříňové nákladní automobily - Nevýhodou skříňových nákladních automobilů oproti valníkovým mohou být omezené možnosti ložných operací, pro jednotlivé typy provedení skříní. Nejčastější varianta ložných operací při vykládce a nakládce vozidla je prováděna

přistavením automobilu na nákladovou rampu, kde jsou ložné operace prováděny manipulačními vozíky a nakládka a vykládka se uskutečňuje skrze zadní vrata, případně bočními dveřmi anebo otevíratelnou boční stěnou. V rozvážkové službě (používá se i v dálkové dopravě) je často využíván systém zvedacího zadního čela, které umožňuje svislou manipulaci s břemeny. Tato čela jsou ovládána hydraulickým pohonem, jehož pohon je napojen na motor vozidla. Speciálním případem mohou být zdvihací plošiny, které jsou při jízdě umístěné horizontálně pod rámem podvozku vozidla. Zvedací čela mají různé kategorie od nosnosti do 750 kg, do 1000 kg, do 2500 kg ve speciálních případech až s nosností do 9000 kg. [4]

- Valníkové nákladní automobily s plachtou – jak bylo řečeno v úvodu této části, mají valníkové nákladní automobily při volbě varianty ložných operací vůči skříňovým nákladním automobilům výhodu. To je způsobeno možností stažení plachty a možností provádění nakládky z boků, zadní části, střechou atd. I zde ovšem záleží na provedení nákladního automobilu a případné odnímatelnosti bočnic a zadního čela. Speciálním typem je pak Speed Curtain, který není navíc limitován ani svislými sloupky po stranách. Oproti skříňovým nákladním automobilům je také možnost využití hydraulické ruky pro manipulaci s kusový materiálem a při použití speciálních doplňků i pro manipulaci s paletami. Tato hydraulická ruka je nejčastěji umístěna mezi kabinou a ložnou plochou. V některých případech může být umístěna i za ložnou plochou nákladního automobilu. [2]

2.1.6. Vybavenost kabiny

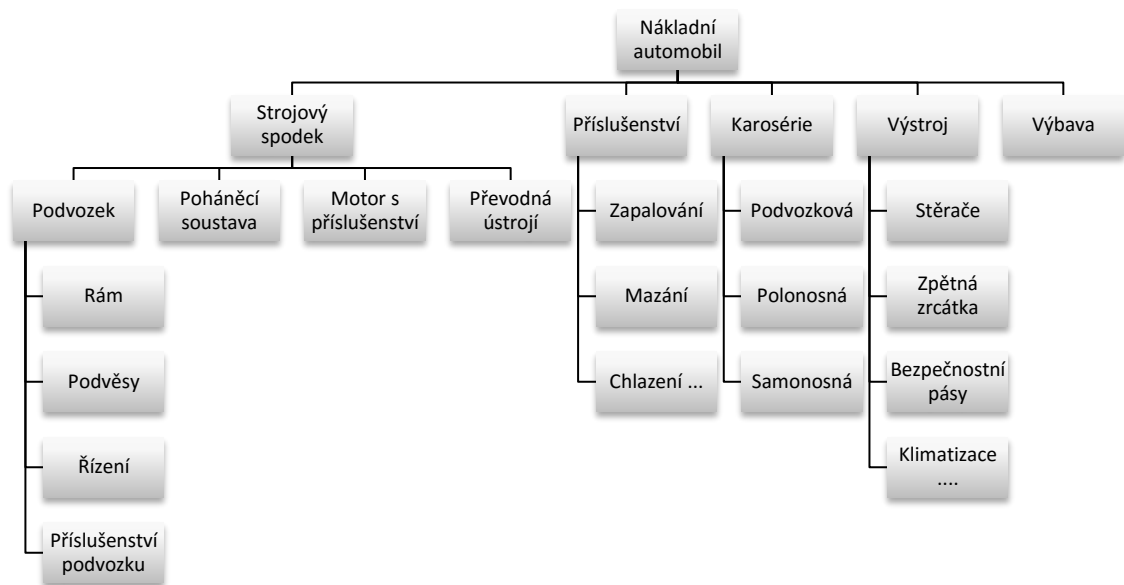
Pro vybavenost kabin nákladních automobilů je opět směrodatné to, k jakým účelům bude vozidlo provozováno. V současné době již nabízí automobilky mnohdy luxusnější pojetí kabiny z hlediska vybavení, nežli je tomu u osobních automobilů. Ergonomicky je kabina řešena tak, aby byly všechny ovladače umístěny v dosahu

volantu, což přispívá k větší bezpečnosti. Kabiny nákladních automobilů se dle způsobu využití vozidla dělí na [19]:

- Spací kabiny – tento druh kabin můžeme dále dělit dle velikosti vnitřního prostoru, počtu lůžek a přídavného vybavení. Součástí vybavení kabin je možnost pro připojení mikrovlnné trouby, ledničky s mrazákem a dalších spotřebičů. Druh spacích kabin je uzpůsoben tak, aby se v nich dalo snadno pohybovat, a nabízí velké množství úložných prostorů. [19]
- Denní kabiny – jsou uzpůsobeny pro každodenní provoz a oproti kabinám spacím jsou menší. V těchto kabinách nejsou umístěna spací lůžka. Menším rozměrem kabin je umožněno lepšího rozložení ložné plochy a tím navýšení její kapacity. [19]
- Krátké kabiny – typ kabin pro každodenní použití, kdy kabina končí hned za sedadly. Automobily s tímto typem kabin, jsou určené pro vícenásobné rozvážky a jejich použitím je dosaženo největšího nákladového prostoru. [19]
- Kabiny pro posádku – speciální typ kabin, určen pro případ, kdy vozidlem cestuje více osob. Typickým příkladem jsou hasičská vozidla. [19]

2.2. Subsystémy nákladních automobilů

Nákladní automobil je rozdělen na základní části (subsystémy nákladního automobilu) viz obr. 8. Každý ze subsystémů nákladního automobilu pod sebou sdružuje určité prvky a právě soubor těchto jednotlivých subsystémů nám uvádí automobil v celek. Celková kvalita automobilu je tedy ovlivněna kvalitou jednotlivých subsystémů. [11]



Obr. 8: Subsystémy nákladního automobilu

Zdroj: [20]

- **Rám** – základní nosná část automobilu
 - **Podvěsy** – přední, zadní
 - **Podvozková karoserie** – je upevněna na strojovém spodku nebo podvozku, jehož tuhost umožňuje i jízdu bez karoserie
 - **Polonosná karoserie** – nosná funkce rámu je částečně nahrazena polonosnou karoserií, čímž může mít rám lehčí konstrukci
 - **Samonosná karoserie** – nosná funkce rámu je nahrazena nosnou karoserií
- [20]

2.3. Spotřeba paliva

Spotřeba paliva je pro spoustu provozovatelů hlavním indikátorem při výběru automobilu. Z tohoto parametru se dají odvodit dvě důležité skutečnosti, které by neměly být při volbě automobilu opomíjené. Spotřeba paliva jednak udává míru hospodárnosti provozu vozidel a druhou složkou, kterou spotřeba paliva indikuje, je technický stav vozidla. [21]

2.3.1. Metody měření spotřeby paliva

Nástroje pro měření spotřeby mohou být rozděleny na dva typy. Tzv. jednoduchý měřič s odměrnou nádobou je zpravidla připojován mezi palivové čerpadlo a nádrž vozidla s palivem. Nevýhodou těchto nástrojů pro měření spotřeby je, že jsou nepřesné a slouží tak jen pro orientační měření. V praxi je tedy častěji využíván druhý typ, kdy je tento průtokoměr schopen zachytit spotřebu paliva průběžně. Tato funkce je nejlépe využitelná při jízdách na dlouhou vzdálenost. Současné moderní přístroje jsou již schopny udávat rovněž okamžitou spotřebu paliva. [21]

2.3.2. Závislost spotřeby paliva

Závislost spotřeby paliva je ovlivněna jednak hmotností vozidla a jeho rozměry, tak celkovou účinností vozidla a taktéž podélným profilem poježděné trasy. Spotřebu paliva můžeme vyjádřit obecně jako:

$$Q = K * (\sum r / \eta) * m \quad [l/100km] = 1 * \left[\frac{N}{kN}, 1 \right] * [t] \quad (1)$$

Q – spotřeba paliva v l/100 km

K – konstanta zohledňující rozměry fyzikálních veličin a jejich převodní vztahy

$\sum r$ – suma měrných odporů působících na vozidlo v N/kN, které jsou dány vozidlovým odporem a odporem gravitačním

η – celková energetická účinnost vozidla od použitého paliva v nádrži až po obvod hnacích kol v daném pracovním režimu – bezrozměrná veličina

m – celková hmotnost vozidla v pohotovostním stavu v t

Pro konkrétní případ motorové nafty jako paliva, je uvažováno:

- 1kWh = 860 kcal
- 1kg nafty = 10 000 kcal
- 1 l nafty = 0,83 kg

platí vztah:

$$Q = 2,818 * 10^{-3} * \frac{r_v + s}{\eta} * m, \text{ kde platí} \quad (2)$$

- r_v je měrný jízdní vozidlový odpor, který je funkcí typu a provedení pneumatik, a jízdní rychlosti, dále jakosti povrchu jízdní dráhy a aerodynamického řešení vozidla.
- s je podélný sklon jízdní dráhy v promile.
- $\eta = \eta_m * \eta_p * (1 - p_a)$, zde značí
 - η_m – střední účinnost vznětového motoru v daném pracovním režimu
 - η_p – střední účinnost přenosové soustavy mezi spalovacím motorem a hnacími koly
 - p_a – poměrný příkon veškerých pomocných zařízení (kompresor, klimatizace aj.) [22]

2.4. Točivý moment a výkon

Momentu vyvozenému na hnacím hřídeli se říká točivý moment. Tento moment v závislosti na otáčkách motoru měříme na motorové brzdě. Z točivého momentu a otáček motoru můžeme v určitém provozním bodu motoru vypočítat tzv. efektivní výkon [W]. Vztah pro výpočet efektivního výkonu je:

$$P_e = M * n / 9550 \quad [\text{kW} * \text{Nm}, \text{min}^{-1}] \quad (3)$$

kde P_e – Efektivní výkon motoru, M – točivý moment na výstupním hřídeli motoru a n – otáčivá rychlost motoru.

Hmotnostní výkon motoru [kW/kg] je vyjádřen podílem efektivního výkonu a hmotnosti motoru. Vztah udávající hmotnostní výkon je tedy:

$$P_M = \frac{P_e}{m_M}, \quad [\text{kW/kg}] \quad (4)$$

kde P_M – Hmotnostní výkon, P_e – efektivní výkon a m_M je celková hmotnost motoru. [21]

2.5. Shrnutí poznatků

Pro provozovatele nákladních automobilů jsou při správě a doplňování vozového parku klíčové užité vlastnosti a technické parametry vozidel. Správnou volbou těchto aspektů lze dosáhnout optimalizace nákladů dopravce a přepravního výkonu.

Obecně se dá říci, že vozidla se základní vybaveností a pouze základními prvky jednotlivých užitečných vlastností jsou v této době neprodejná. Každý dopravce lpí na bezvadné funkčnosti a bohaté nabídce různých prvků v oblasti bezpečnosti, ovladatelnosti, vybavenosti a dalších systémů. [12]

Mezi užité vlastnosti nákladních automobilů se řadí:

- ovladatelnost a manévrovatelnost automobilu,
- bezpečnost a bezpečnostní prvky,
- hmotnost a rozměry automobilu,
- kapacita ložné plochy a možnosti ložných operací,
- vybavenost kabiny,
- energetická spotřeba.

Toto jsou hlavní užité vlastnosti, kterými se tato část diplomové části zabývá. Dalšími důležitými aspekty nákladních vozidel jsou jejich jednotlivé subsystemy a jejich energetická spotřeba paliva, která přímo indikuje hospodárnost a technický stav vozu a je ovlivňována dalšími zmíněnými parametry.

Hmotnost a rozměry jsou limitovány pro mezinárodní dopravu první přílohou směrnice 96/53/ES „Maximální hmotnosti a rozměry a související charakteristiky vozidel“ a pro provoz v České republice zákonem 341/2014 Sb. Svým způsobem se dá považovat, že je tímto limitována i kapacita vozidel.

Variety ložných operací se liší dle druhu nástavby a jejího provedení. Z hlediska zabezpečení nákladu je výhodnější použít skříňové nákladní automobily. Naproti tomu z hlediska nabídky možnosti provedení ložných operací je zřejmě výhodnější použití valníkového nákladního automobilu v různých provedeních (např. Speed Curtain).

3. Faktory ovlivňující užité vlastnosti a provozní náklady vozidel

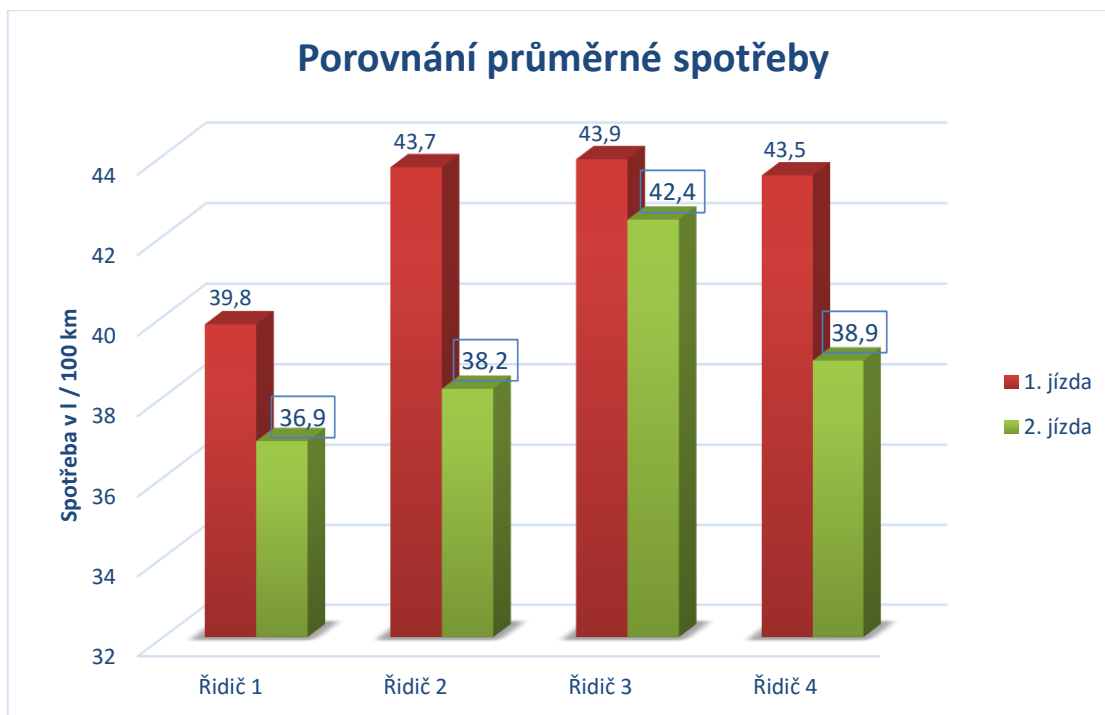
Jednotlivé užité vlastnosti se navzájem ovlivňují. Tato kapitola je zaměřena na faktory ovlivňující spotřebu paliva, kde je uvedený postup pro testování spotřeby a podmínky, za kterých je možné spotřebu optimalizovat. Další část kapitoly je věnována životnosti pneumatik. Na obě tyto složky mají vliv jednotlivé parametry nákladních automobilů. Výsledky této kapitoly jsou založeny na poznacích společnosti Dekra CZ a.s. a dalších subjektů. Jejich poznatky z praxe jsem zanalyzoval, zpracoval a převedl do grafické podoby (viz grafy Obr. 9, Obr. 10, Obr. 11 a Obr. 12).

3.1. Faktory ovlivňující spotřebu paliva

Spotřebu paliva významně ovlivňují různé faktory, které se dají rozdělit do čtyř kategorií:

- Vnější podmínky (neovlivnitelné)
- Konfigurace vozidla (ovlivněné dopravcem/prodejcem)
- Stav vozidla (ovlivněné dopravcem/řidičem)
- Styl jízdy (ovlivněné řidičem)

Z následujícího grafu (obr. 9) testovacích jízd lze vidět, jakým způsobem ovlivňuje spotřebu styl jízdy. Měření iniciované autorem bylo prováděno při dvou jízdách na zkušebním úseku stejnými vozidly, kdy při první jízdě nebyl řidič nikterak instruován. Při měření ve druhé jízdě byl při testech u řidiče vždy přítomen odborný pracovník, který řidiče instruoval a upravil tak jeho styl jízdy.

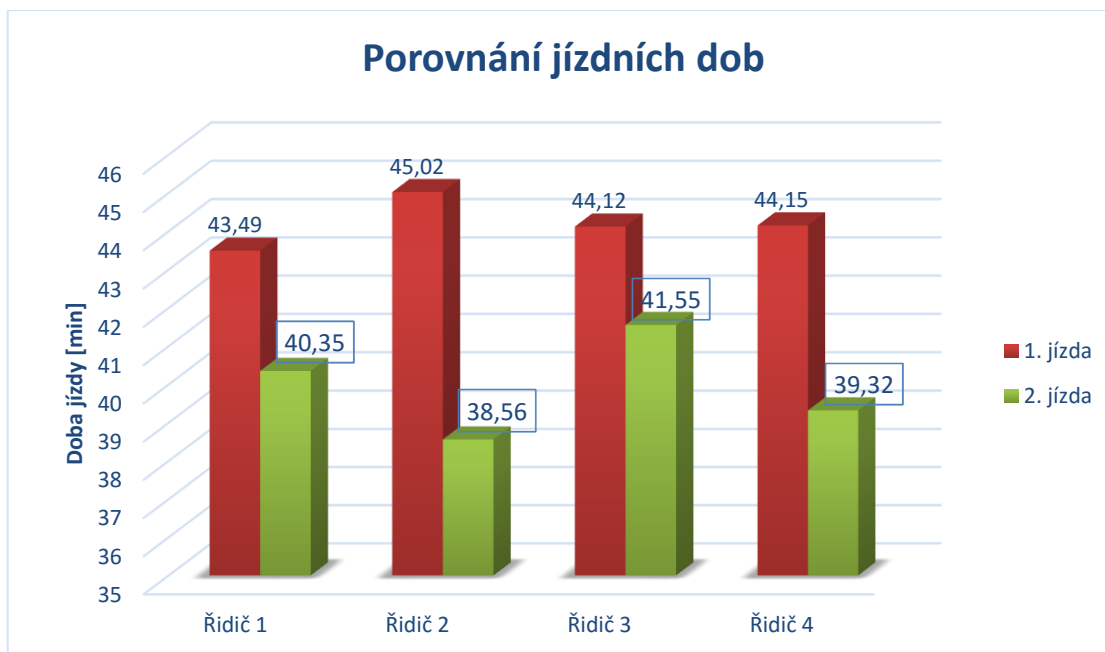


Obr. 9: Porovnání průměrné spotřeby l/100km při testovacích jízdách

Zdroj: Autor (viz **Příloha 1**)

V grafu na obr. 9 je na svislé ose znázorněna průměrná spotřeba udávaná ve spotřebovaných litrech na 100 km jízdy. Osa horizontální znázorňuje pořadí řidiče, který jízdu prováděl. Výstupní hodnoty jsou znázornění dat získaných v jednotlivých jízdách. Z grafu vyplývá, že ve všech jízdách v druhém kole, kdy byl řidič instruován, jak zefektivnit jízdu, průměrná spotřeba klesla v průměru o 8,47%.

Následující graf porovnává celkovou dobu jízdy první a druhé testovací jízdy. Jedním z poznatků tedy bude, zda zkvalitněním jízdy dosáhne řidič ve druhé testovací jízdě zároveň i lepší jízdni doby. Jak již bylo zjištěno v grafu prvním (Obr. 10), v druhé jízdě bylo dosaženo snížení spotřeby. Druhým předmětem zkoumání by mělo být, zda lze dosáhnout v praktickém provozu snížení jízdni doby za současného snížení průměrné spotřeby vozidla.

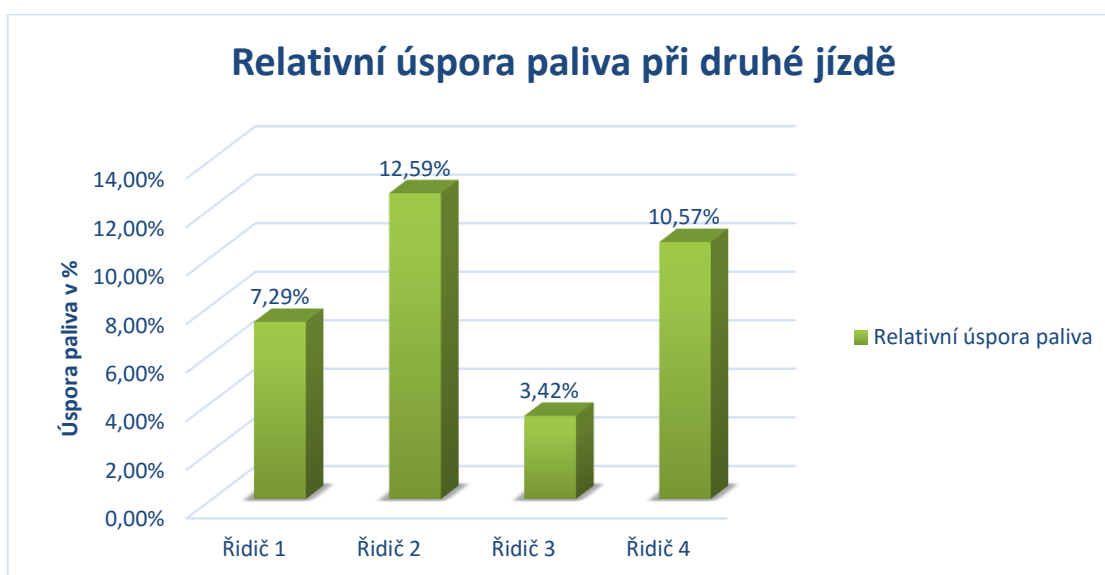


Obr. 10: Porovnání jízdých dob při testovacích jízdách

Zdroj: Autor (viz **Příloha 1**)

Z grafu (Obr. 10) vyplývá, že výsledky druhé jízdy vychází z porovnání z pohledu provozovatele opět lépe. Můžeme tedy pozorovat, že s narůstající kvalitou jízdy je dosaženo menší spotřeby za současného snížení jízdni doby.

Na dalším grafu je znázorněna relativní úspora paliva naměřená během testovacích jízd.



Obr. 11: Relativní úspora paliva při testovacích jízdách

Zdroj: autor (viz **Příloha 1**)

Z tohoto grafu (Obr. 11) vyplývá, že při testovacích jízdách bylo dosaženo až téměř 13% zvýšení relativní úspory paliva v druhých jízdách oproti jízdám prvním, které byly prováděny bez instrukcí odborného pracovníka. Lze tedy snadno vypočítat relativní úspora.

| Pořadí řidiče | Spotřeba paliva v l/100km | | Spotřeba paliva v litrech při zkušební jízdě | | Doba jízdy v minutách | | Relativní úspora v Kč na 100 km |
|---------------|---------------------------|----------|--|----------|-----------------------|----------|---------------------------------|
| | 1. jízda | 2. jízda | 1. jízda | 2. jízda | 1. jízda | 2. jízda | |
| Řidič 1 | 39,8 | 36,9 | 11,7 | 10,7 | 43,49 | 40,35 | 87,00 Kč |
| Řidič 2 | 43,7 | 38,2 | 13 | 11,1 | 45,02 | 38,56 | 165,00 Kč |
| Řidič 3 | 43,9 | 42,4 | 12,9 | 12,4 | 44,12 | 41,55 | 45,00 Kč |
| Řidič 4 | 43,5 | 38,9 | 12,7 | 11,5 | 44,15 | 39,32 | 138,00 Kč |

Tabulka 3: Relativní úspora v Kč

Zdroj: Autor (viz Příloha 1)

Relativní úspora je uvedena v tabulce 2: Relativní úspora v Kč (viz výše). Z této tabulky je patrné, že během testovacích jízd bylo v porovnání prvních a druhých jízd dosaženo největší úspory při jízdě řidiče číslo 2. Cena pohonných hmot pro výpočet je stanovena na 30 Kč za 1 litr paliva.

3.1.1. Další aspekty ovlivňující spotřebu

Mezi další aspekty ovlivňující spotřebu paliva se řadí tlak v pneumatikách. V případě, kdy dochází k podhuštění pneumatik, kdy je pneumatika namísto 8,5 baru nahuštěna pouze na 7,7 baru, dochází ke zvýšení spotřeby o více než 2%. To má za následek zvýšení nákladů. Platí tedy pro případ, kdy je průměrná spotřeba vozidla 30 l / 100km při ujeté vzdálenosti 15 000 km za měsíc, jsou náklady na spotřebu paliva při ceně pohonných hmot 30 Kč za litr paliva: [15]

$$C = Q * P = 4500 * 30 = 135\ 000\ \text{Kč} \quad [\text{Kč} = 1 * \text{Kč/l}] \quad (5)$$

C – náklady

Q – spotřeba paliva

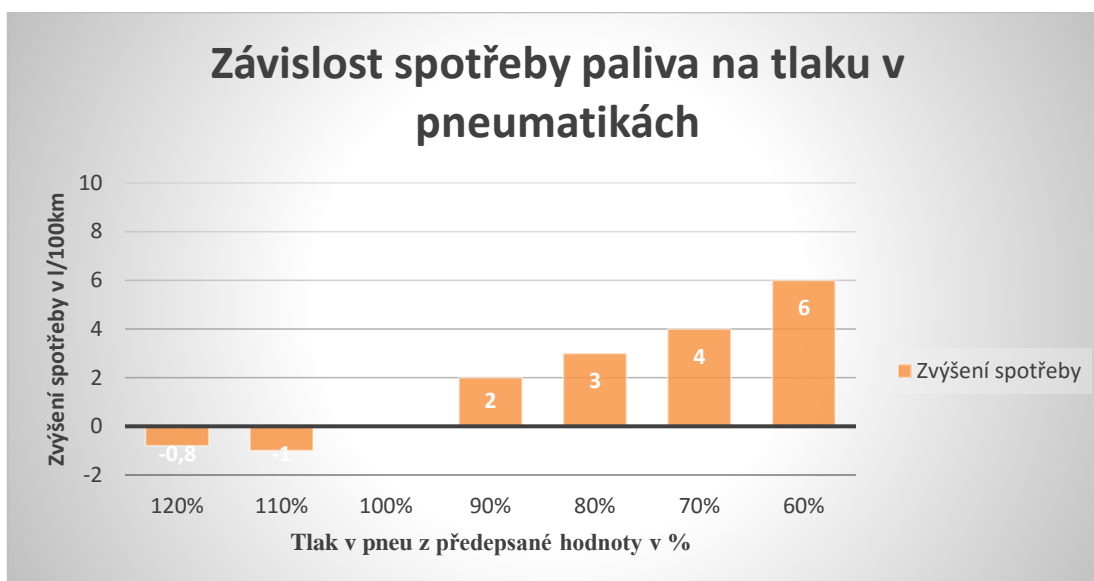
P – cena za 1 l paliva

Tomu odpovídá, že při zvýšení spotřeby o 2% vzrostou měsíčně náklady o 2 700 Kč. To představuje roční zvýšení nákladů na spotřebu o 32 400 Kč.

Pro snížení nákladů je rovněž nezbytné věnovat se pravidelné výměně vzduchových, olejových a palivových filtrů. Vhodnou údržbou filtrů lze dosáhnout úspor pro:

- Vzduchový filtr + 1%
- Olejový filtr + 1%
- Palivový filtr + 0,5%

Často velmi podceňovaným vlivem při spotřebě paliva je valivý odpor. Avšak právě valivý odpor zodpovídá téměř za jednu třetinu spotřeby paliva. Valivý odpor je možné snižovat vhodnou volbou pneumatik a jejich správným nahuštěním. Z grafu viz níže (obr. 12) vyplývá, že pomocí správného nahuštění pneumatik lze dosáhnout nižší spotřeby paliva (viz část 2.3.2). Z obr. 12 vyplývá nižší spotřeba při nahuštění pneumatik nad předepsané hodnoty. Toto je ovšem kompenzováno nižším komfortem jízdy a v případě tlaku v pneumatikách o 120% oproti předepsané hodnotě i snížení životnosti. Při nízkém tlaku v pneumatice se zvyšuje valivý odpor, spotřeba paliva, snižuje se komfort jízdy a hrozí vznícení pneumatiky.



Obr. 12: Závislost spotřeby na tlaku v pneumatikách

Zdroj: Autor (viz Příloha 2)

Spotřeba paliva je samozřejmě ovlivněna i rychlostí jízdy a s tím spojenými odpory působícími na vozidlo. Odpor působící na vozidlo je závislý na hustotě vzduchu (zima dešť atd.), rychlosti vozidla, čelní ploše vozidla (příčný průřez) a tvarovému koeficientu (spoilery). Jízdní zkoušky certifikované společností TÜV SÜD udávají, že při snížení rychlosti z 90 km/h na rychlost 85 km/h lze snížit spotřebu o 2,4%. To je

způsobeno snížením odporu vzduchu cca o 11,3 % a snížením výkonu motoru. Snížení rychlosti způsobí prodloužení jízdní doby. V daném případě bude prodloužení jízdní doby o 3,8 minuty. [15]

3.2. Faktory ovlivňující životnost pneumatik

Dalším vstupem do provozních nákladů jsou, jak je již zmíněno výše, pneumatiky. Správná volba pneumatik ovlivní jednak spotřebu paliva automobilu, ale také jejich životnost. Pneumatiky jsou různé pro provoz dálniční a regionální. Funkce pneumatik je zejména udržování ideální přilnavosti s vozovkou. Pneumatiky nadále plní ještě funkce pro přenos hnacích a brzdících momentů a přenos hmotnosti vozidla. Při výběru pneumatik je hlavním aspektem zejména nízký valivý odpor a životnost pneumatik. U takovýchto pneumatik hraje roli vyšší pořizovací cena, nicméně jak bylo již výše zmíněno, valivý odpor zastupuje téměř jednu třetinu nákladů na spotřebu. Dle testů bylo zjištěno, že pneumatiky pro dálkový provoz typu Energy SaverGreen uspoří o 0,4 l/100 km ve srovnání s klasickou pneumatikou Energy. Při ujetí vzdálenosti 15 000 km měsíčně, tedy při průměrné spotřebě vozidla 30 l/100 km platí (symboly tytéž jako v rovnici $C = Q * P = 4500 * 30 = 135\,000 \text{ Kč}$ [Kč = 1 * Kč/l] (5)):

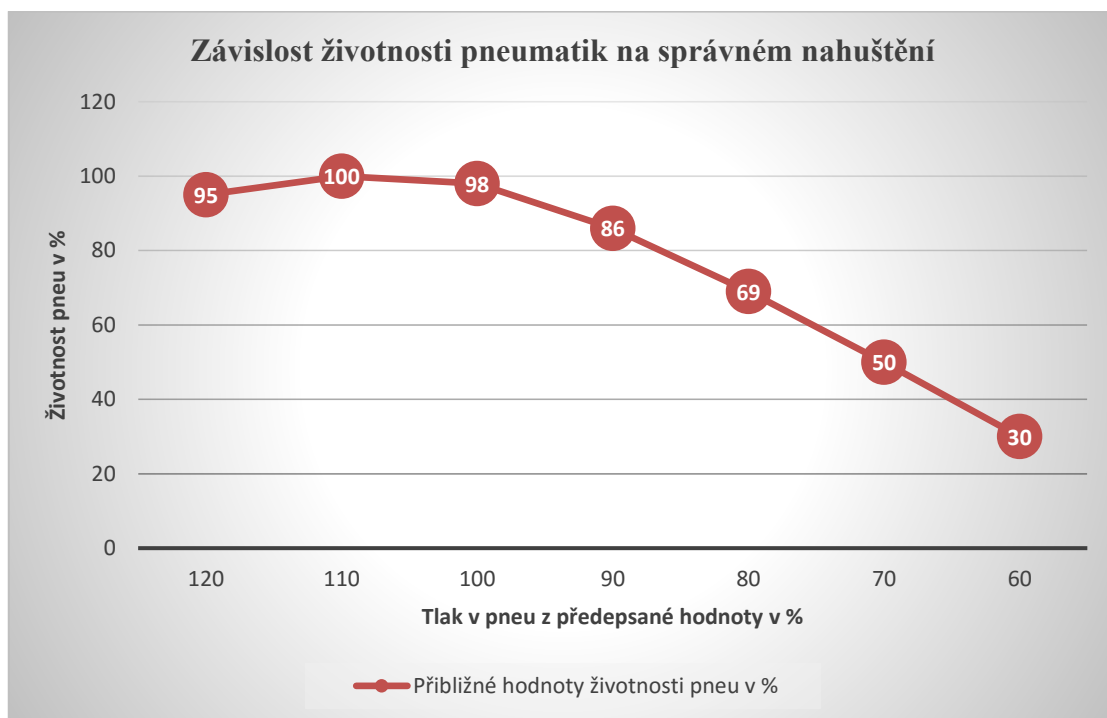
$$C_{\text{bez úspory}} = Q * P = 4500 * 30 = 135\,000 \text{ Kč} \quad (6)$$

$$C_{\text{s úsporou}} = Q * P = 4400 * 30 = 133\,200 \text{ Kč.} \quad (7)$$

Měsíční úspora při použití pneumatik Energy SaverGreen tedy dosahuje cca 1800 Kč. Roční úspora těchto pneumatik dosahuje cca 21 600 Kč.

Provozní náklady jsou ovlivňovány rovněž životností pneumatik, ta je mimo jiné ovlivňována udržováním správného tlaku v pneumatikách. Níže je uveden graf životnosti pneumatik v závislosti na jejich správném nahuštění. Z grafu vyplývá možnost výrazného ovlivnění životnosti pneumatiky. Víceméně při přehuštění pneumatik se životnost pneumatik pohybuje nad 90% udávané životnosti, jak již bylo výše zmíněno, tak přehuštěním v situaci kdy je v pneumatikách udržovaný příliš

vysoký tlak, se snižuje komfort jízdy. Při nízkém tlaku v pneumatikách pak dochází ke zhoršení všech vlastností včetně jejich životnosti.



Obr. 13: Závislost životnosti pneumatik na jejich správném nahuštění

Zdroj: autor (viz **Příloha 3**)

Významným faktorem, který ovlivňuje opotřebení pneumatik je dále jejich umístění na vozidle. Na jednotlivé nápravy působí rozdílné zatížení. Platí, že s přibývajícím zatížením se životnost pneumatiky snižuje.



Obr. 14: Opotřebení pneumatik a rozdělení zatížení na nápravu

Zdroj: [15]

3.3. Shrnutí poznatků

Faktory ovlivňující spotřebu se dají rozdělit do 4 kategorií. Tyto faktory může ovlivnit v první řadě provozovatel vozidla (konfigurace vozidla, stav vozidla a styl jízdy) a dále pak zde působící faktory, které nelze nijak ovlivnit (vnější podmínky).

Vozidlo při správné konfiguraci samo o sobě nezaručí optimální provozní náklady. Pro dosažení optimálních provozních nákladů je nutno splnit jednotlivé faktory současně. Z výstupů této kapitoly vzešlo, že v případě splnění jednotlivých faktorů působících na vozidlo lze dosáhnout snížení spotřeby, zvýšení životnosti pneumatik a s tím spojené snižování provozních nákladů za současného snižování jízdních dob. Do ovlivnění spotřeby paliva vstupuje i údržba jednotlivých částí vozidla (např. filtry a tlak v pneumatikách), typ a druh pneumatik. Rozdíl v nákladech na spotřebu je při nahuštění pneumatik na 7,7 atm namísto 8,5 atm 2%. Což činí rozdíl v nákladech na rok až cca 32 400 Kč.

Při testovacích jízdách bylo v druhé testovací jízdě za asistence odborného pracovníka dosaženo ve všech případech lepších výstupů. Výstupy jsou zobrazeny v grafickém provedení. Zde došlo k největší úspoře mezi první a druhou jízdou řidiče číslo 2. Kdy dosáhl rozdíl mezi těmito jízdami 165,00 Kč při ceně paliva 30 Kč / l.

Pneumatiky se dělí dle určení pro dálniční dopravu a regionální. Životnost pneumatik je ovlivněna typem nápravy a správným nahuštěním pneumatik. Zde vyplývá, že životnost pneumatik se i při jejich přehuštění pohybuje nad 90% udávané životnosti. Při udržování pneumatik pod vyšším tlakem oproti předepsanému je ovlivněn komfort jízdy. Vychází tedy doporučení, že tlak v pneumatikách v zájmu životnosti, spotřebě paliva a komfortu jízdy, je třeba regulovat na předepsané hodnoty. U podhuštěných pneumatik se životnost snižuje v závislosti na tlaku v pneumatikách. V případě kdy je pneumatika nahuštěna na 80% udávaného tlaku se životnost pneumatiky sníží na 69% udávané životnosti a dále pak negativně působí i na další aspekty spojené s provozováním vozidla.

4. Návrh metodiky pro výběr optimálních vozidel a analýza současné situace

Při výběru vozidla je nutno přihlížet k více aspektům nežli jen k nabídce funkčních a provozních vlastností. Ke snížení provozních nákladů jsou tyto aspekty důležité, nicméně provozní náklady jsou dále ovlivňovány poruchovostí respektive bezporuchovostí vozidla a dále udržovatelností a opravitelností jednotlivých subsystémů vozidla. Provozní náklady jsou rovněž také pouze jedním z aspektů, který by měl provozovatel při výběru vozidla zohledňovat. Neméně důležitý je vliv vozidel na životní prostředí a bezpečnost silniční dopravy.

Pro optimální výběr vozidla z pohledu provozovatele je tedy nutné všechny tyto aspekty znát. Bohužel vlivem konkurence na trhu jsou tato data jednotlivými výrobci střežena. Stejně tak i výběr jednotlivých specifikací vozu je bez vypsání výběrového řízení složitý a i zde je zákazník (provozovatel vozu) v pozici pasivního hráče. Provozovatel tak může víceméně vycházet pouze z dat, která v minulosti o jednotlivých vozidlech a jejich výrobcích díky svému fungování nashromáždil a získal tak know-how o konkrétní značce vozidla.

Při výběru vozidel by však, už jen kvůli tomu, že se jedná o nezanedbatelné částky, měli být jednotliví provozovatelé postaveni do role aktivní. V současné době tak funguje trh na bázi nabídky výrobce. Optimálním stavem v tomto odvětví je však situace, kdy trh funguje na bázi poptávky ze strany zákazníka, tj. provozovatel určuje, co vše od vozidla očekává. Z toho vyplývá, že by měl tak mít přístup k veškerým datům, která jsou pro výběr vozidla z jeho hlediska klíčová. Což konkrétně zahrnuje přístupy k jednotlivým konfiguracím vozidel. Především co se týče vybavenosti a vlastností parametrů jednotlivých subsystémů a současně i zmíněné bezporuchovosti, udržovatelnosti a opravitelnosti.

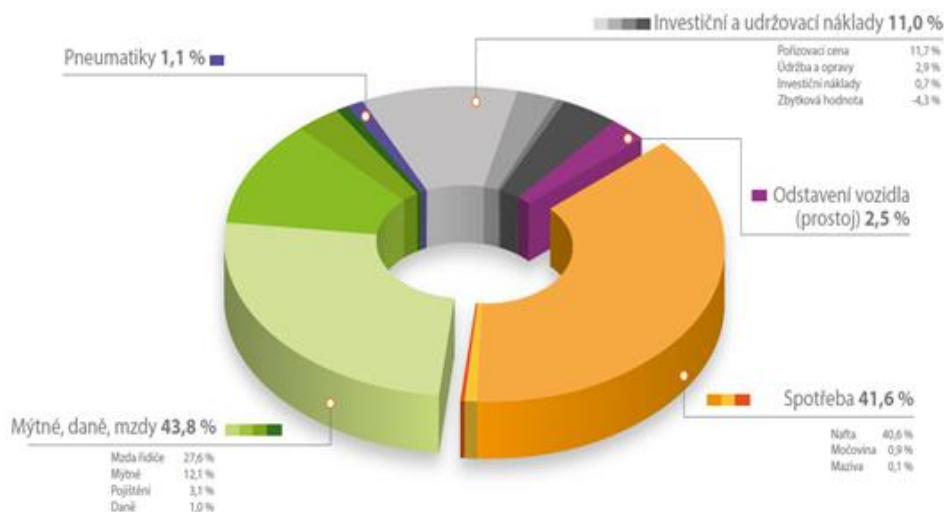
V případě, kdy by byla tato data provozovatelům přístupná, byl by zákazník (dopravce) postaven do role aktivní. Toto by mělo za následek v první řadě kvalitní a objektivní výběr ze strany zákazníka a následně by tento přístup vedl ke zvýšení

soutěživosti výrobců, zkvalitnění komponent atd. Výsledkem by tak mohlo být zkvalitnění silniční dopravy jako takové, tedy jak z pohledu kvality vozidel, tak i z pohledu bezpečnosti silniční dopravy, jejího dopadu na životní prostředí a dalších aspektů.

„Provozovatel při získávání nových vozidel do svého vozového parku přihlíží mimo jiné také na jeho současné složení. Drtivá většina dopravců lpí na systému vozového parku, ve kterém je co nejmenší různorodost značek jednotlivých automobilek. Většinou tak dopravce provozuje automobily jedné nebo dvou automobilových značek.“ [12]

4.1. Provozní náklady na vozidlo

Výběr vhodných užitečných vlastností musí vycházet s ohledem na minimalizaci provozních nákladů spojených s pořízením a budoucím používáním vozidla. Do těchto nákladů vstupují jednotlivé položky, kterými jsou např. investiční a udržovací náklady, náklady na odstavení vozidla, pneumatiky, spotřeba, mýtné, daně a mzdy.



Obr. 15: Provozní náklady na vozidlo

Zdroj: [15]

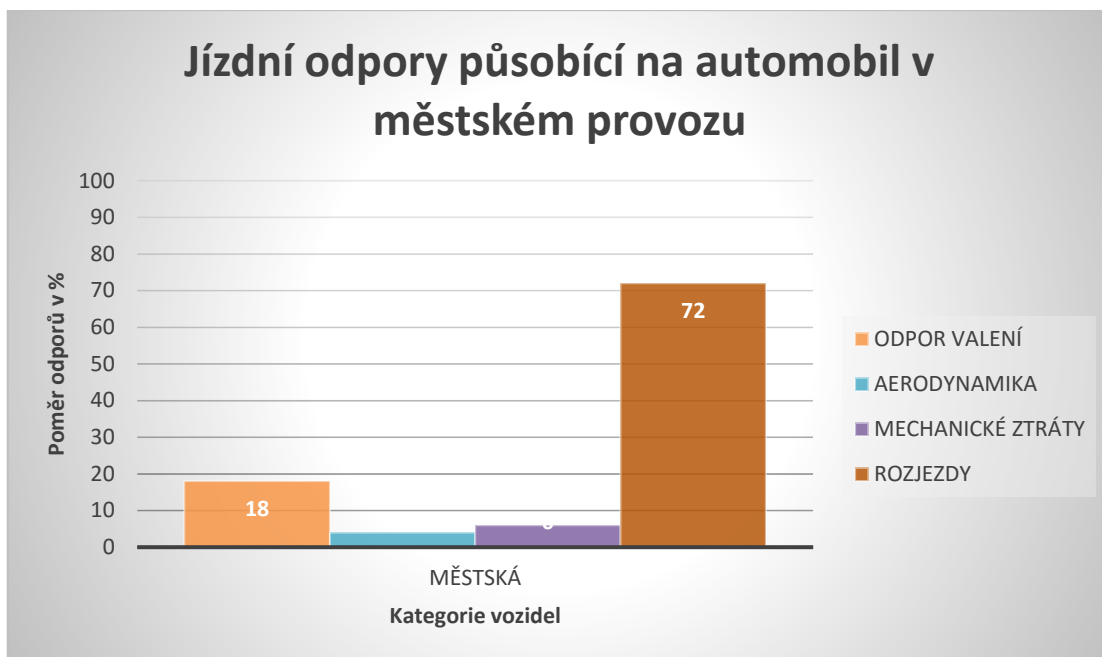
Z obr. 15 plyne, že obecně největší částí provozních nákladů vozidla zastávají náklady na mýtné, daně a mzdy. Tento ukazatel se může procentuálně pro jednotlivá vozidla, společnosti a v jednotlivých zemích měnit. Největší položkou těchto nákladů je položka na mzdu řidiče. Druhou největší část grafu provozních nákladů zastávají

náklady na spotřebu (celkem 41,6%). Drtivá většina (40,6% celkových nákladů) je tvořena náklady na naftu. Zbylé procento tvoří spotřeba močoviny a maziv. Další významnou část tvoří investiční a udržovací náklady. Zde vyplývá, že pořizovací cena vozidla vstupuje do celkových provozních nákladů necelými 12 % a je tedy zřejmé, že již pořízení vozidla je pro dopravce značně nákladné. Další části provozních nákladů (pneumatiky a prostoje) již nezastupují v celkovém pohledu významná procenta.

Do provozních nákladů vozidla budou v budoucnosti významně promlouvat ekologické aspekty provozu vozidel. Stále se zpřísňující emisní podmínky otevírají cestu na trh alternativním palivům. V současné době jsou již provozovány různé hybridní automobily a různé společnosti již ve svém vozovém parku testují nákladní elektromobily. K jejich vyššímu využití však zatím nedochází z důsledku vyšší pořizovací ceny a nízké dojezdové vzdálenosti. Dle vypracované studie společností AlixPartners (zohledněna celková situace v silniční dopravě) by měl být v roce 2030 nejvyužívanějším druhem pohonu benzinový hybridní pohon, který by měl tvořit 28% podílu na trhu. Druhým nejrozšířenějším bude benzinový motor 25 % a na třetím místě by měly být elektromobily se zastoupením 20%. Vznětové motory budou naproti tomu mít pouhé 9% zastoupení na trhu. [23]

4.2. Vlastnosti pro městská vozidla

Dle provozních a přepravních podmínek je vhodné pro vozidla působící v městském provozu vhodně volit jeho charakteristiky. Z níže uvedeného grafu (Obr. 16) lze například vidět, že v městském provozu z jízdnic odporů působí na vozidlo nejvíce odpory při rozjezdech. Toto je způsobeno častým přerušováním jízdy, jež je dáno typologií prostředí. Opačně se zde však jeví procentuální zastoupení odporů na valení a mechanické ztráty. Z toho tedy plyne, že vozidlo nemusíme konfigurovat přidavným příslušenstvím (např. tvarovým koeficientem (spoilery), aerodynamickým tvarem předního plochy vozidla atd.)



Obr. 16: Jízdní odpory působící na vozidlo v městském provozu

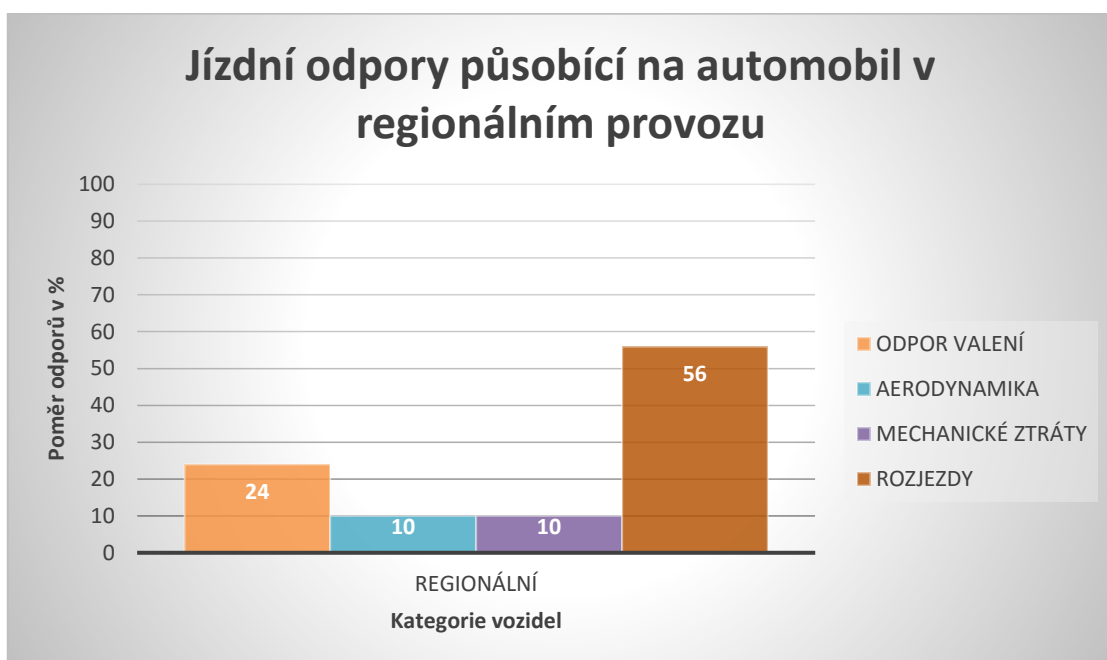
Zdroj: Autor (viz **Příloha 4**)

Při volbě vozidla do městského provozu musí provozovatel vždy přihlížet na jeho specifika. Specifickými znaky jsou hustý provoz, hmotnostní a rozměrové limity způsobené úzkými komunikacemi a s tím spojená náročnější ovladatelnost. Charakteristickým prvkem je pomalá a často přerušovaná jízda, což potvrzuje i graf na Obr. 16. Těmito specifickými charakteristikám tedy musí provozovatel při výběru vozidla přihlížet.

Pro vykompenzování častého zastavování, rozjíždění a vysokou akceleraci jsou vhodným typem motory s vysokým točivým momentem. Dalšími charakteristikami pro městské vozidlo by měla jeho ekologičnost (splnění emisních norem EURO 6), kde přichází v úvahu vozidla s hybridním pohonem, případně v současné době se rozvíjející elektromobily. Vzhledem k hmotnostním a rozměrovým limitům budou provozovatelé vybírat vozidla kategorie N2. Kapacita ložné plochy by měla být u těchto vozidel volena s ohledem na ovladatelnost vozidla do 15 europaletových míst. Leckdy se využívají vozidla se sníženou výškou ložné plochy, kde je výška ložného prostoru do 190 cm. Volba kabiny vzhledem k dennímu provozování a nutnosti omezovat velikost automobilu spadá na typ krátké kabiny. Užitečným prvkem vozidel se jeví zadní zvedací čelo s hydraulickým pohonem. Díky tomuto prvku je možné při distribuci zboží provádět vykládku flexibilně v různých lokalitách.

4.3. Vlastnosti pro regionální vozidla

Budeme-li volit vozidlo pro provozní a přepravní podmínky v regionálním provozu, budou mít vlastnosti vozidla, dle výstupů z grafu viz níže (Obr. 17), co se týče jízdnic odporů podobné specifikace jako při městském provozu. Jízdní odpory se zde mění pouze procentuálním zastoupením jednotlivých skupin. Jejich rozložení významnosti působení na vozidlo je však stejné. Nejvíce na vozidlo působí odpory při rozjezdech (56%), jejich vliv se však snížil ve srovnání s městským provozem o 16% procent. Vzrostl pak procentuální vliv odporu valení, aerodynamiky a mechanických ztrát.



Obr. 17: Jízdní odpory působící na vozidlo v regionálním provozu

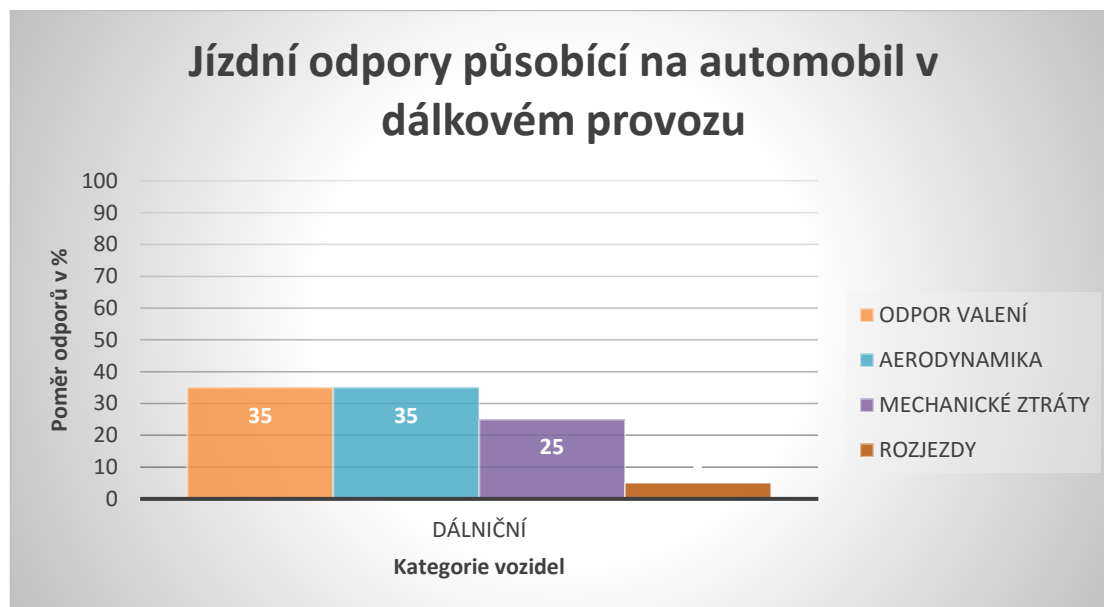
Zdroj: Autor (viz **Příloha 4**)

Při volbě vlastností vozidla pro regionální rozvoz budeme volit charakteristiky, které jsou kombinací rozvozu pro města a pro dálkovou dopravu. Vzhledem k tomu že i zde se vozidla setkávají s často přerušovanou jízdou, je motor s vysokým točivým momentem důležitým parametrem při výběru vozidla. Pro efektivnější a úspornější jízdu je zde možno volit systém +iECO. Tento systém slouží k regulaci výkonu v závislosti na jízdnicích situacích. Vzhledem k provozním podmínkám u regionální distribuce zboží je vhodné volit nákladní automobily kategorie N3. Zajímavou variantou jsou opět automobily s hybridními pohony. Elektromobily jsou vzhledem ke svému v současné době omezenému dojezdu pro tento typ dopravy nevhodné.

Z důvodu možného rozměrového omezení jsou doporučovány automobily s kapacitou ložné plochy pohybující se kolem 20 europalet. Doporučeným typem kabiny je v tomto případě kabina denní. Vzhledem k větší flexibilitě vozidel je opět vhodné využít zadní hydraulické čelo.

4.4. Vlastnosti pro dálková vozidla

Podobně jako v částech 4.2 a 4.3 této kapitoly i zde je uvedeno procentuální zastoupení jízdních odporů působících na vozidlo. Zde je již patrné, že volba vozidla pro dálkovou dopravu se svými požadavky na konfiguraci vozidla bude oproti předešlým případům odlišná. Jízdní odpory zde totiž mají naprosto jinou charakteristiku oproti městské a regionální dopravě. Rozjezdové odpory působící na vozidla zde mají naprosto zanedbatelnou váhu a jsou zastoupeny pouze 5 %. Naproti tomu odpory způsobené aerodynamickými, mechanickými ztrátami a odporem valení jsou zde značné. Při pořizování vozidla bude provozovatel tedy uvažovat doplňkové příslušenství ke snížení aerodynamických vlivů a pneumatiky s nízkým valivým odporem pro snížení spotřeby.



Obr. 18: Jízdní odpory působící na vozidlo v dálkovém provozu

Zdroj: Autor (viz Příloha 4)

Při volbě vozidla pro dálkovou dopravu je nevhodnější vozidla s velkou kapacitou ložného prostoru. Zde se používají jízdní soupravy návěsové o kapacitě 34 Europalet. Dalším používaným typem jsou tandemové přívěsové soupravy s kapacitou ložné

plochy až 38 Europalet. Důležitou vlastností u návěsů je jejich pevnost, kdy je výhodné volit návěsy s pevností XL. Vozidla typu XL mají konstrukci, kde se minimalizuje nutnost požadavků na dodatečné zajištění nákladu. Zároveň je při jejich konstrukci kladen důraz na jednoduchost konstrukce a variabilitu využití.

4.5. Bezporuchovost, udržovatelnost a opravitelnost vozidla

Bezporuchovost, udržovatelnost a opravitelnost vozidla jsou parametry, které přímo souvisí s provozováním vozidla a zajisté se jim tak nevyhne žádný provozovatel. Nicméně množství poruch, jejich opravitelnosti a udržovatelnosti vozidla může být předcházeno pravidelnými a opravami a údržbami.

4.5.1. Metoda pro sledování poruchovosti na vozidlech

Sledování poruchovosti jsem se věnoval ve své bakalářské práci, kde jsem se mj. zabýval sledováním poruchovosti na osobních automobilech a metodami na jejich odstranění. Stejně metody lze použít i u nákladních automobilů. Ideální volbou pro sledování poruchovosti vozidel a jejich jednotlivých subsystémů je metoda „*Vývoj poruchovosti na vozidlech dle uvedení vozidel do provozu*“. Tento druh analýzy vozidel dává přehled výrobci i provozovateli o počtu poruch, výrobním měsíci, trhu a podmínkách, ve kterých je vozidlo provozováno. Analýza dále zahrnuje dobu vozidla v provozu, a jak vyplývá ze vztahu (viz níže), je bezporuchovost na době od uvedení do provozu závislá. Data pro sledování vzniku, druhu a počtu poruch jsou získávána z garančních prohlídek vozidel. [11]

$$F(t) = \frac{n(t)}{N} = 1 - R(t), \quad (8)$$

kde $n(t)$ udává počet výrobků porouchaných do okamžiku t a N je celkový počet sledovaných výrobků. Výsledkem tohoto vztahu je pravděpodobnost, že dojde k poruše výrobku do určitého okamžiku t po jeho uvedení do provozu. [24]

Z pohledu výrobce lze tedy sledovat poruchovost na automobilu globálně. Jaké jsou závady a jaký je jejich počet na jednotlivých vyrobených typech v jednotlivých měsících. Na základě sběru dat a jejich vyhodnocení může výrobce následně analyzovat, zda k poruše došlo opotřebením daného výrobku v závislosti na čase, nebo zda k poruchovosti dochází z důvodu nízké kvality jednotlivých komponent či případně jejich provedením.

Z pohledu provozovatele lze sledovat poruchovost daného vozidla a jeho subsystémů. Pomocí analýzy dat získaných touto metodou má provozovatel možnost získat informace o vhodnosti daného typu vozidla pro provoz v daných provozních podmínkách a přepravních podmínkách.

4.6. Návrh metodiky pro výběr vozidla

Pro optimální výběr automobilu jsem volil z metod vícekriteriálního rozhodování. Zvolenou metou pro výběr optimálního vozidla je Patternova metoda. Pomocí této metody lze při znalosti nabízených parametrů zvolit jednotlivým charakteristikám preference dle přání zákazníka. Z toho vyplývá, že provozovatel si po analýze situace (provozních podmínek, přepravních podmínek atd.) nadefinuje jednotlivé vlastnosti, které bude při výběru vozidla uvažovat. Tyto vlastnosti provozovatel podle svých preferencí seřadí od nejdůležitější po nejméně důležitou. Jednotlivé vlastnosti mohou mít pro provozovatele i stejnou preferenci.

Např.: Provozovatel bude uvažovat vlastnosti K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 a K_6 , kde platí preference:

K_2 – spotřeba

K_1 – cena automobilu

K_3 - výkon automobilu, K_4 – pohotovostní hmotnost automobilu, K_6 - kapacita vozidla

K_5 – údržba a opravy

Dle tohoto pořadí je nutné následně jednotlivé preference znormovat pomocí Fullerovy metody a tímto krokem dostaneme normované váhy kritérií. Fullerova metoda je vhodné používat v situacích, kdy je pro uživatele obtížně bodovat jednotlivá kritéria a postačí, tak jejich seřazení dle preference (viz výše). Principem metody je porovnání dvojic vlastností. Výsledkem tohoto porovnání je matice, ve které se jednotlivým porovnávaným vlastnostem dle důležitosti přiřadí hodnota. Důležitější kritérium je ohodnoceno hodnotou 1 bodu a méně důležité získává 0 bodů. V situaci, kdy jsou si vlastnosti rovny, získají 0,5 bodu. Na závěr se následně sečte počet bodů, který byl jednotlivým kritériím (vlastnostem) přidělen a normalizací se získají normované váhy (viz tabulka 4).

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | Σ kritérií (N _i) | Normované váhy (V _i) |
|-----------|----|----|-----|-----|----|-----|------------------------------|----------------------------------|
| K1 | x | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0,267 |
| K2 | 1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0,333 |
| K3 | 0 | 0 | x | 0,5 | 1 | 0,5 | 2 | 0,133 |
| K4 | 0 | 0 | 0,5 | x | 1 | 0,5 | 2 | 0,133 |
| K5 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | 0,000 |
| K6 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 1 | x | 2 | 0,133 |
| | | | | | | | ΣN_i | 15 |
| | | | | | | | | 1,000 |

Tabulka 4: Normování vah pomocí Fullerovy metody

Zdroj: Autor

Po získání normovaných vah dle preference kritérií zákazníkem, se přistoupí k samotné Patternově metodě. Metoda Pattern je metoda podobná metodě bazické varianty, na rozdíl od této metody však metoda Pattern pracuje na bázi maximalizace. Z tohoto vyplývá, že před použitím této metody je nutné mít všechna kritéria převedena na maximalizační. Ve výše nastíněném příkladu, tedy budeme uvažovat, že kritéria spotřeba, cena automobilu, hmotnost automobilu a údržba a opravy jsou minimalizačního charakteru. Jinými slovy uživatel vyhledává varianty, kde jsou tato kritéria nejmenší. To znamená, že je nutné tato kritéria převést na maximalizační. Postupovat tedy budeme tak, že budeme převádět hodnoty dle vztahu:

$$\text{Intervalová stupnice } f'_{(xi)} = \max f_{(xi)} + \min f_{(xi)} - f_{(xi)} \quad (9)$$

$$\text{Pořadová stupnice } f'_{(xi)} = f_{\max} + f_{\min} - f_{(xi)} \quad (10)$$

$$\text{Poměrová stupnice } f'_{(xi)} = \frac{\max f_{(xi)} * \min f_{(xi)}}{f_{(xi)}} \quad (11)$$

Pomocí této úpravy vznikne matice, kde všechna kritéria jsou převedena na maximalizační. Z této matice se vypočte bazická varianta. Pro získání bazické varianty je nutné určit minimální hodnoty sloupců a těmito hodnotami hodnoty ve sloupcích vydělit. Následně je vypočítána agregovaná funkce užitku podle vztahu:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j * u_{ij} \quad (12)$$

Agregovaná funkce (vážený součet) je tedy rovna sumě kritérií násobených danou normovanou váhou (viz rovnice 12).

4.7. Shrnutí poznatků

Zákazník se při výběru nových vozidel nemůže opřít o všechna relevantní data, která potřebuje pro správný výběr vozidla mít. Nejvíce citlivými daty výrobců vozidel, která by při volbě vozidla zákazník potřeboval, jsou data o bezporuchovosti vozidla a jeho jednotlivých subsystémů. Tato neznalost staví zákazníka do role pasivní, čímž výrobce vystupuje v roli aktivní. Možná i to je jeden z důvodů, proč ve vozovém parku jednoho dopravce je zastoupena jedna značka. Provozovatel má o této značce nasbíraná data, která mu, co se výběru týče, dávají know-how při konfiguraci vozidel.

Do výběru vozidla významným způsobem promlouvají provozní náklady. Těmto nákladům je věnována část 4.1 této kapitoly. Nejvýznamnější položkou provozních nákladů jsou mzdy, mýtné a daně. Tyto položky tvoří celkem téměř 44% provozních nákladů vozidla. Dalšími významnými položkami jsou spotřeba paliv a maziv (cca 42%), investiční náklady (cca 11%). Dále do provozních nákladů vstupují náklady na pneumatiky a odstavení vozidla.

V úvodu kapitoly byl zmíněn nedostatek dat sdílený ze strany provozovatele. V části 4.5.1 této kapitoly je navržena metoda pro sledování poruchovosti na vozidlech a jejich subsystémech. Data pro tuto metodu jsou dostupná jak pro výrobce, tak i pro provozovatele (vybrána pro určitý typ vozidla během jeho provozování). Data k novým typům vozidel však nejsou obvykle dostupná, stejně tak je problematické získat specifikace jednotlivých vozidel od výrobců. Každá strana se získanými daty

nakládá dle svých možností. Výrobce se snaží poruchovost odstranit, naproti tomu provozovatel analyzuje vhodnou volbu konfigurace vozidla a případně kvalitu dodaného výrobku.

Další části kapitoly jsou věnovány konfiguracím vozidel pro jednotlivé provozní a přepravní podmínky. Provoz je rozdělen do tří kategorií (provoz městský, regionální a dálkový), kde každá z těchto kategorií má jiné požadavky na vozidlo. Pro městskou dopravu je doporučení využívat lehce manévrovatelná vozidla s vysokým točivým momentem. Vozidla v regionální dopravě jsou přechodem od městské dopravy na dálkovou a tím jsou charakteristické i jejich vlastnosti. Dálková doprava je opakem městského provozu.

Poslední část kapitoly dává návod pro výběr optimálního vozidla. Metodou navrženou pro výběr vozidla je metoda Pattern, která využívá porovnání více kritérií a jejíž výsledkem je zobrazení nejméně a nejvíce vhodné varianty. Metoda využívá pro analýzu normovaných vah dle preferencí provozovatele. Pro správně zvolené preference vozidla by měly sloužit výstupy předchozích kapitol a výstupy předešlých částí této kapitoly.

5. Použití navržené metodiky

Při objednávání nových automobilů provozovatel specifikuje vlastnosti dle provozních a přepravních podmínek. Šablona pro vyplnění možných parametrů a specifikací požadovaných zadavatelem je uvedena v příloze (viz Příloha 5). V této kapitole bude dle vybraných parametrů vypracována ukázka použití metody vícekriteriálního hodnocení variant (metody Pattern) pro provozní podmínky regionální a městské. Vzhledem k nedostupnosti dat od výrobců je porovnání provedeno pouze na vybraných parametrech.

5.1. Výběr vozidla pomocí metody Pattern

Porovnávány skupinami pomocí metody Pattern budou vozidla pro městský provoz a regionální s nástavbami. Z dostupných zdrojů jsem vybral vozidla s charakteristikami odpovídajícím zmíněným vlastnostem v kapitole 4 části 4.2 Vlastnosti pro městská vozidla a části 4.3 Vlastnosti pro regionální vozidla.

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | Max. | Max. | Min | Max | Max | Max |
| Vozidlo / Vlastnost | Kapacita Europalet | Emisní třída [Euro] | Objem ložné plochy [m3] | Ložné operace | Max. příp. hmotnost [kg] | Jmenovitý výkon [kW] |
| Iveco EuroCargo 75E18 | 15 | 5 | 36,00 | 2 | 7490 | 130 |
| MAN TGL 8.180 | 15 | 4 | 37,37 | 2 | 7490 | 132 |
| DAF LF 45.140 | 15 | 4 | 35,41 | 2 | 7490 | 102 |

Tabulka 5: Vlastnosti vozidel pro městský provoz

Zdroj: Autor na základě [12]

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | Max. | Max. | Min | Max | Max | Max |
| Vozidlo / Vlastnost | Kapacita Europalet | Emisní třída [Euro] | Objem ložné plochy [m3] | Ložné operace | Max. příp. hmotnost [kg] | Jmenovitý výkon [kW] |
| Iveco Eurocargo 120E25P | 17 | 5 | 42,60 | 2 | 11990 | 185 |
| MAN 12.290 | 18 | 5 | 46,07 | 1 | 11990 | 213 |
| DAF LF 45.220 | 17 | 5 | 36,39 | 2 | 18000 | 228 |

Tabulka 6: Vlastnosti vozidel pro regionální provoz

Zdroj: Autor na základě [12]

Dle postupu metody popsaném v kapitole 4 nyní určím preference pro jednotlivé vlastnosti uvedené v tabulce 5 pro městská a v tabulce 6 pro regionální vozidla. U každého parametru je přiřazené kritérium (K1, K2,...) a rovněž je specifikováno o jaké kritérium se jedná. V případě kritérií minimalizačních bude nutno převést toto kritérium na maximalizační. Preference z vybraných vlastností jsem dle charakteristického prostředí v tomto případě zvolil následovně:

- Městská vozidla:
 - K4 – Ložné operace (počet množných ložných operací).
 - K1 a K6 – Kapacita a hmotný výkon vozidla.
 - K2, K3 a K5 – Emisní třída, Objem ložné plochy a Celková hmotnost

- Regionální vozidla
 - K1 a K6 – Kapacita vozidla a Hmotný výkon
 - K5 – Celková hmotnost vozidla
 - K3 – Objem ložné plochy
 - K2 a K4 – Emisní třída a Ložné operace

Dle těchto preferencí jednotlivých kritérií jsem následně vypočítal Fullerovou metodou normované váhy.

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | Σ kritérií (N _i) | Normované váhy (V _i) |
|-----------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-------------------------------------|------------------------------------|
| K1 | x | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 3,5 | 0,23 |
| K2 | 0 | x | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0,07 |
| K3 | 0 | 0,5 | x | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0,07 |
| K4 | 1 | 1 | 1 | x | 1 | 1 | 5 | 0,33 |
| K5 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | x | 0 | 1 | 0,07 |
| K6 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 1 | x | 3,5 | 0,23 |
| | | | | | | | ΣN_i | $\Sigma V_i = 1$ |

Tabulka 7: Stanovení normovaných vah pro vozidla v městském provozu

Zdroj: Autor

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | Σ kritérií (N _i) | Normované váhy (V _i) |
|-----------|-----|-----|----|-----|----|-----|-------------------------------------|----------------------------------|
| K1 | x | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 4,5 | 0,30 |
| K2 | 0 | x | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0,5 | 0,03 |
| K3 | 0 | 1 | x | 1 | 0 | 0 | 2 | 0,13 |
| K4 | 0 | 0,5 | 0 | x | 0 | 0 | 0,5 | 0,03 |
| K5 | 0 | 1 | 1 | 1 | x | 0 | 3 | 0,20 |
| K6 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | 4,5 | 0,30 |
| | | | | | | | ΣN_i 15 | $\Sigma V_i = 1$ |

Tabulka 8: Stanovení normovaných vah pro vozidla v regionálním provozu

Zdroj: Autor

Zde musí platit:

$$b_{ij} + b_{ji} = 1 \text{ (součet prvků u diagonály =1)}, \quad (13)$$

$$\sum N_i = \frac{m \cdot (m-1)}{2}, \quad (14)$$

$$V_i = \frac{N_i}{\sum N_i}. \quad (15)$$

Normované váhy (viz Tabulka 7 a Tabulka 8) udávají míru důležitosti jednotlivých kritérií pro hodnocení. V následném kroku je nutno zkontrolovat, zda v původní matici v Tabulka 5 jsou všechny kritéria maximalizační. V tomto případě máme u objemu ložné plochy kritérium minimalizační z důvodu regulace výšky. Druhým faktorem, který nám navíc reguluje rozměry, je kapacita. Té je přiřazena vyšší preference, abychom dodrželi požadavek na minimalizaci dopravního výkonu. Pro jednotlivé varianty tedy převedeme pomocí vztahu:

$$f'_{(xi)} = \max f_{(xi)} + \min f_{(xi)} - f_{(xi)} \quad (16)$$

$$\max V1 = 37,37 + 35,41 - 36,00 = 36,77 \quad (17)$$

$$\max V2 = 37,37 + 35,41 - 37,37 = 35,41 \quad (18)$$

$$\max V3 = 37,37 + 35,41 - 35,41 = 37,37 \quad (19)$$

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|---|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Vozidlo / Vlastnost | Kapacita Europalet | Emisní třída [Euro] | Objem ložné plochy [m³] | Ložné operace | Max. příp. hmotnost [kg] | Jmenovitý výkon [kW] |
| Iveco EuroCargo 75E18 | 15 | 5 | 36,77 | 2 | 7490 | 130 |
| MAN TGL 8.180 | 15 | 4 | 35,41 | 2 | 7490 | 132 |
| DAF LF 45.140 | 15 | 4 | 37,37 | 2 | 7490 | 102 |

Tabulka 9: Vlastnosti vozidel pro městský provoz po provedení maximalizační transformace

Zdroj: Autor

| Kritérium | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Vozidlo / Vlastnost | Kapacita Europalet | Emisní třída [Euro] | Objem ložné plochy [m3] | Ložné operace | Max. příp. hmotnost [Kg] | Jmenovitý výkon [kW] |
| Iveco Eurocargo 120E25P | 17 | 5 | 39,86 | 2 | 11990 | 185 |
| MAN 12.290 | 18 | 5 | 36,39 | 1 | 11990 | 213 |
| DAF LF 45.220 | 17 | 5 | 46,07 | 2 | 18000 | 228 |
| Minimální varianta | 17 | 5 | 36,39 | 1 | 11990 | 185 |

Tabulka 10: Vlastnosti vozidel pro regionální provoz po provedení maximalizační transformace

Zdroj: Autor

Nyní jsou tedy všechna kritéria převedena na maximalizační a můžeme přistoupit k vyhodnocení pomocí užití normovaných vah (viz Tabulka 7 a Tabulka 8). Zde dostaneme vážený součet jednotlivých variant. Vzhledem k tomu, že hledáme automobil s nejlepšími užitnými vlastnostmi, bude nejlepší variantou vždy ten automobil, jehož vážený součet dosahuje nejvyšší hodnoty.

| Kritérium/Varianta | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | Vážený součet | Pořadí |
|-----------------------|------|------|------|------|--------|------|------------------|--------|
| Iveco EuroCargo 75E18 | 1,00 | 0,33 | 2,45 | 0,13 | 499,33 | 8,67 | 35,77 | 2. |
| MAN TGL 8.180 | 1,00 | 0,27 | 2,36 | 0,13 | 499,33 | 8,80 | 35,80 | 1. |
| DAF LF 45.140 | 1,00 | 0,27 | 2,49 | 0,13 | 499,33 | 6,80 | 35,34 | 3. |
| Normované váhy | 0,23 | 0,07 | 0,07 | 0,33 | 0,07 | 0,23 | x | x |

Tabulka 11: Výsledné pořadí variant pro městská vozidla

Zdroj: Autor

| Kritérium/Varianta | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | Vážený součet | Pořadí |
|----------------------------|------|------|------|------|---------|-------|------------------|--------|
| Iveco Eurocargo 120E25P | 1,00 | 0,29 | 2,34 | 0,12 | 705,29 | 10,88 | 144,95 | 3. |
| MAN 12.290 | 1,06 | 0,29 | 2,14 | 0,06 | 705,29 | 12,53 | 145,46 | 2. |
| DAF LF 45.220 | 1,00 | 0,29 | 2,71 | 0,12 | 1058,82 | 13,41 | 216,41 | 1. |
| Normované váhy | 0,30 | 0,03 | 0,13 | 0,03 | 0,20 | 0,30 | x | x |

Tabulka 12: Výsledné pořadí variant pro regionální vozidla

Zdroj: Autor

Z výše uvedených tabulek (Tabulka 11 a Tabulka 12) vyplývá, že z vybraných vozidel při zvolených porovnávaných vlastnostech a mnou zadaných preferencí je nejvhodnější volbou pro městský provoz případ MAN TGL 8.180. V porovnání variant pro regionální provoz vyšel jako nejlepší volba případ DAF LF 45.220.

5.2. Kritická analýza doporučené metody

Pro určení optimálního vozidla jsem v této práci doporučil metodu Pattern. Tato metoda je teoreticky rozebrána v části 4.6 a v kapitole 5 je uvedena její praktická ukázka. Metoda Pattern se řadí mezi metody vícekriteriálního hodnocení, kam spadají ještě například metoda váženého součtu pořadí, globálního kritéria a cílového programování s Čebyševovou metrikou aj.

Metodu Pattern jsem zvolil s ohledem na její relativní jednoduchost a variabilitu, kdy pracuje s normovanými váhami. Cílem této aplikace je nalezení nejlepší varianty a seřazení variant od nejlepší po nejhorší. Nejlepší varianta zde reprezentuje řešení, které je nejméně vzdálené od ideálního řešení. Předností této metody je především usnadnění práce pro provozovatele s větším počtem kritérií za současného zachování jistého racionálního postupu.

V práci jsem však při zpracování metody narazil na problematiku nedostatku vstupních dat, jak již zmiňuji v úvodu kapitoly 4. Do práce jsem po konzultaci s vedoucím dopravy společnosti CARGO-HORTIM, spol. s r.o. zařadil šablonu pro požadované vlastnosti při výběru nového vozidla (viz Příloha 5 této diplomové práce). Parametry vstupující do této šablony by měly následně být hodnoceny na základě jejich splnění po obdržení nabídek od výrobců (dodavatelů) vozidel. Zde tedy navrhuji pro výběr nejobtimalnějších variant, použít metodu Pattern. U nejlepších variant následně doporučuji znovu určit preference jednotlivých parametrů a použít metodu Pattern v kombinaci s další metodou vícekriteriálního hodnocení na zúžený výběr opakovaně, s cílem potvrdit výsledek z prvního výstupu.

Já jsem v této práci použil pro porovnání jednotlivých nákladních automobilů pouze omezený vzorek dat, který se mi podařilo získat od interního zdroje. Porovnání cen vozidel vstupujících do zde aplikované Patternovy metody nebylo, na rozdíl od mé bakalářské práce, do této práce zakomponováno vzhledem k rozdílným maržím provozovatelů od jednotlivých výrobců. Zde se ceny vozidel mohou lišit dle marže např. 50% udávané ceny výrobcem.

5.3. Shrnutí poznatků

V kapitole bylo reprezentováno využití metody Pattern pro výběr vozidla pro městskou a regionální dopravu. V obou metodách byly zahrnuty tři varianty, které byly porovnávány dle šesti kritérií. Vzhledem k nedostatku dat, jsou porovnáványmi kritérii kapacita ložné plochy v počtu europalet, emisní třída vozidla, objem ložné plochy v m³, možnost počtu provedení druhů ložných operací, maximální přípustná hmotnost vozidla a hmotný výkon. Optimální volbou ze zvolených vozidel a dle stanovených preferencí jsou MAN TGL 8.180 pro městský provoz a DAF LF 45.220 pro provoz regionální. Částí diplomové práce je Příloha 5, která znázorňuje strukturu požadavků na vlastnosti vozidla při koupi nového vozidla.

Druhou částí kapitoly je kritická analýza navrhované metody Pattern a doporučení pro její použití v praxi. Dále jsou tu zmíněny další metody vícekritériálního hodnocení variant, které doporučuji v dalších krocích při výběru vozidla použít v kombinaci s Patternovou metodou pro potvrzení výstupu.

Před zavedením metody pro výběr nových automobilů na straně dopravce doporučuji vyvolání odborné debaty k danému problému za účasti kompetentních subjektů.

Pro výběrová řízení pro opatřování nových vozidel doporučuji zavedení funkce dopravního technologa vybaveného příslušnými odbornými znalostmi pro realizaci doporučené Patternovy metody, který by připravoval podklady ve spolupráci s investičním sektorem pro výběrové řízení dopravce při opatřování nových vozidel.

6. Shrnutí poznatků a doporučení

Hlavní rozvoj silniční nákladní dopravy přichází v druhé polovině 20. století. Do této doby zastávaly v dopravě hlavní roli doprava železniční a vodní. Od 70. let 20. století se při konstrukci nákladních vozidel přistupuje k tzv. stavebnicovému řešení, čímž trh reaguje na individuální potřeby zákazníků. V České republice je dělení vozidel a jejich definice určeno zákonem č. 56/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Způsobnost a podmínky provozu silničních vozidel poté upravuje vyhláška č. 341/2014 Sb. Nákladní vozidla jsou dle předpisu EHK zařazeny do kategorie N, která je dále dělena na tři podkategorie dle nejvyšší povolené přípustné hmotnosti vozidla. Těmito kategoriemi jsou N1, N2 a N3. Návěsy a přívěsy spadají do kategorie O, kde i tato kategorie je dále rozdělena na další podkategorie (O1, O2, O3 a O4). Vedle kategorií se nákladní automobily dělí ještě dle druhu. V první kapitole části 1.5. jsou detailněji popsány Pick-up a dodávkové automobily, valníková vozidla a nástavby, skříňová vozidla a nástavby, izotermická, chladírenská a mrazírenská vozidla a nástavby. Poslední části jsou zmíněny jízdní soupravy typu návěs a přívěs.

Druhá kapitola je věnována užitným vlastnostem a parametrů ovlivňujícím kvalitu nákladních automobilů z pohledu provozovatele. Provozovatel si vybírá automobily na základě podmínek, ve kterých chce vozidlo provozovat. Při tomto výběru zohledňuje ovladatelnost a manévrovatelnost vozidla. Důležitým aspektem jsou bezpečnostní prvky, které dále dělíme na prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Na bezpečnost se lze zaměřit i z pohledu zabezpečení nákladu. Další parametry ovlivňující volbu jsou rozměry vozidel, kapacita a možnosti provádění ložných operací, hmotnosti vozidel, vybavenost kabiny, spotřeba ovlivňující výrazným způsobem provozní náklady a točivý moment a výkon motoru.

Další kapitola pojednává o faktorech, které mají vliv na výše zmíněné vlastnosti vozidel a které výrazně promlouvají do provozních nákladů. Hlavním faktorem ovlivňujícím provozní náklady je spotřeba paliva. Na spotřebu paliva mají hlavní vliv čtyři složky. Těmito složkami jsou vnější podmínky prostředí (déšť, vítr, slunce atd.), konfigurace vozidla (provedení, hmotnost, rozměry atd.), stav vozidla (poruchovost, stáří, udržovatelnost atd.) a styl jízdy řidiče. Další části jsou věnovány životnosti

pneumatik a jejich vlivu na provozní náklady. Správnou volbou pneumatik a jejich správným užíváním lze provozní náklady značným způsobem ovlivnit. Hlavním aspektem je volba pneumatiky dle charakteru provozu (dálniční a regionální) a udržováním správného tlaku v pneumatikách.

V další kapitole jsou zobrazeny jednotlivé složky provozních nákladů s přibližným procentuálním vyčíslením. Největší část provozních nákladů tvoří náklady spojené s mýtem a mzdami. Spotřeba paliva, olejů a maziv tvoří cca 42% celkových nákladů. Investiční náklady na koupi vozidla a udržovací náklady tvoří přibližně 11% provozních nákladů. Kapitola je věnována rovněž a hlavně metodám na podporu výběru vozidla. Jednou z metod zohledňovanou při výběru by jistě měla být analýza poruchovosti vozidel. Dalšími aspekty, kterým byla práce věnována, jsou vlastnosti vozidel pro provoz v jednotlivých provozních a přepravních podmínkách. Další metodou mnou doporučenou pro výběr vozidla je metoda Pattern, která využívá vícekritériálního hodnocení jednotlivých variant vozidel.

V poslední kapitole této diplomové práce je ukázka použití metody Pattern při porovnání vlastností vybraných vozidel dle stanovených preferencí. Pro výpočet normované váhy je použito Fullerovy metody. Poslední částí práce je analýza zvolených metod a současné situace v odvětví.

Před zavedením metody pro výběr nových automobilů na straně dopravce doporučuji, vyvolání odborné debaty k danému problému za účasti kompetentních subjektů.

Pro výběrová řízení pro opatřování nových vozidel doporučuji zavedení funkce dopravního technologa vybaveného příslušnými odbornými znalostmi pro realizaci doporučené Patternovy metody, který by připravoval podklady ve spolupráci s investičním sektorem pro výběrové řízení dopravce při opatřování nových vozidel.

Závěr

V průběhu zpracování této diplomové práce se výrazně projevil poznatek, jak důležité je správně analyzovat situaci ohledně výběru vozidla pro určité provozní a přepravní podmínky. Práce byla záměrně orientována na vozidla, která jsou spjata s logistickými řetězci působících na trhu v České republice. Cílem práce bylo se pokusit představit podmínky, které volbu vozidla ovlivňují, a to jak z pohledu podmínek provozních, tak i z hlediska technického a právního. Jednotlivé kapitoly jsou v samém závěru doprovázeny stručným shrnutím poznatků jednotlivých témat, pro rychlou orientaci.

Práce byla zaměřena na charakteristiku nákladní dopravy a užitných vlastností pro dané provozní a přepravní podmínky. Součástí práce je představení jednotlivých užitných vlastností, životnosti komponent a jejich vliv na provozní náklady. Za současného definování těchto vztahů jsou v práci zakomponovány metody, pomocí kterých lze dosáhnout efektivnější volby užitných vlastností ve vztahu snížení nákladů.

Výsledkem práce je stanovení důležitých parametrů charakterizujících užité vlastnosti vhodné pro jednotlivé provozní a přepravní podmínky. Tyto poznatky mají sloužit jako pomůcka pro optimální výběr vozidla za účelem plnění požadovaných výkonů. K tomuto výběru má na základě výstupů z práce pomoci zvolená a doporučená metoda. V závěrečných částech práce je doporučena metoda sledování poruchovosti na vozidlech, která byla analyzována v bakalářské práci autora. Tato metoda může k vyhodnocení posloužit jednak provozovateli, tak zároveň i výrobcí vozidel. Další metodou, která byla v práci pro výběr vozu použita je Patternova metoda.

Je doporučeno:

- Před zavedením metody pro výběr nových automobilů je doporučeno vyvolání odborného dialogu k danému problému za účasti kompetentních subjektů.
- Pro výběrová řízení pro opatřování nových vozidel se doporučuje zřízení funkce dopravního technologa na straně dopravce vybaveného příslušnými odbornými znalostmi pro realizaci doporučené Patternovy metody, který by připravoval podklady ve spolupráci s investičním sektorem pro výběrové řízení dopravce při opatřování nových vozidel.

Seznam literatury a informačních pramenů

- [1] **Toušek, R.** *Management dopravy*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2009. ISBN 978-80-7394-172-7.
- [2] **Novák, R. a kol.** *Mezinárodní kamionová doprava a zasilatelství*. 1. vydání. Praha : C. H. Beck, 2013. ISBN 978-80-7400-514-5.
- [3] **Breimeier, R.** Doprava mezi severoněmeckými přístavy a vnitrozemím: Nevhodný železniční projekt. *Nová železniční technika*. 4/2016, ISSN 1210-3942.
- [4] **Kleprlík, J.** *Silniční doprava*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2011. ISBN 978-80-7395-451-2.
- [5] Sbírka zákonů ČESKÁ REPUBLIKA. 341/2014 Sb., *Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*. [Online] 10. 09. 2016. <http://www.mdcz.cz/NR/ronlyres/7ADE511C-FEE0-463E-A16A-E52453019AA2/0/sb01342014.pdf>.
- [6] **Žemlička, Z. a Mynářík, J.** *Doprava a přeprava*. Praha : Natur spol. s.r.o., 2008. ISBN 80-7270-030-8.
- [7] Melbourne Truck Center. *Iveco Trucks Australia*. [Online] 01. 10. 2016. <http://www.melbournetruckcentre.com.au/iveco-trucks>.
- [8] Bors. *Nákladní doprava - vozový park*. [Online] 18. 09. 2016. www.bors.cz/sluzby-detail/vozovy-park/55.
- [9] **Nenadál, J. a kolektiv.** *Moderní systémy řízení jakosti*. 2. vydání. Praha : Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-071-6.
- [10] **Nenadál, J.** *Měření v systémech managementu jakosti*. 2. vydání. Praha : Management Press, 2004. ISBN 80-7261-110-0.
- [11] **Slabý, M.** *Metody objektivního technologicko-ekonomického hodnocení osobních automobilů*. Praha : Bakalářská práce FD ČVUT, 2013.
- [12] **Listopad, P.** Cargo Hortim spol, s.r.o., Praha : Intrení zdroj, 20. 09 2016.
- [13] Besip. *Besip - Bezpečné vozidlo*. [Online] 24. 09. 2016. www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/.
- [14] Autolexicon net. *Autolexicon net - Bezpečnost*. [Online] 23. 09. 2016. www.autolexicon.net/cs.
- [15] Dekra, *Interní zdroj*. Dekra CZ a.s., 2016

- [16] EXCOLO. *Software ložení*. [Online] 17. 09. 2016. <http://stare.excolo.cz/software-lozeni/>.
- [17] EasyCargo. *Software na plánování nakládky kamionů a kontejnerů*. [Online] 15. 09. 2016. <http://www.easy-cargo.cz/>.
- [18] Doprava v praxi. *Specifikace kamionů*. [Online] 11. 10. 2016. http://www.doprava.vpraxi.cz/specifikace_kamionu.html.
- [19] Scania ČESKÁ REPUBLIKA. *Nákladní vozidla*. [Online] 03. 10. 2016. <https://www.scania.com/cz/cs/home/products-and-services/trucks.html>.
- [20] **Žďánský, B.** *Podvozky*. 6. vydání. Brno : Avid, 2010. ISBN 978-80-8714315-5.
- [21] **Vlk, F.** *Automobilová technická příručka*. Brno : Nakladatelství a vydavatelství Mokrohorská 34, 2003. ISBN 80-238-9681-4.
- [22] **Opava, J.** *Energy Analysis of Land Transportation*. Přednáškové texty, 2013.
- [23] AutoRevue. [Online] 13. 10. 2016. www.autorevue.cz/diesely-budou-mit-podle-studie-v-roce-2030-podil-pouhych-9-.
- [24] **Stodola, J.** *Provoz, údržba a opravy vozidel I*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-103-0.

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Síly působící na náklad dle ČSN EN 12195-1 | 29 |
| Tabulka 2: Kapacita ložné plochy nákladních vozidel | 33 |
| Tabulka 3: Relativní úspora v Kč | 44 |
| Tabulka 4: Normování vah pomocí Fullerovy metody..... | 57 |
| Tabulka 5: Vlastnosti vozidel pro městský provoz..... | 60 |
| Tabulka 6: Vlastnosti vozidel pro regionální provoz..... | 60 |
| Tabulka 7: Stanovení normovaných vah pro vozidla v městském provozu | 61 |
| Tabulka 8: Stanovení normovaných vah pro vozidla v regionálním provozu | 62 |
| Tabulka 9: Vlastnosti vozidel pro městský provoz po provedení maximalizační transformace..... | 62 |
| Tabulka 10: Vlastnosti vozidel pro regionální provoz po provedení maximalizační transformace..... | 63 |
| Tabulka 11: Výsledné pořadí variant pro městská vozidla..... | 63 |
| Tabulka 12: Výsledné pořadí variant pro regionální vozidla | 63 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1: Schéma nákladních silničních vozidel..... | 17 |
| Obr. 2: Valníkový nákladní automobil s bočnicemi a stahovací plachtou | 20 |
| Obr. 3: Skříňový nákladní automobil s bočními dveřmi | 21 |
| Obr. 4: Návěsová jízdní souprava | 23 |
| Obr. 5: Jízdní souprava s přívěsem | 24 |
| Obr. 6: Fixace nákladu valníkových nákladních automobilů | 29 |
| Obr. 7: Fixace nákladu skříňových nákladních automobilů | 30 |
| Obr. 8: Subsystémy nákladního automobilu | 36 |
| Obr. 9: Porovnání průměrné spotřeby l/100km při testovacích jízdách | 42 |
| Obr. 10: Porovnání jízdních časů při testovacích jízdách..... | 43 |
| Obr. 11: Relativní úspora paliva při testovacích jízdách | 43 |
| Obr. 12: Závislost spotřeby na talku v pneumatikách | 45 |
| Obr. 13: Závislost životnosti pneumatik na jejich správném nahuštění | 47 |
| Obr. 14: Opatření pneumatik a rozdělení zatížení na nápravu | 47 |
| Obr. 15: Provozní náklady na vozidlo | 50 |
| Obr. 16: Jízdní odpory působící na vozidlo v městském provozu..... | 52 |
| Obr. 17: Jízdní odpory působící na vozidlo v regionálním provozu | 53 |
| Obr. 18: Jízdní odpory působící na vozidlo v dálkovém provozu | 54 |

Seznam příloh

| | |
|---|----|
| Příloha 1: Data testovacích jízd vozidla XY | 75 |
| Příloha 2: Závislost spotřeby na tlaku v pneumatikách | 76 |
| Příloha 3: Závislost životnosti pneumatik na tlaku v pneumatice | 76 |
| Příloha 4: Vliv jízdních odporů dle podmínek prostředí | 76 |
| Příloha 5: Šablona návrhu vlastností pro výběrové řízení při koupi automobilu | 77 |

Příloha 1: Data testovacích jízd vozidla XY

| Číslo řidiče | Řidič | Spotřeba | | Spotřebované palivo | | Čas | | Rozdíl v prům. spotřebě | Rozdíl v prům. spotřebě % |
|--------------|----------|----------|----------|---------------------|----------|----------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | | 1. jízda | 2. jízda | 1. jízda | 2. jízda | 1. jízda | 2. jízda | | |
| 1 | Řidič 1 | 39,8 | 36,9 | 11,7 | 10,7 | 43,49 | 40,35 | 2,9 | 7,29% |
| 2 | Řidič 2 | 43,7 | 38,2 | 13 | 11,1 | 45,02 | 38,56 | 5,5 | 12,59% |
| 3 | Řidič 3 | 43,9 | 42,4 | 12,9 | 12,4 | 44,12 | 41,55 | 1,5 | 3,42% |
| 4 | Řidič 4 | 43,5 | 38,9 | 12,7 | 11,5 | 44,15 | 39,32 | 4,6 | 10,57% |
| 5 | Řidič 5 | 34,9 | 30,5 | 12,4 | 10,7 | 49,53 | 43,34 | 4,4 | 12,61% |
| 6 | Řidič 6 | 31,8 | 29,2 | 11,3 | 10,3 | 49,25 | 46,4 | 2,6 | 8,18% |
| 7 | Řidič 7 | 34,7 | 30,4 | 16,6 | 14,5 | 60 | 58 | 4,3 | 12,39% |
| 8 | Řidič 8 | 47,9 | 44,6 | 17,1 | 16 | 53,5 | 45,27 | 3,3 | 6,89% |
| 9 | Řidič 9 | 45,5 | 41,8 | 16,1 | 15 | 46,45 | 42,58 | 3,7 | 8,13% |
| 10 | Řidič 10 | 49,5 | 42,1 | 17,7 | 14,6 | 51,45 | 43,16 | 7,4 | 14,95% |

Zdroj: Autor na základě [15]

Příloha 2: Závislost spotřeby na tlaku v pneumatikách

| | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Tlak v pneu v % | 120% | 110% | 100% | 90% | 80% | 70% | 60% |
| Zvýšení spotřeby | -0,8 | -1 | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 |

Zdroj: Autor na základě [15]

Příloha 3: Závislost životnosti pneumatik na tlaku v pneumatice

| Tlak v pneu v % z předepsané hodnoty | Přibližné hodnoty životnosti pneu v % |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 120 | 95 |
| 110 | 100 |
| 100 | 98 |
| 90 | 86 |
| 80 | 69 |
| 70 | 50 |
| 60 | 30 |

Zdroj: Autor na základě [15]

Příloha 4: Vliv jízdnicích odporů dle podmínek prostředí

| Provozní podmínky | ODPOR VALENÍ | AERODYNAMIKA | MECHANICKÉ ZTRÁTY | ROZJEZDY |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|----------|
| MĚSTSKÝ | 18 | 4 | 6 | 72 |
| REGIONÁLNÍ | 24 | 10 | 10 | 56 |
| DÁLNIČNÍ | 35 | 35 | 25 | 5 |

Zdroj: Autor na základě [15]

Příloha 5: Šablona návrhu vlastností pro výběrové řízení při koupi automobilu

| | Popis požadavku objednaného typu vozidla | Požadavek zadavatele (Ano / Specifikace) | Nabídka uchazeče |
|-----------|--|--|------------------|
| | Kategorie vozidla | | |
| | Požadovaná minimální hmotnost nákladu | | |
| 1. | Podvozek | | |
| 1.1 | Typ provedení (konstrukce) podvozku, Pohon nápravy | | |
| 1.2 | Provedení uložení rezervního kola | | |
| 1.3 | Provedení blatníků zadních kol | | |
| 1.4 | Zvuková signalizace při couvání | | |
| 1.5 | Povinná výbava dle zákona 341/2014 Sb. | | |
| 2. | Motor | | |
| 2.1 | Typ motoru | | |
| 2.2 | Emisní norma | | |
| 2.3 | Výkon motoru | | |
| 2.4 | Typ převodovky | | |
| 2.5 | Aktivní bezpečnostní prvky + druhy | | |
| 2.6 | Objem palivové nádrže | | |
| 3. | Kabina | | |
| 3.1 | Požadavek na typ kabiny a jejího provedení | | |
| 3.2 | Barevné provedení kabiny | | |
| 3.3 | Provedení sedadla řidiče | | |
| 3.4 | Provedení sedadla spolujezdce | | |
| 3.5 | Provedení a velikost volantu | | |
| 3.6 | Vybavení kabiny | | |
| 3.7 | Ostatní příslušenství kabiny | | |
| 3.7.1 | | | |
| 3.7.2 | | | |
| 3.7.3 | | | |
| 3.7.4 | | | |

| | | | |
|-----------|--|--|--|
| 4. | Nástavba (přípojné vozidlo) | | |
| 4.1 | Druh provedení nástavby (přípojného vozidla) | | |
| 4.2 | Provedení vrat ložného prostoru a možnosti ložných operací | | |
| 4.3 | Barevné provedení nástavby (přípojného vozidla) | | |
| 4.4 | Rozměry a kapacita ložné plochy | | |
| 4.4.1 | Délka plochy ložného prostoru v mm | | |
| 4.4.2 | Šířka plochy ložného prostoru v mm | | |
| 4.4.3 | Vnitřní výška ložného prostoru | | |
| 4.5 | Kapacita ložné plochy | | |
| 4.6 | Specifikace provedení předního čela a bočních stěn | | |
| 4.7 | Vybavení mechanizačními prostředky pro vykládku a nakládku zboží | | |
| 4.8 | Provedení podlahy ložného prostoru | | |
| 4.9 | Provedení prvků pro zabezpečení nákladu | | |
| 4.10 | Splnění předpisů a směrnic č. 341/2014 Sb., zákona č. 56/2001 Sb. a 96/53/ES | | |
| 5. | Další požadavky | | |
| 5.1 | Zajištění autorizovaného servisu v době záruky | | |
| 5.2 | Požadavek na umístění provozoven autorizovaného servisu | | |
| 5.3 | Požadavek na záruční dobu | | |

Zdroj: Autor na základě [12]