

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Obnova vozidlového parku s cílem snížit
emise oxidu uhličitého**

(Diplomová práce)

Přerov 2022

Bc. David Kraclík



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student **Bc. David Kraclík**

studijní program **Logistika**

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Obnova vozidlového parku s cílem snížit emise oxidu uhličitého**

Cíl práce:

Porovnat emise oxidu uhličitého u starších a novějších silničních nákladních vozidel a zpracovat návrhy na snížení emisí skleníkových plynů v silniční nákladní dopravě.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretická východiska konstruování silničních vozidel
2. Analýza emisí oxidu uhličitého u silničních nákladních vozidel
3. Zpracování návrhů na snížení emisí skleníkových plynů
4. Vyhodnocení návrhů

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

DRESLER, Pavel, RICHTÁŘ, Michal a Jakub ŠMIRAUS. Stavba silničních vozidel. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2017. ISBN 978-80248-3264-7.

ČUMPELÍK, Jiří. Hospodárná a ekologická jízda. Praha: Sdružení automobilových dopravců ČESMAD Bohemia, 2008. ISBN 978-80-904249-1-3.

JÍLEK, Petr a Jan POKORNÝ. Úvod do spalovacích motorů. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-743-8.

VALA, Miroslav a Miroslav TESAŘ. Teorie a konstrukce silničních vozidel I. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-7194-503-X.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michal Turek, Ph.D.

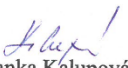
Datum zadání diplomové práce:


13. 4. 2022

Datum odevzdání diplomové práce:

12. 5. 2022

Přerov 13. 4. 2022


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

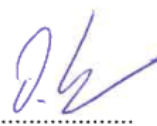
Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb.; o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 12.05.2022



.....

podpis

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu diplomové práce Ing. Michalu Turkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, rady a cenné připomínky při zpracování této práce.

Anotace

Navrhnout snížení emisí skleníkových plynů v nákladní silniční dopravě. Porovnání emisí CO₂ u starších a nových nákladních silničních vozidel s cílem snížení CO₂.

Klíčová slova

Nákladní silniční vozidlo, skleníkové plyny, spotřeba paliva, telematika.

Annotation

Propose a reduction in greenhouse gas emissions from road freight transport. Comparison of CO₂ emissions from older and new road freight vehicles with the aim of reducing CO₂.

Keywords

Freight road vehicle, greenhouse gases, fuel consumption, telematics.

Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická východiska konstruování silničních vozidel.....	10
1.1 Kategorie silničních vozidel.....	12
1.1.1 Nákladní automobily, tahače a přípojná vozidla	13
1.1.2 Základní části a ústrojí silničních vozidel.....	15
1.1.3 Parametry vozidel	16
1.2 Pohony nákladních vozidel	18
1.2.1 Vozidlový motor	18
1.2.2 Spalování nafty	19
1.3 Faktory ovlivňující spotřebu paliva	21
1.4 Nástroje pro snížení emisí CO ₂	27
1.5 Exploratorní analýza dat	35
2 Analýza emisí CO ₂ u silničních nákladních vozidel	37
2.1 Hodnotící parametry vozidel.....	38
2.1.1 Hmotnost soupravy	39
2.1.2 Aerodynamika.....	40
2.1.3 Specifikace vozidel	44
3 Zpracování návrhů na snížení emisí skleníkových plynů.....	46
3.1 Simulace vozidel nástrojem TOPEC RTS	46
3.2 Návrh na rozbor vozidel dopravní telematikou.....	55
3.2.1 Report dopravní telematiky vozidla MAN 1BE 1835	57
3.2.2 Report dopravní telematiky vozidlo DAF 2BP 1379.....	60
3.3 Další návrhy pro úsporu paliva a emise CO ₂	61
3.3.1 Nová legislativa, směrnice EU 97/27/EC	61

3.3.2	Školení řidičů.....	65
3.3.3	Konfigurace vozidla.....	66
3.3.4	Jízdní funkce pro úspornou spotřebu paliva	67
4	Vyhodnocení návrhů	69
4.1	Vyhodnocení návrhů snížení emisí CO ₂	69
4.2	Vyhodnocení dalších návrhů.....	71
	Závěr	73
	Seznam zdrojů.....	74
	Seznam grafických objektů.....	76
	Seznam zkratk	79
	Seznam příloh	80

Úvod

V této diplomové práci se budu věnovat tématu snížení emisí CO₂. Jak ovlivní obnova vozidlového parku emisí CO₂. Budu zkoumat jednotlivé parametry nákladních silničních vozidel a to aerodynamiku, specifikaci nákladních silničních vozidel a hmotnost vozidlových souprav s vlivem na spotřebu paliva a emise CO₂. Budu se zabývat podrobněji popisem hnacího řetězce a budu zkoumat jeho vliv na spotřebu paliva a emise. Prostřednictvím prodejního nástroje TOPEC RTS budu simulovat oba typy nákladních silničních vozidel značky MAN a DAF na konkrétní trase při identickém užitečném zatížení a zjistím, zda specifikace vozidla ovlivní spotřebu paliva a emise CO₂.

V praktické části uvedu příklady spotřeby paliv u starších vozidlových souprav MAN a porovnáám spotřebu paliv a emise CO₂ u nové dopravní techniky DAF. Budu porovnávat údaje, které jsem získal při simulaci prostřednictvím prodejního nástroje TOPEC RTS. Další údaje, které byly sledovány a byly získány z telematického systému WEBDISPEČINK. Údaje z telematiky jsou získané při reálném provozu nákladních silničních vozidel MAN, které jsem hodnotil za rok 2020 a za rok 2021, kdy jsem sledoval provoz nákladních silničních vozidel DAF.

Záměrem diplomové práce bude zjistit, zda má obnova vozidlového parku vliv na snížení emisí CO₂.

1 Teoretická východiska konstruování silničních vozidel

Doprava uspokojuje rozsáhlé potřeby v přemísťování. Jejím prostřednictvím se uskutečňují materiálové toky mezi výrobou a spotřebou, mezi průmyslem a zemědělstvím, mezi městem a venkovem i mezi oblastmi a státy. Rozvoj dopravy tak vytváří předpoklady k bezprostřednějším a těsnějším společenským vztahům, k rozvoji vědy a techniky, k pevnějším hmotným a kulturním svazkům mezi národy a k všestranné bohatšímu životu lidí.

Většinou se přemístění uskutečňuje pomocí dopravního prostředku po dopravní cestě, jinými slovy se jedná o úmyslný pohyb (jízda, plavba let) dopravních prostředků po dopravních cestách nebo činnost dopravních zařízení. Vlastní změna místa bez ohledu na to, jak se uskutečnila, tedy výsledný efekt dopravy je přeprava (přemístění či přemísťování osob a věcí jako výsledek dopravy). Přeprava je plně určena výchozím a koncovým bodem procesu přemístění. Provozovatel dopravy resp. dopravních prostředků (zpravidla jejich vlastník nebo nájemce), uskutečňující vlastní přemísťovací činnost v prostoru a čase je dopravce. Zatímco přepravce je ten, kdo přemístění požaduje, ve většině případů vlastník hmotného zboží vystupující jako zákazník vůči dopravci, tedy spotřebitel dopravních a přepravních služeb.

Po roce 1990 nastal nepřiměřený nárůst silniční nákladní dopravy, který byl dále skokově navýšen na našem území vstupem do Evropské unie k 1. květnu 2004. Důsledky výrazného zvýšení objemu silniční dopravy se především projevují neúměrným zatížením silnic a zhoršováním životního prostředí. Energetická náročnost silniční dopravy je mnohonásobně vyšší než u železniční či vodní dopravy. Silniční doprava vykazuje nejvyšší počet dopravních nehod a škod z nehod vzniklých, nemluvě o zranění, zmrzačení a smrcení osob. Nestálému růstu silniční dopravy kapacitně nedostačují určité úseky pozemních komunikací a tak se vytváří úzká až kritická místa.

Jednotlivé druhy dopravy působí na životní prostředí vesměs negativně. Nejen, že ovlivňuje kvalitu života, ale i životní podmínky člověka a v neposlední řadě přírodní prostředí s přilehlými prostory pro zvířata a rostliny. Například na znečištění ovzduší se markantně podílí silniční nákladní doprava.

Vývoj spalovacích motorů bude zřejmě směřovat ke snížení spotřeby paliva a s tím souvisejícím snížením zatížení životního prostředí vlivem produkovaní nižších emisí škodlivin. Příčinami, jež mají za následek nutnost snižování škodlivin produkovaných spalovacími motory, jsou stále zpřísnující se legislativní předpisy dané stále vzrůstajícím počtem provozovaných vozidel. Dále je třeba optimalizovat řízení přípravy směsi a okamžik vznícení směsi u vznětových motorů, potažmo okamžik a průběh zapálení směsi u zážehových motorů, potažmo okamžik a průběh vstříknutí paliva u vznětových motorů. V neposlední řadě bude vývoj spalovacích motorů směřovat ke snížení celkové hmotnosti motoru a k co největšímu možnému využití recyklovatelných materiálů. Jelikož vývoj spalovacích motorů není možný do nekonečna, tak je třeba počítat s tím, že jednou budou postupně nahrazovány tzv. „čistými motory“. Pod tímto pojmem je možné si představit zdroj energie, který při svém využívání neznečišťuje životní prostředí.

„Ke znečištění ovzduší dochází vlivem nedokonalého spalování v motoru. Zplodiny spalování pohonných hmot jsou emitovány do ovzduší. „Jednotlivé složky exhalací je možné charakterizovat následovně:

- *oxid uhelnatý: Neohrožuje přírodu, ale živé organismy. Je jedovatý, způsobuje zpomalení reflexů, zbavuje tělo kyslíku a zvyšuje výskyt bolestí hlavy. Ve vysokých koncentracích způsobuje i otravu,*
- *oxid uhličitý: Nemá vliv na lidské zdraví, ale jde o nejdůležitější skleníkový plyn, způsobující asi 50 % celkové oteplování atmosféry,*
- *uhlovodíky: některé uhlovodíky jsou karcinogenní, jiné způsobují ospalost, dráždění očí a kašel,*
- *oxidy dusíku: Tyto plyny hrají spolu s oxidy síry hlavní roli při tvorbě kyselých dešťů. způsobují i snížení odolnosti vůči virovým onemocněním, bronchitidě a zápalu plic,*
- *ozón: V přízemní vrstvě ničí vegetaci a poškozuje některé druhy materiálů. Ovlivňuje rovněž zdraví lidí. Přízemní ozón dle EU způsobuje v Evropě tisíce úmrtí/rok, z toho polovina je způsobována silniční dopravou,*
- *olovo: Je vysoce toxické, ohrožuje zejména děti a těhotné ženy (dnes emise olova z dopravy jsou zanedbatelné, což je v důsledku používání bezolovnatého benzínu),*
- *prachové částice: Jejich hlavním zdrojem jsou naftové motory. Jde o různorodou směs organických a anorganických látek (uhlík, olej, sírany, nespálené palivo a další).“ [1, s. 29]*

1.1 Kategorie silničních vozidel

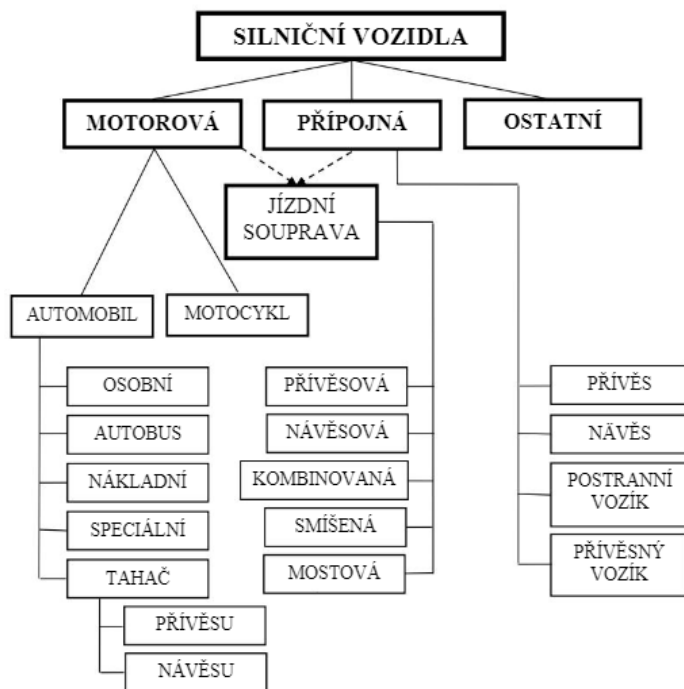
„Druhy silničních vozidel rozlišené podle určitých konstrukčních a technických charakteristik jsou uvedeny schematicky dle Obr. 1.1. Toto rozdělení patří pro všechna vozidla určená pro silniční dopravu. Neplatí pro vozidla, které jsou pouze příležitostně používána pro dopravu osob a nákladů po komunikaci nebo pro tažení vozidel po komunikaci, používaných pro dopravu nákladů a osob, jako jsou zemědělské nebo lesnické traktory, samojízdné lesnické nebo zemědělské stroje, pracovní zemní a stavební stroje, motorové vozíky, jízdní kola a jiné. Neplatí tedy ani pro tramvaje.

Silniční vozidlo je motorové nebo přípojné vozidlo určené pro provoz na pozemních komunikacích nevázané na koleje a používané obvykle pro dopravu osob nebo nákladů, pro zvláštní účely a služby.

Motorové vozidlo je silniční vozidlo poháněné vlastním motorem. Přípojné vozidlo je silniční vozidlo, které nemá vlastní zdroj pohonu a je určeno k tomu, aby bylo taženo motorových vozidlem. Jízdní souprava je souprava skládající se z motorového vozidla spojená s jedním nebo několika přípojnými vozidly.

Automobil je motorové vozidlo, které má čtyři nebo více kol obvykle používané pro dopravu osob nebo nákladů, tažení přípojných vozidel pro dopravu osob nebo nákladů, speciální účely a služby.

Tento termín zahrnuje i vozidla vázaná k trolejovému vedení (trolejbusy) a tříkolová vozidla, jejichž pohotovostní hmotnost je větší než 400 kg. Označují se též jako dvoustopá nebo vícestopá vozidla, tj. vozidla s koly umístěnými ve dvou nebo více rovinách rovnoběžných s podélnou střední rovinou vozidla. Tříkolová vozidla, jejichž pohotovostní hmotnost je 400 kg a menší se posuzují jako motocykly. Automobily jsou zpravidla poháněny tepelným motorem (spalovacím motorem). Mohou však být poháněny i elektromotorem (proudem z akumulátorů, palivových článků), potom se pro ně používá název elektromobil.“ [10, s. 10]



Obr.1.1 Základní rozdělení silničních vozidel

Zdroj: [10].

1.1.1 Nákladní automobily, tahače a přípojná vozidla

„Nákladní automobil je automobil, který svou konstrukcí je určen zejména pro dopravu nákladů. Může rovněž táhnout přívěs.“

Nákladní automobily se dělí podle druhu karosérie na:

- *automobil s valníkovou karosérií a uzavřenou kabinou řidiče, ložný prostor může být kryt plachtou přetaženou přes odnímatelnou nosnou konstrukcí,*
- *automobil se sklápěcí valníkovou karosérií nebo korbou a uzavřenou kabinou řidiče,*
- *automobil se skříňovou karosérií – samostatná nástavba oddělná kabinou nebo může být celistvá (furgon).“ [10, s. 19]*

Tahač přívěsu

Vozidlo konstruované a určené výlučně k tažení přívěsu. Může být vybavený pomocným ložným prostorem, na kterém je umístěna balastová zátěž a dále slouží i k uložení prostředků nebo pomůcek pro upevnění nákladu na ložné ploše přívěsu. Je

určený především pro tažení speciálních nákladních přívěsů, určených pro přepravu velmi rozměrných a těžkých nákladů (tzv. podvalníky).

Tahač návěsu

Vozidlo, které je konstruované a určený výlučně k tažení návěsů. Základním příslušenstvím tahače návěsu je točnice.

Přívěs

Přípojně vozidlo, u něhož nepodstatná část jeho celkové hmotnosti se přenáší na tažné vozidlo. Přívěsy dělíme podle druhu karoserie, podle úpravy prostoru pro náklad. Členění nákladních přívěsů kopíruje členění nákladních vozidel.

Návěs

Přípojně vozidlo, které je konstruované pro spojení tahače a návěsu, u něho se podstatná část jeho celkové hmotnosti přenáší na tahač návěsu. Členění nákladních návěsů opět kopíruje členění nákladních vozidel.

Jízdní soupravy

Soupravy jsou blíže určovány podle druhu přípojných vozidel použitých v jízdní soupravě. Přívěsová jízdní souprava je složena z vozidla, spojeného ojí s jedním nebo několika samostatnými přívěsy. Návěsová jízdní souprava je složena z tahače návěsu a návěsu. Kombinovaná jízdní souprava je složena z tahače návěsu s návěsem a přívěsu.

1.1.2 Základní části a ústrojí silničních vozidel

Strojový spodek

„Šasi tvoří podvozek motorového vozidla s poháněcí soustavou a příslušenstvím. Strojový spodek (u nákladních automobilů popř. s kabinou řidiče) je schopen samostatného pohybu. Poháněcí soustava (hnací ústrojí) je tvořena vozidlovým motorem a převodným ústrojím motorového vozidla.“ [10, s. 21]

Převodná ústrojí

„Převodná ústrojí jsou veškerá ústrojí jako celek i jednotlivě, spojující motor s hnacími koly vozidla za účelem uskutečnění přenosu točivého momentu motor, jeho přerušování, změny velikosti, popř. jeho smyslu.“ [10, s. 21]

Podvozek

„Podvozek tvoří rám vozidla s podvěsy, řízením, brzdovým zařízením a příslušenstvím. Protože přípojná vozidla nemají vlastní zdroj pohonu, rozdělujeme jejich základní části na podvozek a karoserii.“ [10, s. 21]

Karoserie

„Karoserie je část vozidla, ve které jsou vytvořeny prostory pro využití vozidla podle jeho účelu, u motorových vozidel popř. též k uložení části poháněcí soustavy. Úplná karoserie se rozumí s konečnou povrchovou úpravou, s čalouněním, veškerým příslušenstvím, výstrojí a normální výbavou.“ [10, s. 21]

„Příslušenství vozidla nebo strojového spodku, podvozku, motoru, karosérie tvoří pomocná zařízení, pomocné přístroje a prostředky s vozidlem pevně spojené, které jsou po technické stránce nezbytné pro činnost vozidla podle jeho účelu nebo pro samostatný pohyb strojového spodku, popř. pro funkci podvozku, motoru či karosérie (např. zapalovací, palivová, chladicí soustava motoru, sklápěcí mechanismus sklápěčkového nákladního automobilu, čerpadlo cisternového nákladního automobilu, točnice návěsového tahače, mechanismu vzduchového ovládní dveří. Výstroj vozidla nebo

karoserie tvoří pomocná zařízení a pomocné přístroje, pomůcky a prostředky s vozidlem (karosérii) pevně spojené a pro provoz předepsané nebo účelné, nikoliv však nezbytné (např. vnitřní osvětlení, ukazatel stavu paliva, rychloměr s počítačem ujeté vzdálenosti, stírače, odrazky, zpětná zrcátka aj.), dále účelová zařízení speciálních nákladní a speciálních automobilů, jako i prostředky k ochraně vozidla nákladu a obsluhy (např. zařízení proti podjetí zezadu, z boku či zepředu, bezpečnostní pásy atd.).“ [10, s. 23]

1.1.3 Parametry vozidel

Hmotnost vozidel

„Základní definice hmotnosti silničních vozidel uvádí norma ČSN ISO 1176 (ČSN300030). Tato norma uvádí kormě definici i kódy, kterými se dané hmotnosti mezinárodně označují. Norma však neplatí pro motocykly a mopedy. Opět je potřebné upozornit, že výklad pojmů podle normy a legislativy se poněkud liší. Konstrukční celková hmotnost je největší celková hmotnost stanovená jeho výrobcem. Tato hmotnost může být a i bývá vyšší než hmotnost stanovená legislativně pro provoz na pozemních komunikacích (zejména sklápěčkové nákladní automobily, které mohou pracovat mimo pozemní komunikace). Přípustná celková hmotnost potom stanovuje nejvyšší, legislativně limitovanou, hmotnost pro provoz na pozemních komunikacích. Pohotovostní hmotnost kompletního vozidla je hmotnost kompletního dodávaného vozidla plus hmotnost maziv, chladicí kapaliny (je-li nutná), kapaliny do vstřikovačů, paliva (nádrž je naplněna nejméně na 90 % objemu stanovaného výrobcem), náhradní pneumatika, sada nářadí, výbava atd.“ [10, s. 23]

„Užitečná hmotnost je potom rozdílem mezi celkovou a pohotovostní s vyloučením hmotnosti řidiče a opět může být konstrukční a přípustná. Pojem okamžitá hmotnost není termínem normalizovaným, slouží jen pro označení hodnoty hmotnosti zjištěné v daném okamžiku na váhách (vozidlo, náprava, kolo). Pojem je ale definován v legislativě, jako hmotnost vozidla nebo jízdní soupravy, zjištěná v určitém okamžiku při jejich provozu na pozemních komunikacích. V nové legislativě, v souladu s harmonizací s legislativou ES (směrnicemi) jsou zavedeny nové pojmy. Provozní hmotnost, která je definována jako hmotnost nenaloženého vozidla s karosérií a se spojovacím zařízením (jen u tažných vozidel) v pohotovostním stavu nebo hmotnost šasi s kabinou, pokud výrobce nemontuje

karosérii nebo spojovací zařízení. Vozidlo v pohotovostním stavu je vozidlo s náplní chladicí kapaliny, oleje, 90 % paliva, 100 % ostatních náplní, nářadím, náhradní pneumatikou a řidičem tj. 75 kg. Provozní hmotnost je tedy součtem pohotovostní hmotností a hmotností řidiče.“ [10, s. 23]

„Největší povolené hmotnosti (limitní) silničních vozidel, zvláštních vozidel a jejich rozdělení na nápravami v paragrafu 1, vyhl. MD č. 341/2002 Sb. Hmotnosti vozidel vychází z největších povolených hmotností na nápravu, přičemž nesmí překročit u jednotlivé náprav 10 t a jednotlivé hnací nápravy pak 11,5 t. Největší povolená hmotnost silničních motorových vozidel nesmí překročit u vozidel se dvěma nápravami 18 t, se třemi 24t a se čtyřmi 32 t. U dvoučlankových (jednokloubových) autobusů 28 t, tříčlankových (dvojklobových) potom 32 t. Největší povolená hmotnost jízdní soupravy nesmí překročit 48 t.“ [10, s. 24]

Motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu nákladů (a zvířat) se označují kategorií N. Kategorie vozidel N se člení na:

- N1 – vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg,
- N2 – vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg a nepřevyšuje 12 000 kg,
- N3 – vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg.

1.2 Pohony nákladních vozidel

V současnosti a již řadu let je nejrozšířenějším fosilním palivem, který se používá u nákladních silničních vozidel nafta. Jak je patrné z níže uvedené Tab.1.1 z registrací vozidel v České republice v kategorii nad 12 000 kg.

Tab.1.1 Silniční vozidla nad 12 000 kg registrované v České republice

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Počet celkem	5 283	4 488	4 132	4 360	3 991	3 706
Věkové kategorie						
do 2 let	67	83	149	204	180	72
od 2 do 5 let	153	84	54	88	100	155
od 5 do 10 let	551	378	255	226	160	152
přes 10 let	4 512	3 943	3 674	3 842	3 551	3 327
Typ spotř. energie						
benzínové	18	18	16	41	39	37
dieselové	5 241	4 444	4 094	4 286	3 917	3 637
elektrické a ostatní	24	26	22	33	35	32
nezařazeno	0	0	0	0	0	0

Zdroj: [4].

„Nároky na vlastnosti paliva pro vznětové motory se liší v závislosti na rozměrech a určení společně s velikostí provozních otáček. V silniční dopravě se pro motory používá frakce ropy z destilačního rozmezí 150 až 360 °C. Motorová nafta je při normální teplotě mírně zakalená a více či méně zbarvená. U paliv pro vznětové motory je hlavním požadavkem snadné a rychlé vznícení paliva.“ [2, s. 27].

1.2.1 Vozidlový motor

Ve spalovacím motoru je chemická energie paliva přeměňována jeho spalováním na energii tepelnou a následně na energii mechanickou. Pístový spalovací motor pro přímý pohon označujeme jako vozidlo motor.

Pracovní oběh vznětového motoru

„Pracovní oběh čtyřdobého vznětového motoru je z velké části shodný s oběhem u čtyřtaktního motoru zážehového. Mírná odlišnost nastává ve fázi sání a expanze. Ve fázi sání se do spalovacího prostoru nasává pouze čistý vzduch bez paliva. Vzhledem k vyššímu kompresnímu poměru je stlačený vzduch zahřát na vyšší teplotu než u zážehového motoru. Teplota stlačeného vzduchu je vyšší, než je teplota vznícení nafty. Palivo je vstříknuto do stlačeného zahřátého vzduchu těsně pře horní úvratí, je se o „předvstřík“, což je obdoba předstihu u zážehového motoru. V okamžiku vstříknutí paliva do rozžhaveného stlačeného vzduchu dojde k jeho odpaření a k následnému vznícení. Nastala fáze expanze a velikost tlaku ve válci dosahuje hodnoty až 9 MPa. Stejně tak jako u zážehového, tak i u vznětového motoru je expanze jediným pracovním zdvihem v celém oběhu spalovacího motoru.“ [2, s. 36]

1.2.2 Spalování nafty

„Stlačením vzduchu ve válci dochází k jeho ohřátí na cca. 600 až 900 °C. Do stlačeného a ohřátého vzduchu se před dosažením horní úvratě pístu vstříkuje palivo. Toto palivo je vstříkováno z trysky pod vysokým tlakem a třením o stlačený vzduch se jemně rozprašuje. Počátek vstříku je závislý převážně na otáčkách motoru, jeho zatížení, ale také na teplotě motoru. První částice paliva vstříknuté do spalovacího prostoru se vznítí až po určité době, tzv. prodlevě vznícení. Během této doby se kapičky paliva částečně odpaří a dochází k chemickému štěpení paliva. Od začátku vstříku do okamžiku vznícení prvních částic paliva je do motoru vstříkováno další palivo, které po vznícení prvních částic velmi prudce shoří. To způsobí rychlý nárůst tlaku plynů ve válci a nastává tlakový ráz. Další vstříkované palivo již hoří průběžně. Příčinou hluku naftového motoru je náhle shoření první části paliva, které způsobuje tvrdý chod motoru a tím i zvýšené mechanické namáhání komponent motoru. U vznětových motorů se řídí počátek vstříku, který je obdobou předstihu zážehu u vznětového motoru.“ [2, s. 28].

Pro vznětový motor je charakteristická komprese vzduchu a vstříknutí paliva pod vysokým tlakem do válce. Zápalná směs se tvoří ve válci (vnitřní tvoření směsi). K zapálení směsi dochází samočinně vlivem vysoké kompresní teploty (samovznícením).

K dokonalému spálení 1 g paliva je zapotřebí 14,7 g vzduchu. Čím více vzduchu je pro spalování k dispozici, tím více paliva může být spáleno a o to vyšší je výkon.

Spotřeba paliva

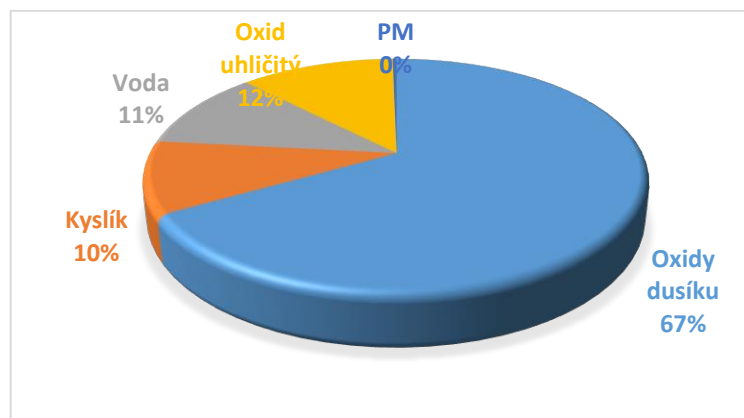
Množství paliva spotřebované pro dosažení měřeného výkonu, případně se jedná o spotřebované palivo pro ujetí dané dráhy. Spotřeba se měří speciálními měřicími přístroji.

Výpočet emise na základě spotřeby

„Výpočet je založen na emisních faktorech vycházející z chemický rovnic spalování motorové nafty, které vyjadřují obsah uhlíku v palivu. Dále je uvažováno, že nedochází ke stoprocentnímu spalování paliva, že dokonale je spáleno 99 % objemu paliva. Takto získané hmotnosti uhlíku se přepočtením na hmotnost emisí CO_2 přes poměr atomové hmotnosti uhlíku (12 g/mol) a molekulové hmotnosti CO_2 (44 g/mol). Výsledné znění převodních vzorců dle EPA je následující: emise CO_2 z galonu nafty = 2 778 gramů $\times 0,99 \times (44/12) = 10\,084$ gramů/ galon. Dále je nutné výslednou hodnotu přepočíst na u nás běžnější litry. Jeden americký galon odpovídá 3,7584 litru. Pokud tedy dané hodnoty podělíme tímto číslem, získáme množství emisí z jednoho spáleného litru nafty.“

[3]

Spálením 1 litru (fosilní) nafty vzniká 2,6 kg CO_2 .



Graf 1.1 Složení výfukových plynů vznětového motoru

Zdroj: [2, s. 28].

1.3 Faktory ovlivňující spotřebu paliva

Celková spotřeba paliva motorových vozidel je ovlivňována mnoha faktory, které působí společně, a to buď na její zvýšení, nebo snížení. Velmi obecně rozdělím faktory do několika hlavních skupin, podle tohoto co je může nejvíc ovlivnit:

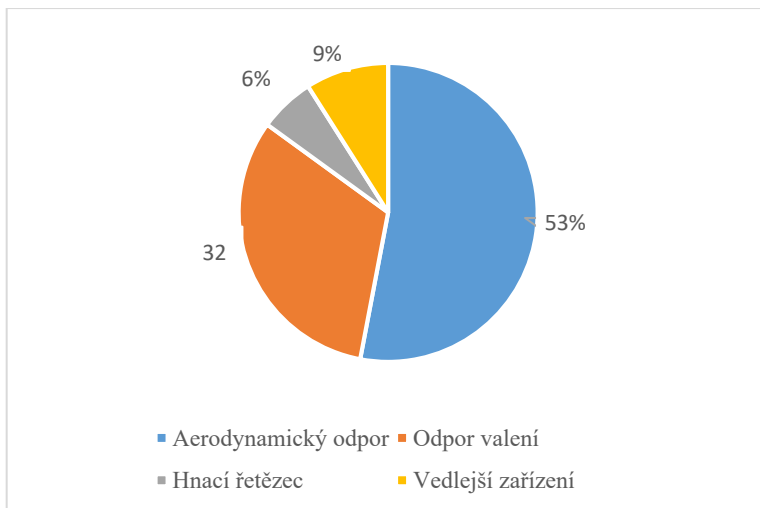
- Fyzikální zákony – do této skupiny patří především jízdní odpory (odpor vzduchu, odpor valení kol, odpor při jízdě do kopce, tření, adheze),
- Legislativa a stát – vedení a regulace dopravy, rozměry vozidel, soupravy vozidel,
- Výrobce vozidla – značnou měrou ovlivňuje spotřebu vozidla již při samotné konstrukci z hlediska jízdních odporů (aerodynamika karoserie) a hnací soustavy (motor, stálý převod).

Fyzikální zákony

„Na pohybující se vozidlo působí fyzikální zákony, které v silné míře ovlivňují jeho chování. Tyto zákony je třeba znát a brát v úvahu, protože je nelze obejít ani ovlivnit. Řidič jim může pouze přizpůsobit své chování a styl jízdy. Je proto důležité znát jaké odpory na vozidlo působí a jaký mají vliv na spotřebu, co jsou charakteristiky motorů, co znamená výkon motoru, točivý moment a jaký je průběh v závislosti na otáčkách.“ [5, s.9]

Aerodynamický odpor

Má rozhodující podíl na odporech vozidla při rovnoměrné jízdě po rovině. Jak uvádím v grafu 1.2 je aerodynamický odpor zásadní, který působí proti pohybu nákladního silničního vozidla. Aerodynamický odpor závisí na tvaru karoserie (čelní plocha vozidla) a tlakových poměrech na jejím povrchu. Kromě základního tvaru karoserie mají na celkový součinitel odporu vzduchu vliv i detaily, jako např. vnější zpětná zrcátka, spoilery kabiny, provedení nástavby. U nákladních vozidel je z důvodu snížení aerodynamického odporu důležité správně zvolená nástavba na vozidlo doplněná o aerodynamické prvky např. spojlerová sestava na kabinu nákladního vozidla.



Graf 1.2 Rozdělení mechanické energie

Zdroj: vlastní zpracování podle [5].

Vznik aerodynamického odporu

„Při pohybu vozidla v ovzduší dochází k relativnímu pohybu vzduchu vůči vozidlu. Rychlost relativního proudu vzduchu vůči vozidlu je v různých místech povrchu vozidla značně rozdílná, neboť závisí na tvaru vozidla a jednotlivých částí povrchu. V důsledku platnosti Bernoulliho zákona působí proudící vzduch na různá místa povrchu vozidla různým statickým tlakem. V důsledku viskozity vzduchu vůči vozidlu plynulé a beze ztrát. Elementy vzduchu, které jsou bezprostředním styku s povrchem vozidla na něm ulpívají, takže mají nulovou relativní rychlost vůči němu. Vlivem viskozity se přibrzdí i rychlost proudění vedlejších vrstev vzduchu, takže v rychlostním profilu vzduchu v blízkosti povrchu vozidla vznikne rychlostní spád. Vrstva prostředí s tímto rychlostním spádem je mezní vrstva. Tloušťka mezní vrstvy parabolicky roste s odmocninou délky obtékaného povrchu, čímž se rychlostní spád zmenšuje.“ [6, s. 31]

Velikost aerodynamického odporu

Velikost celkového odporu vzduchu se stanoví ze vztahu známého z aerodynamiky dle vzorce (1.1).

$$F_v = \frac{\rho}{2} C_x \cdot S \cdot v^2 \quad (1.1)$$

ρ – hustota (měrná hmotnost) vzduchu ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)

C_x – součinitel odporu vzduchu při čelním náběhu proudu vzduchu, závislý na tvaru

S_{Σ} – plocha (m^2), u vozidel je zvykem udávat jako čelní plochu

V – průmět výsledné relativní rychlosti proudu vzduchu k vozidlu do podélné osy vozidla

Dosadíme-li pro běžné atmosférické podmínky za $P = 1,24 \text{ kg.m}^{-3}$ a rychlost proudění vzduchu V (km.h^{-1}) upraví se výše uvedený vztah do tvaru :

$$F_v = 0,048.C_x. S_{\Sigma}.V^2 \quad (1.2)$$

Velikost odporu vzduchu se zjišťuje experimentálně, nejčastěji v aerodynamickém tunelu. Z odporu vzduchu zjištěného měřením je možné určit z rovnice (1.2) nebo z velikosti součinitele odporu vzduchu, který je měřítkem kvality aerodynamického provedení nákladního vozidla.

Čelní plocha

„Čelní plocha se stanoví planimetrováním buďto z výkresu vozidla v čelním pohledu nebo paralelním promítnutím daného vozidla do roviny kolmé k podélné ose vozidla. Není-li změřeni čelní plochy možné, dá se přibližně stanovit z empirického vzorce (1.3).“ [6, s. 33]

$$S_{\Sigma} = B.H \quad (1.3)$$

B – rozchod kol vozidla (m)

H – celková výška vozidla (m)

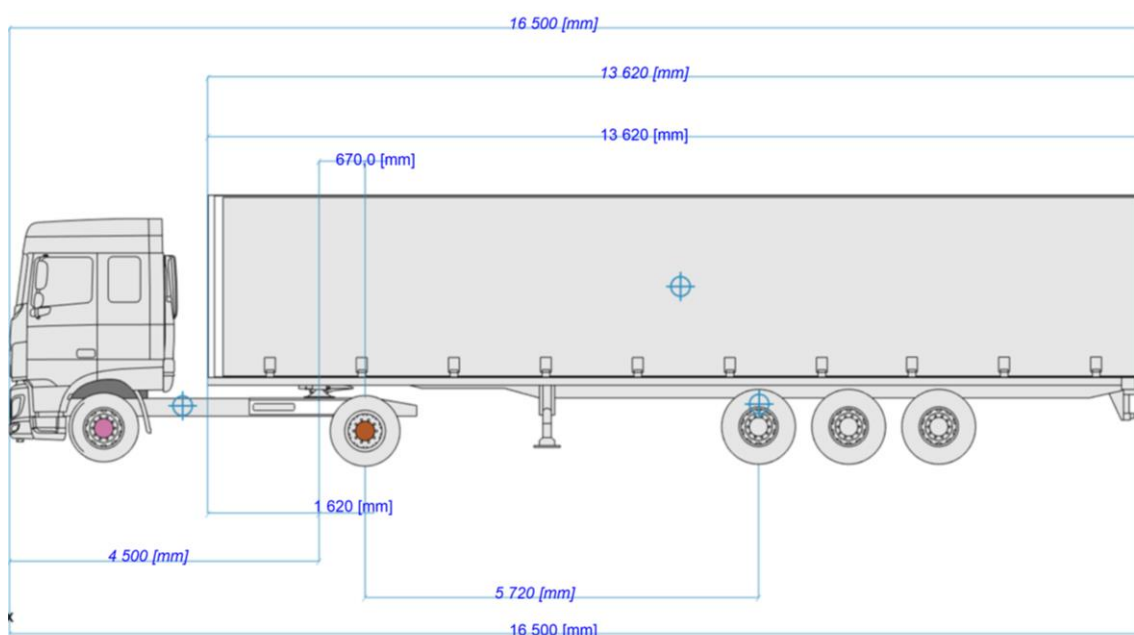
Tab.1.2 Typické hodnoty součinitelů odporu vzduchu a čelních ploch dle vozidel

Typ vozidla	C_x	S_{Σ} (m^2)
Nákladní vozidlo valník	0,6 - 0,8	5 - 8
Nákladní vozidlo s plachtou	1,0 - 1,2	5 - 8
Nákladní vozidlo s přívěsem	1,0 - 1,2	9

Zdroj: [6].

Změny rozměrových parametrů

Na základě vyhlášky č. 341/2014 o schválení technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích jsou stanovené celkové délky jednotlivého vozidla 12 m, jízdní soupravy motorového vozidla s návěsem 16,5 m a jízdní soupravy motorového vozidla s jedním přívěsem 18,75 m. Tyto rozměry jsou pro výrobce vozidel a výrobce přípojných vozidel zásadním při samotné konstrukci. Jak uvádím na Obr. 1.2 jízdní souprava tahač a návěs.



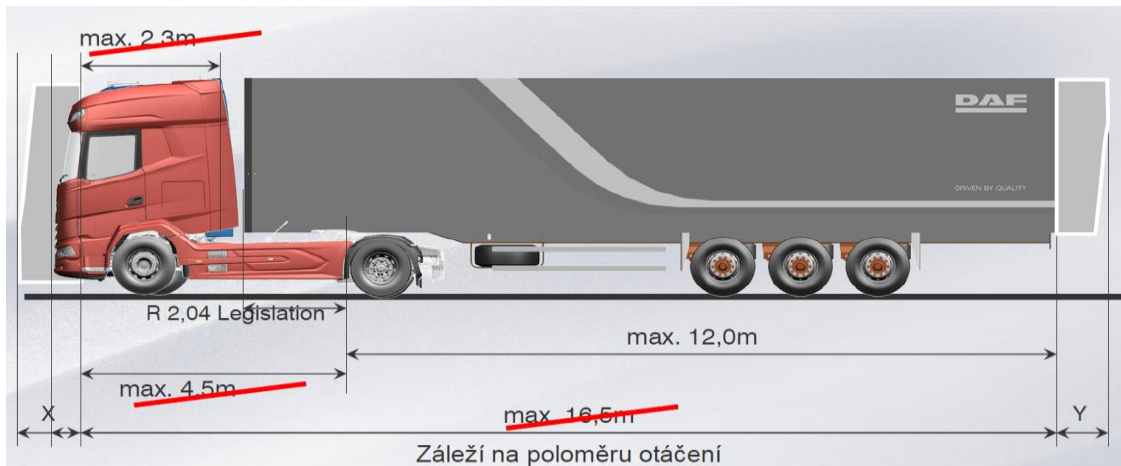
Obr. 1.2 Jízdní souprava tahač s návěsem

Zdroj: [7].

Evropská komise zavedla nové předpisy týkající se hmotnosti a rozměrů jízdních silničních souprav s cílem posunout hranice jak z hlediska snížení CO₂, tak z hlediska bezpečnosti silničního provozu a pohodlí pro řidiče. Společnost DAF je prvním z evropských výrobců nákladních vozidel, který přichází s novou generací nákladních vozidel s velice atraktivním a velmi aerodynamickým designem a využívá tak rozšířený prostor vytvořený novými předpisy. Nově již nebude platit celková maximální délka jízdní soupravy, ale hodnotícím parametrem bude poloměr otáčení. V nové směrnici č. 97/27 evropského parlamentu jsou uvedeny tyto hlavní body:

- prodloužení lze provést pouze mezi zadní částí kabiny a předním nárazníkem,

- prodloužení na zadní části návěsby nebo přívěsu jsou prodloužení na přidání zástěrek,
- prodloužení vozidla nesmí vést k prodloužení nákladové délky.



Obr. 1.3 Jízdní souprava tahač s návěsem dle nové legislativy

Zdroj: [7].

Výrobce vozidla

„Každý výrobce vozidel se velmi rád pyšní údaji o spotřebě. Je to mnohdy i jeden z hlavních prodejních argumentů. Výrobce vozidla výslednou spotřebu ovlivňuje již ve fázi vývoje a konstrukce. S cílem, co nejvíce spotřebu snížit, se stále více používá plastů, které snižují celkovou hmotnost vozidla. Karoserie dostává do vlnku tvary s nízkým odporem vzduchu, přičemž z aerodynamického hlediska jsou důsledně posuzovány i takové prvky jako jsou vnější zpětná zrcátka.“ [5, s. 3]

„Motoráři mají na starosti zvyšování účinnosti spalovacího motoru, a to jak z hlediska účinnosti objemové, tepelné, tak i mechanické. Zvyšují se vstřikovací tlaky i špičkové tlaky dosahované při hoření paliva ve spalovacím prostoru. Vstřikovací trysky mají v současnosti 5 až 9 otvorů se stále menším průměrem a vsřikovaná dávka je rozdělena do několika samostatných vstřiků. Tím je zabezpečeno jemné rozprášení paliva zaručující jeho dokonalé spálení, efektivní využití energie v palivu obsažené i klidný chod motoru. Stejná pozornost je při vývoji věnovaná také dalším prvkům hnacího řetězce – převodovce, systému přenosu točivého momentu motoru, zadní poháněné nápravě. Všechny tyto prvky jsou optimalizovány především z pohledu co největšího snížení ztrát přenášených energií a co nejdelší životnosti.“ [5, s. 3]

Optimální konfiguraci hnacího řetězce (převodovka, stálý převod hnací nápravy) a jeho přizpůsobení převažujícímu profilu trasy i stupni zatížení vozidla může ušetřit výrazné množství paliva. Příliš krátké zpřevodování může vést při dálniční provozu ke zvýšení spotřeby. Dlouhé převody v kopcovitém terénu nutí řidiče k častějšímu řazení, a tím v jízdě ve vyšších otáčkách s výsledkem zvýšené spotřeby paliva a zvýšenou emisí CO₂. Pokud srovnáváme starší nákladní silniční vozidla s novou dopravní technikou, tak zjistíme, že někteří výrobci dříve nenabízeli tzv. převody pouze pro dálniční provoz, ale univerzální stálý převod na zadní nápravě. Při dlouhodobém používání nákladního silničního vozidla se stálým všeobecným převodem na zadní nápravě pro dálniční provoz vznikaly majiteli vozidla zvýšené náklady na palivo s vyššími emisemi CO₂.

Stálý převod

„Velikost stálého převodu i_0 se určí z požadavků kladených na jízdní výkony vozidla při jízdě relativně velkou rychlostí se zařazením nejrychlejšího rychlostního stupně. Tím se stanoví velikost nejmenšího celkového převodu $i_{c\ min}$. Je tedy pro určení stálého převodu nutno znát velikost nejmenšího měnitelného převodu v převodovce $i_{k\ min}$. Ta se volí podle konstrukčního uspořádání převodovky, nej častěji je rovna jedné, $i_{k\ min} = 1$.“ [6, s. 63]

1.4 Nástroje pro snížení emisí CO₂

Telematika v silniční dopravě

Hlavním nástrojem pro porovnání spotřeby nákladních silničních vozidel je nejčastěji používaná právě telematika v silniční dopravě. Řada výrobců nabízí své telematické systémy. V diplomové práci budu využívat data ze systému WEBDISPEČINK a TOPEC RTS.

„Silniční telematika integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost, mobilita, zvýšila se kontrola vlivu na životní prostředí s cílem snížení spotřeby vozidel s efektem snížení CO₂. Důvody pro zavedení dopravní telematiky jsou stále více patrné. Pro udržení přijatelné mobility je nutné volit jiné prostředky, než je pouhé rozšiřování dopravní sítě. Z vyhodnocení mnoha pilotních projektů vyplývá, že právě telematické prostředky jsou jednou z cest k zajištění mobility lidstva. Od telematických systémů v silniční dopravě očekáváme poskytování následujících informací:

- *jízdní informace – před nástupem jízdy (aktuální stav dopravy, poruchy, parkovací možnosti, využití veřejných prostředků dopravy včetně Park and Ride,*
- *cílová navigace (navedení na cíl) – představuje jádro obsáhlého řízení dopravy (zjistí nejvýhodnější komunikace s ohledem na aktuální podmínky, kooperace s veřejnou dopravou, integrace řízení světelných návěstí, výměna směrovek a interních informací u dopravních prostředků, logistické úkoly),*
- *podpora bezpečné jízdy (dodržení bezpečné vzdálenosti a rychlosti v závislosti a silniční navigaci, dopravní situaci a povětrnostních podmínkách.“ [8, s. 53]*

TOPEC RTS

Systém TOPEC vytvořila společnost DAF jako integrovaný nástroj pro podporu prodeje vozidel. Systém TOPEC RTS (Right Transport Solution) simuluje, kontroluje a doporučuje optimální konfiguraci s použitím adresy zákazníka a právních a konstrukčních údajů společnosti DAF. Systém optimalizuje konfiguraci vozidla v souvislosti s důležitými stránkami konfigurace (např. převodový poměr zadní nápravy,

rozvor, zadní převis). Tímto prodejním nástrojem kontroluje prodejce nebo aplikovaný specialista, zda dané vozidlo plní všechny potřeby zákazníka a zváží přitom kritéria daná platnými zákony a kritérii společnosti DAF.

Nákladní vozidlo je všestranný nástroj a počet aplikací, k nimž jej lze využít, téměř nelze spočítat. Např. hasičský vůz má jiné potřeby v porovnání s vozidlem, které převáží kontejnery z přístavu. Z toho důvodu jsou kritéria používaná v systému TOPEC RTS tak důležitá – jsou totiž nezbytná k určení optimální specifikace. Optimalizace bude vycházet ze zákaznických potřeb přepravy, požadovaných výkonnostních kritérií (bude toto vozidlo moci pomalu jezdit se zařazeným prvním rychlostním stupněm) a provozních podmínek (kopcovitý terén). Různé trhy budou také znamenat různé specifikace a homologace.

Využití systému TOPEC RTS pomůže prodejci nebo aplikačnímu specialistovi se vyvarovat chyb při konfiguraci vozidla. Díky poskytování výstrah systém upozorní uživatele, že by mohlo dojít k potížím, pokud by specifikace zůstala beze změny. Výstrahy se spouštějí podle 3 hlavních kritérií:

- výkonnostní kritéria - stanovují se podle potřeb zákazníka,
- kritéria schválení – stanovuje je společnost DAF (minimální výkonnost, kterou společnost DAF zaručuje),
- zákonem stanovená omezení – nastavují se podle oblasti, kde bude vozidlo jezdit.

Záleží na uživateli tohoto prodejního nástroje, aby zkontroloval a zpracoval výstrahy tak, aby se zajistila shoda specifikace s požadavky. Pro maximální usnadnění tohoto postupu simuluje funkce tzv. „asistenta“ specifikaci vozidla a kontroluje ji podle 3 hlavních kritérií. Během simulace prováděné funkcí asistenta se provedou výpočty aniž by došlo ke změně technických parametrů. Simulace se provádí nejen pro požadovanou specifikaci, ale automaticky tak pro relevantní blízké specifikace, aby bylo zřejmé, zda je možné dosáhnout ještě větší optimalizace. Výsledkem je specifikace s nejnižší spotřebou paliva, která vede k nejnižším emisím CO₂ a nejnižším celkovým nákladům na vlastnictví. Tato funkce simulace je v průmyslovém odvětví nákladních silničních vozidel jedinečná a nabízí prodejcům a analytickým specialistům mocný nástroj. Umožní

uživateli provést výpočty a požadované kontroly za několik minut, aniž by musel uživatel provést kontroly ručně.

System TOPEC RTS je výkonný nástroj, který nabízí prodejcům a analytickým specialistům řadu výhod:

- ověřená specifikace nákladního silničního vozidla za několik minut,
- je možné simulovat a optimalizovat celé vozidlo včetně nástavby,
- výpočty nástroje VECTO CO₂ jsou již zahrnuty v cenové nabídce,
- funkce asistenta je k dispozici optimalizace pro hnací soustavu a výkon,
- k dispozici je vizualizace ve 2D včetně nástavby,
- probíhají kontroly a zobrazují se výstrahy, a to nejen ve statických situacích, ale také v různých dynamických situacích.

Interní prodejní nástroj výrobce nákladních silničních vozidel značky DAF. Nástroj pro hledání správného transportního řešení, který je určený prodejcům nových nákladních silničních vozidel DAF. Pomocí tohoto nástroje je možné simulovat různé typy přeprav, simulovat zatížení nákladů, rychlosti vozidla v maximálním zatížení a měnit specifikaci vozidel s výsledkem správného dopravního řešení pro koncového zákazníka. Jak je uvedeno na Obr. 1.4 spotřeba paliva sestavené trasy, která hodnotí tyto důležité parametry (manévrovací rychlost, schopnost jízdy ve svahu, nejvyšší rychlost, spotřeba paliva). Nástroj TOPEC je velice důležitý i pro komunikaci s výrobcí nástaveb pro nákladní silniční vozidla. Vhodně zvolenou specifikaci vozidla pro dopravní misi zvyšujeme živnost samotného nákladního vozidla se záměrem dosáhnout snížení spotřeby pohonných hmot s výsledkem nižších emisí CO₂.



Obr. 1.4 Spotřeba paliva sestavené trasy

Zdroj: [7].

WEBDISPEČINK

Nástroj WEBDISPEČINK šetří náklady provozu nákladního silničního vozidla hned od počátku. Díky unikátnímu technologickému řešení je mobilní jednotka schopna odečítat mnoho provozních parametrů (např. stav paliva v nádrži, zatížení náprav, teplota v přepravním prostoru). Základem je tzv. mobilní jednotka, která je namontována v každém vozidle. Tato jednotka je schopná na základě dat z GPS určit pozici vozidla a tuto informaci pomocí sítě mobilního operátora odeslat na centrální server. Zde dojde k načtení údajů do aplikace WEBDISPEČINK a tyto informace jsou zaznamenány do mapy. Jak uvádím níže na Obr. 1.5.



Obr. 1.5 Proces přenosu informace telematiky

Zdroj: [9].

DRIVE CHECK slouží pro hodnocení jednotlivých nákladních vozidel, který byl vyvinut výrobcem nákladních vozidel značky DAF. Hodnocení probíhá v přehledných reportech. Nástroj využívá jednotlivé parametry vozidla, které hodnotí od 1 - 10 bodů, kdy nejvyšší číslo je nejlepším hodnotícím parametrem. DRIVE CHECK využíváme i pro ostatní výrobce nákladních silničních vozidel.

Nástrojem jsou hodnocené tyto parametry:

- průměrná spotřeba paliva,
- spotřebované palivo celkem za určené období,
- celková ujetá vzdálenost,
- průměrná hmotnost soupravy.

Tab. 1.3 Ukázka reportu z dopravní telematiky

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 05:47 - 23.12.2020 22:06	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 05:47 - 23.12.2020 22:06	
Řidič 1 (ID karty:	Jiří Vlček (CZ0000000005P0G001)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	1BB 4539	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Mezinárodní	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.56 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	962:04	
Běh motoru celkem:	1132:48	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1132:48	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	688:31	(61 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	48:34	(4,29 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	209:30	(22 %)
Stání se spuštěným motorem:	165:58	(15 %)
Volnoběh:	156:50	(14 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	09:08	(1 %)
PTO:	04:27	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	00:32	(0 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	427:39	(44 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	03:29	(1 %)
Konstatní akcelerační pedál:	187:08	(19 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	32:54	(3.4 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	85:16	(8 %)
Počet brzdění [1/100km]:		28
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	95 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	34,0 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	34,0 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	21765,2 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	29,5 l/100km	(13 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	398.5 l	
Spotřeba paliva za PTO:	15.1 l	
Celková ujetá vzdálenost:	63996 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	357 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	1 km	(0 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	10640 km	(17 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	17 %	
Prům. hmotnost [t]:	24,6 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	66,5 km/h	
Rozjezdy:	5816	9.1 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1266 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	3263.5 l	
Další údaje o provozu:		
Maximální dosažená rychlost absolutně:	96,0 km/h	
Maximální dosažené otáčky motoru v tahu:	2160 rpm	
Předvídavost řidiče:	56 %	

Zdroj: [9].

Technika úsporné a ekologické jízdy

„Technika jízdy je jedním z nejdůležitějších činitelů hospodárného provozu vozidel, který může ovlivnit přímo řidič. Zvládnutí správné techniky jízdy vyžaduje nejen teoretické znalosti, praktické zkušenosti, ale i důkladnou znalost a ovládnutí všech systémů daného vozidla. Proto by měl řidič při převzetí jemu dosud neznámého typu vozidla požadovat podrobný návod k obsluze, aby se s ním mohl v dostatečné míře seznámit. Někteří výrobci proto nabízejí krátké školicí programy, ve kterých jsou řidiči seznamováni s ovládnutím a činností nejdůležitějších prvků vozidla, které přímo ovlivňují jak spotřebu paliva, tak i bezpečnost provozu. Opravdovým řidičem se však člověk stává až po několikaleté praxi, přičemž ani potom mnozí nedovedou získané vědomosti efektivně využívat. Nesprávná technika jízdy může zvýšit spotřebu o 20 % - 30 %. U moderních vozidel je vliv špatné obsluhy ještě výraznější a může dosahovat i 50 %. Přitom jezdit úsporně a šetrně k životnímu prostředí se může naučit každý. Řidičovo chování ovlivňuje spotřebu paliva v několika směrech“. [5, s. 8]

Řidiči jsou nepostradatelní pro dosahování maximální úrovně efektivity dopravy. Školení řidičů pomáhá snižovat spotřebu, zvládat lépe dopravní situaci a zvyšovat bezpečnost provozu. Řidiči, kteří absolvují školení dosahují v krátkém čase až 10 % zlepšení hospodárnosti provozu s menším opotřebením či poškozením. Technikou úsporné a ekologické jízdy se v diplomové práci zabývat nebudu.

Spálením 1 L (fosilní) motorové nafty vzniká 2,6 kg oxidu uhličitého (CO₂)

Snížení spotřeby paliva = snížení emisí oxidu uhličitého (CO₂)

Tab. 1.4 Počet tkm na 1 kg emise v nákladní dopravě v České republice v roce 2010

Druh emise	Silniční	Železniční motorová trakce	Vodní	Železniční elektrická trakce
	Tkm/ 1 kg ⁻¹			
CO ₂	9	45	24	22
CO	772	7 446	3 789	142 989
NO ₂	1 267	4 334	2 205	11 885
VOC	3 038	31 358	15 955	210 037
SO ₂	296 183	46 306	996 667	9 303
tuhé	17 419	56 071	28 531	181 629

Zdroj: vlastní zpracování podle [1].

Měrná emisní náročnost nákladní dopravy v České republice v roce 2010 je znázorněna v Tab. 1.4. Jak uvádím v tabulce výše, nákladní silniční doprava se podílí nejvíce na emisní náročnosti.

1.5 Exploratorní analýza dat

Nominální proměnná

„Nominální proměnná nabývá v rámci souboru různých avšak rovnocenných variant. Počet těchto variant nebývá příliš vysoký, a proto první statistickou charakteristikou, kterou k jejímu popisu použijeme je četnost.“ [12]

Četnost n_i (absolutní četnost, frequency)

„Je definována jako počet výskytu dané varianty kvalitativní proměnné. V případě, že kvalitativní proměnná ve statistickém souboru o rozsahu n hodnot nabývá různých variant, jejichž četnost označíme n_1, n_2, \dots, n_k musí zřejmě platit:

$$n_1 + n_2 + \dots + n_k = \sum_{i=1}^k n_i = n \quad (1.1)$$

Re relativní četnost p_i (relative frequency)

Chceme – li vyjádřit jakou část souboru tvoří proměnné s danou variantou, použijeme pro popis relativní četnost. Relativní četnost je definována jako:

$$p_i = \frac{n_i}{n}, \text{ popř. } p_i = \frac{n_i}{n} \cdot 100 [\%] \quad (1.2)$$

Při zpracování kvalitativní proměnné je vhodné četnosti i relativní četnosti uspořádat do tzv. tabulky rozdělení četnosti (frequency table).“ [12]

Modus

„Definujeme jako název varianty proměnné vykazující nejvyšší četnost. Modus tedy můžeme chápat jako typického reprezentanta souboru. V případě, že ve statistickém souboru vyskytuje více variant s maximální četností, modus neurčujeme.“ [12]

Grafické znázornění kvalitativní proměnné

„Pro větší názornost analýzy proměnných se ve statistice často užívají grafy. Pro nominální proměnnou jsou tyto dva typy.

***Histogram** je klasickým grafem, v němž na jednu osu vynášíme varianty proměnné a na druhou osu jejich četnosti. Jednotlivé hodnoty četnosti jsou pak zobrazeny jako sloupce.*

***Výsečový graf** prezentuje relativní četnosti jednotlivých variant proměnné, přičemž jednotlivé relativní četnosti jsou úměrně reprezentovány plochami příslušných kruhových výsečí.“ [12]*

2 Analýza emisí CO₂ u silničních nákladních vozidel

Představení společnosti

Dopravní společnost BB trans s.r.o. pořídila v roce 2021 6 kusů nových tahačů návěsu značky DAF XF 480, emisní norma EURO 6, provedení 4 x 2 se zadní jednou poháněnou nápravou. Nahradila svá stávající vozidla tahače návěsů značky MAN TGX 440, emisní norma EEV, provedení 4 x 2 se zadní jednou poháněnou nápravou. Dopravce využívá nákladní silniční vozidla pro přepravu paletového zboží pro mezinárodní dopravu, kterou provozuje v zemích Evropské unie. Vozidla jsou provozována z více jak 90 % po dálniční síti s důrazem na efekt přepravy. Dopravce používá dalších 50 kusů nákladních silničních vozidel určené pro teplotně řízenou přepravu potravin, přepravu mléka v cisternách. Záměrem dopravce je přepravit zboží v požadované kvalitě, ve správných obalech, ve správném množství a ve správný čas při optimálních nákladech.

Představení vozidel

Tab. 2.1 Specifikace vozidla DAF

Provedení vozidla	Tahač návěsů 4 x 2
Kabina, středně vysoká (mm)	3 906
Aerodynamika kabiny	Spojlerová sada kabiny, boční límce
Pneumatiky přední	315/70 R 22,5
Pneumatiky zadní	315/70 R 22,5
Motor (cm³)	12 900
Emisní norma	Euro 6
Maximální točivý moment (Nm)	2500 / 900 - 1 125 ot.min ⁻¹
Maximální výkon motoru (kW)	355 / při 1 600 ot.min ⁻¹
Převodovka	Automatická 12 stupňů, poměr 16,69-1,00
Převodový poměr zadní nápravy	2,21
Provozní hmotnost tahače (kg)	8 100
Technická hmotnost soupravy (kg)	50 000
Celková délka soupravy (mm)	16 500

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 2.2 Specifikace vozidla MAN

Provedení vozidla	Tahač návěsů 4 x 2
Kabina, středně vysoká (mm)	3 875
Aerodynamika kabiny	Spojlerová sada kabiny, boční límce
Pneumatiky přední	315/70 R 22,5
Pneumatiky zadní	315/70 R 22,5
Motor (cm³)	10 518
Emisní norma	EEV
Maximální točivý moment (Nm)	2 100 / 900 - 1 125 ot.min ⁻¹
Maximální výkon motoru (kW)	324 / při 1 900 ot.min ⁻¹
Převodovka	Manuální 16 stupňů, poměr 16,41-1,00
Převodový poměr zadní nápravy	2,85
Provozní hmotnost tahače (kg)	7 900
Technická hmotnost soupravy (kg)	50 000
Celková délka soupravy (mm)	16 500

Zdroj: vlastní zpracování

2.1 Hodnotící parametry vozidel

Ve své diplomové práci budu porovnávat 3 parametry (hmotnost soupravy, specifikace vozidla – stálý převod zadní nápravy, aerodynamika vozidlových souprav), a to u všech 12 vozidlových souprav MAN, DAF. Hodnotící parametry jednotlivých vozidel jsem získal z dopravní telematiky webdispečink, kterými jsou všechna vozidla vybavena.



Obr. 2.1 Ukázka silničních souprav DAF a MAN

Zdroj: vlastní zpracování

2.1.1 Hmotnost soupravy

„ Velmi důležitým faktorem je i celkové zatížení vozidla, které se s každou tunou lineárně zvyšuje spotřeba paliva asi o 1,5 % . Každá tuna nákladu navíc v dálničním provozu návěšové soupravy znamená zvýšení průměrné spotřeby paliva o 0,7 l/ 100 km. V městském provozu znamená stejný nárůst hmotnosti autobusu zvýšení jeho průměrné spotřeby až o 2 l/ 100 km. “ [5, s. 7]

Tab. 2.3 Užitečné zatížení vozidel MAN za období 01.04. – 30.12. 2020

MAN	Nájezd kilometrů	Průměrné užitečné zatížení (kg)
1BE 1835	77 566	11 000
9B1 1018	69 965	6 000
1BE 1394	50 313	8 100
9B4 2417	50 582	8 900
9B9 5961	71 526	12 500
1BB 4539	63 996	10 600

Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

Tab. 2.4 Užitečné zatížení vozidel DAF za období 01.04. – 30.12.2021

DAF	Nájezd kilometrů	Průměrné užitečné zatížení (kg)
2BS 6925	66 110	19 400
2BP 1378	42 134	17 600
2BP 1379	79 759	14 400
2BP 1380	82 811	12 100
2BS 6926	67 005	13 600
2BP 1377	67 997	18 300

Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

K analytickým ukazatelům charakterizujícím provozní výkony v silniční nákladní dopravě patří ukazatel užitečné hmotnosti vozidla.

Užitečná hmotnost vozidla (nosnost), to je jeho jmenovité užitečné zatížení, je důležitým základním ukazatelem, který ovšem může charakterizovat zcela odlišnou strukturu vozového parku. Lze ho zjišťovat pro všechna vozidla nebo jen pro vozidla v provozu.

„Využití užitečné hmotnosti vyjádřím statistickým ukazatelem K_{nst} dle vztahu.“ [11, s. 58]

$$K_{nst} = \frac{Q}{N} \quad (2.1)$$

Q – přepravené množství v [t]N – maximální přepravní kapacita vozidel v nabízených tunách [t]

Na základě výpočtu statického ukazatele K_{nst} dle rovnice (2.1), kdy uvažuji, že je maximální legislativní přepravní kapacita jednoho vozidla 45 t a průměrné přepravené množství nákladu 15,9 t u skupiny vozidel DAF a 9,5 t průměrné množství nákladu u skupiny vozidel MAN. Ukazatel statického využití užitečné hmotnosti K_{nst} je u vozidel DAF 0,35. Ukazatel statického využití užitečné hmotnosti K_{nst} je u vozidel MAN 0,21. Z výsledku je patrné, že skupina vozidel DAF je z pohledu využití statického ukazatele K_{nst} užitečné hmotnosti efektivněji využívána.

Jak uvádím výše v textu, že každá tuna nákladu navíc v dálničním provozu znamená nárůst průměrné spotřeby paliva o 0,7 l / 100 km. Bude mít vliv na celkovou spotřebu paliv u skupiny vozidel DAF z důvodu vyššího průměrného zatížení s výsledkem nárůstu emisí CO₂. To ověřím na základě výsledků z dopravní telematiky webdispečink.

2.1.2 Aerodynamika

Aerodynamický odpor má rozhodující podíl na odporech vozidla při rovnoměrné jízdě po rovině. Závisí na tvaru karoserie (zejména čelní plocha S_x) a tlakových poměrech na jejím povrchu. Nejmenší část představují kola, až 20 % představují ztráty vznikající průchodem vzduchu motorovým prostorem a vnitřkem karoserie. Kromě základního tvaru karoserie mají na celkový součinitel odporu vzduchu C_x vliv i detaily, jako např. kliky dveří, stěrače, zpětná zrcátka, spojlerové sad, členitost podvozku vozidla. Odpor vzduchu navíc kvadraticky roste se stoupající rychlostí, tzn. že při dvojnásobné rychlosti je 4 x vyšší.

U přívěsových souprav se neurčuje odpor vzduchu každého vozidla soupravy samostatně, neboť přívěs (návěs) se pohybuje ve vírovém poli rozvířeném tahačem. Jak je uvedené

v Tab. 2.5 níže jsou hodnoty čelních ploch $S_{\check{c}}$ a součinitel odporu vzduchu C_x u nákladních souprav podobné.

Tab. 2.5 Typické hodnoty součinitelů odporu vzduchu a čelních ploch dle vozidel

Typ vozidla	C_x	$S_{\check{c}}$ (m ²)
Nákladní vozidlo valník	0,6 - 0,8	5 - 8
Nákladní vozidlo s plachtou	1,0 – 1,2	5 – 8
Nákladní vozidlo s přívěsem	1,0 – 1,2	9

Zdroj: [6].

Velikost odporu vzduchu F_v se zjišťuje experimentálně, nejčastěji v aerodynamickém tunelu, toto jsem nemohl ověřit. Zaměřil jsem se na porovnání velikosti čelních ploch $S_{\check{c}}$ u obou tahačů DAF a MAN, dle vzorce uvedeného níže.

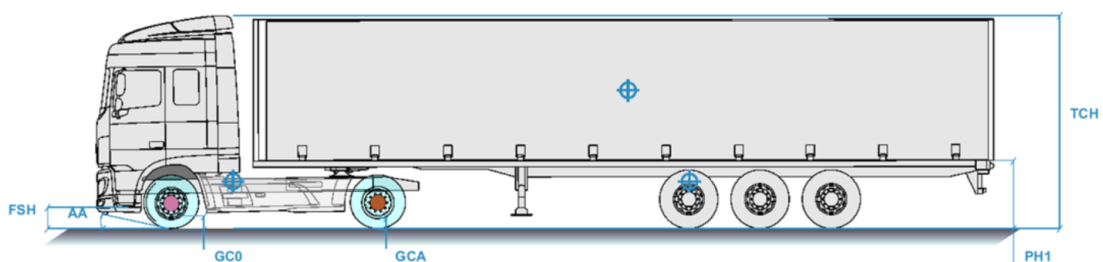
$$S_{\check{c}} = B \cdot H \quad (2.2)$$

B – rozchod kol vozidla (m)

H – celková výška vozidla (m)

Nákladní vozidlo DAF XF

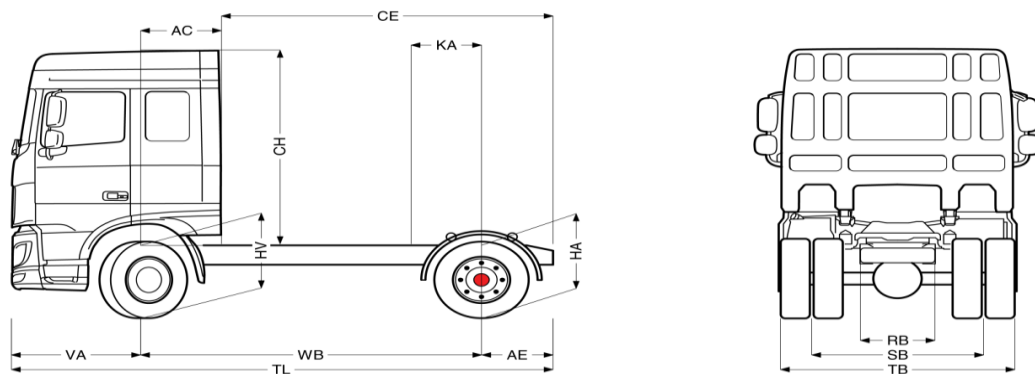
Dle vizualizace jízdní soupravy je celková výška H 3,9 m. Rozchod kol B 2,48 m. Čelní plocha $S_{\check{c}} = 9,67 \text{ m}^2$.



	TCH	GCO	GCA	AA	FSH	PH1
S nákladem, při jízdě, nápravy dole	3 905 [mm]	258 [mm]	219 [mm]	12 [deg]	388 [mm]	1 246 [mm]
Bez nákladu, při jízdě, nápravy nahoře	3 943 [mm]	266 [mm]	241 [mm]	15 [deg]	437 [mm]	1 231 [mm]

Obr. 2.2 Vizualizace jízdní soupravy DAF

Zdroj: [7].



OTHER DIMENSIONS VA: 1,37 HV⁽¹⁾: 0,96 HV⁽²⁾: 0,89 RB: 0,79 SB: 1,82 TB⁽³⁾: 2,48

Obr. 2.3 Výkres vozidla DAF XF

Zdroj: [7].

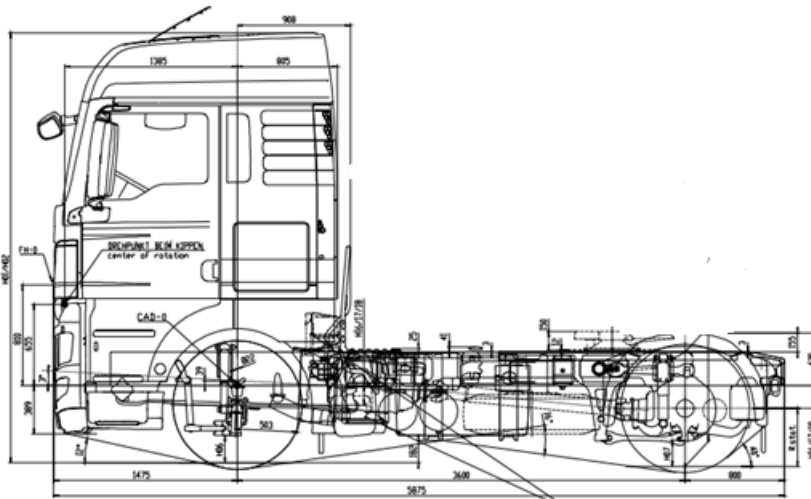
Nákladní vozidlo MAN TGX

Celková výška H dle technického průkazu na Obr. 2.4 je 3,88 m, rozchod kol B je u nákladních tahačů identický 2,48 m. Čelní plocha Sč = 9,62 m².

		TECHNICKÝ POPIS VOZIDLA					
ZTP č.:		3032-400-01	ES č.:	e4*2007/46*0229*			
Vozidlo	1 Druh vozidla:	NÁKLADNÍ AUTOMOBIL		ADR			
	2	TAHAČ NÁVĚSŮ					
	J Kategorie vozidla (zkratka):	N3					
Motor	D.1 Technická značka:	MAN					
	D.2 Typ:	L. 2007.46.001	Varianta:	06X16A25AA	Verze:	3754000037	
	D.3 Obchodní označení:	TGX 18.440 4X2 BLS					
	E Identifikační číslo vozidla (VIN):	WMA06XZE9CP036129					
Emise	3 Výrobce vozidla:	MAN TRUCK & BUS AG, MNICHOV, SRN					
	4 Výrobce:	MAN TRUCK & BUS AG, MNICHOV, SRN					
	5 Typ:	D 2066 LF57	P.3 Palivo:	NM			
	P.2 Max. výkon [kW] / P.4 ot. [min ⁻¹]	324/1 900	P.1 Zdvh. objem [cm ³]:	10 518			
Návrh	V.9 Předpis EHK OSN č.:			Směrnice EHS/ES č.: 2008/74K			
	V.6 Korigovaný součinitel absorpce [m ²]:	1.0		V.7 CO ₂ [g.km ⁻¹]:			
	6 Výrobce:	MAN TRUCK & BUS AG, MNICHOV, SRN					
	7 Druh (typ):						
Jízdy	8 Výrobní číslo (nástavba kabiny):	BÍLÁ RAL9016					
	R Barva:	BÍLÁ RAL9016					
	S Počet míst - celkem:	2	S.1 - k sezení:	2	S.2 - k stání:	0	9 - kufel:
10 Maximální zařízení střechy [kg]:	5 875	11 Objem cisterny [m ³]:					
12 Celková [mm] - délka:	5 875	13 šířka:	2 500	14 - výška:	3 875		
M Rozvor [mm]:	3 600						

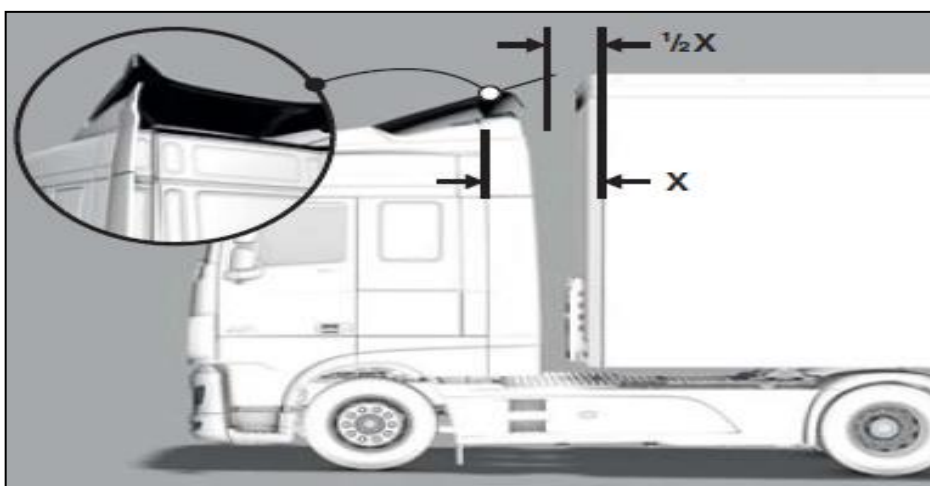
Obr. 2.4 Technický průkaz vozidla MAN TGX

Zdroj: [7].



Obr. 2.5 Výkres vozidla MAN TGX bez aerodynamických prvků
Zdroj: [7].

Obě nákladní vozidla DAF a MAN jsou vybavena aerodynamickými prvky, a to spojlerovou sadou na kabinu, mezinápravovými spojlerý podvozku, které zakrývají nerovnosti podvozků vozidel a které zajišťují plynulé obtékání proudnic bez zbytečného víření kolem vozidlových souprav. Tvar kabiny vozidel je podobný s minimálním rozdílem velikosti čelní plochy $S_{\text{č}}$. Obě vozidla jsou vybavena klasickými zpětnými vnějšími zrcátky. Pro snížení aerodynamického odporu a snížení spotřeby paliva se záměrem nižších emisí CO_2 je nutné mít správně nastavený střešní spojler kabiny jak je uvedené na Obr. 2.6.



Obr. 2.6 Správné nastavení střešního spojleru soupravy
Zdroj: [7].

Vliv aerodynamických prvků na spotřebu paliva a nižší emise CO₂

Výrobci nákladních vozidel se shodují v důležitosti používání aerodynamických prvků kabiny a podvozkové části vozidla. Jak uvádí výrobce nákladních vozidel DAF, při použití střešního spojleru s kombinací bočních střešních límců se sníží spotřeba paliva o 10 % s jasným snížením emise CO₂. Pokud je nákladní vozidlo vybaveno podvozkovými spojleru, tak se spotřeba paliva sníží o 1,2 % s efektem nižších emisí CO₂.

Negativní vliv příslušenství kabiny na spotřebu paliva a vyšší emise CO₂

Pokud dopravce na svém nákladním vozidle použije např. 4 ks přídavných světlometů a vzduchové houkačky, které instaluje na střechu kabiny, bude spotřeba paliva vyšší až o 10 %. Vnější sluneční clona umístěná nad čelním sklem nákladního vozidla zvýší spotřebu paliva o 0,7 %.

2.1.3 Specifikace vozidel

Úsporný motor je základním předpokladem pro budoucí úspornou a k životnímu prostředí šetrnou jízdu. Současné moderní motory jsou konstruovány pro optimální použití v nízkých otáčkách, kde mají nejnižší spotřebu paliva. Díky příznivému průběhu křivky točivého momentu velmi dobře pracují i při vysokém zatížení. Svou roli hraje volba vhodné výkonové varianty. Pokud vozidlo bude jezdit převážně po rovině s velkoobjemovými náklady, je zbytečné použití motoru s vysokým výkonem a naopak. Vhodnou volbu motoru na specifické podmínky následujícího provozu lze ušetřit až 8 % paliva a snížit emise CO₂.

Potřebný výkon motoru

„Je-li na vozidlo kladeno současně více požadavků, musí mít motor vozidla výkon odpovídající nejvyššímu z výkonu, vypočítaných podle zadaných podmínek. Často se stává, že k pohonu vozidla má být použito již existujícího motoru, jehož výkon se poněkud liší od výkonu takto vypočítaného. Jízdní výkony vozidla se pak budou poněkud lišit od zadaných podmínek, které je nutno tomu přizpůsobit. Je-li použitý motor výkonnější, než je potřeba, je úloha obvykle jednoduchá až snad na problematiku jeho hmotnosti,

zastavěného prostoru a spotřeby paliva. Má-li použitý motor menší výkon, je třeba hledat optimální kompromisní řešení stálého převodu na hnanou nápravu.“ [6, s. 60]

Převody

„Moderní vozidlové spalovací motory mají poměrně vysoké otáčky, při nichž točivý moment neodpovídá trakčním požadavkům, zvláště potřebnému hnacímu momentu na kolech vozidla. Proto není možné spojit motor s poháněcími koly bezprostředně ale je nutno mezi motor a kola zařadit zařízení pro trvalou změnu točivého momentu a otáček – stálý převod i_0 . Jeho účinkem se trvale snižují otáčky kol vozidla proti rychlosti otáčení motoru. Trvale zvyšuje moment na hnacích kolech ve srovnání s točivým momentem motoru.“ [6, s. 60]

3 Zpracování návrhů na snížení emisí skleníkových plynů

V praktické části diplomové práce se zaměřím na analýzu obnovy vozidlového parku u nákladních silničních vozidel se záměrem snížení emisí CO₂. Na konkrétní dopravní společnosti porovnáám spotřebu paliv u 6 kusů starších vozidel značky MAN a porovnáám spotřebu paliv u 6 kusů nových vozidel značky DAF. Všechna sledovaná vozidla byla provozována v mezinárodní dopravě a byla provozována na stejných dopravních linkách při podobném užitečném zatížení. Hodnotu spotřebovaného paliva jsem sledoval z údajů dopravní telematiky webdispečink a to za období 01.04. – 30.12. 2020 a 01.4. – 30.12. 2021. Dalším podpůrným nástrojem, který využiji pro analýzu dat je prodejní nástroj, který vyvinula společnost DAF a to TOPEC RTS. Tento nástroj jsem využil v praktické části diplomové práce, kterým jsem provedl simulaci vozidel na konkrétní trase Rotterdam – Milan. Při simulaci jsem se zaměřil na specifikaci hnacího řetězce vozidel. Závěrem jednotlivé spotřeby paliv s výslednými emisemi CO₂ zapíšu a zjistím, zda bylo dosaženo efektu snížení emisí CO₂, protože každý výrobce se velmi rád pyšní údaji o spotřebě. Je to mnohdy i jeden z hlavních prodejních argumentů výrobců nákladních vozidel, kteří svým zákazníkům garantují snížení spotřeby paliva při obnově vozidlového parku.

3.1 Simulace vozidel nástrojem TOPEC RTS

Optimální konfigurace hnacího řetězce (výkonová charakteristika motoru, stálý převod hnací nápravy) a jeho přizpůsobení profilu trasy i stupni zatížení vozidla může ušetřit výrazné množství paliva. Výrobci nákladních vozidel uvádí, že při použití nevhodným převodem zadní nápravy může být spotřeba paliva až o 2 % vyšší. Hnací řetězec, stálý převod zadní nápravy a jeho vliv na spotřebu paliva a emise CO₂ jsou parametry nákladních vozidel, které budu zkoumat a simulovat prostřednictvím prodejního nástroje TOPEC RTS na trase Rotterdam – Milano. Celková vzdálenost trasy je 1 038 km, dle Obr. 3.1. Celková hmotnost vozidlových souprav MAN a DAF je identická 44 000 kg. Tuto praktickou část své diplomové práce jsem nazval simulace.



Obr. 3.1 Simulovaná trasa

Zdroj: [7]



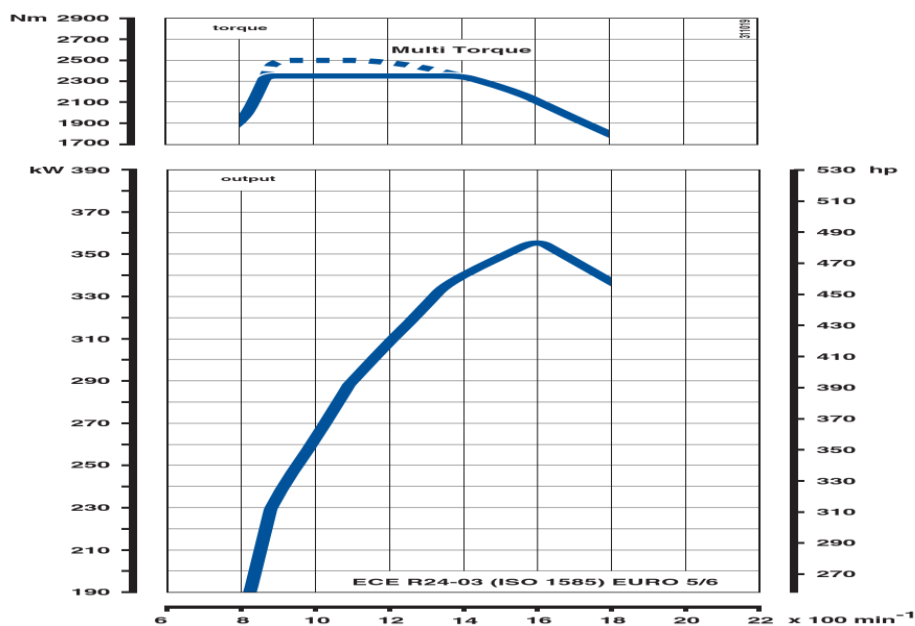
Obr. 3.2 Nákladní vozidla DAF

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 3.1 Hnací řetězec vozidel DAF

Motor (cm³)	12 900
Emisní norma	Euro 6
Maximální točivý moment (Nm)	2500 / 900 - 1 125 ot.min ⁻¹
Maximální výkon motoru (kW)	355 / při 1 600 ot.min ⁻¹
Převodovka	Automatická 12 stupňů, poměr 16,69-1,00
Převodový poměr zadní nápravy	2,21
Provozní hmotnost tahače (kg)	8 100
Technická hmotnost soupravy (kg)	50 000
Celková délka soupravy (mm)	16 500

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 3.1 Schéma motoru DAF

Zdroj: [7].



Obr. 3.3 Simulace nejvyšší rychlosti

Zdroj: [7].

Nákladní vozidlo DAF při maximální rychlosti $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a zařazeném nejvyšším převodovým stupněm 12. má vozidlový motor $1\,073 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$. Při stálém převodu zadní nápravy 2,21 v kombinaci automatické převodovky a použití vozidla pro dálniční provoz má vozidlo DAF nízkou spotřebou paliva s nižšími emisemi CO_2 .

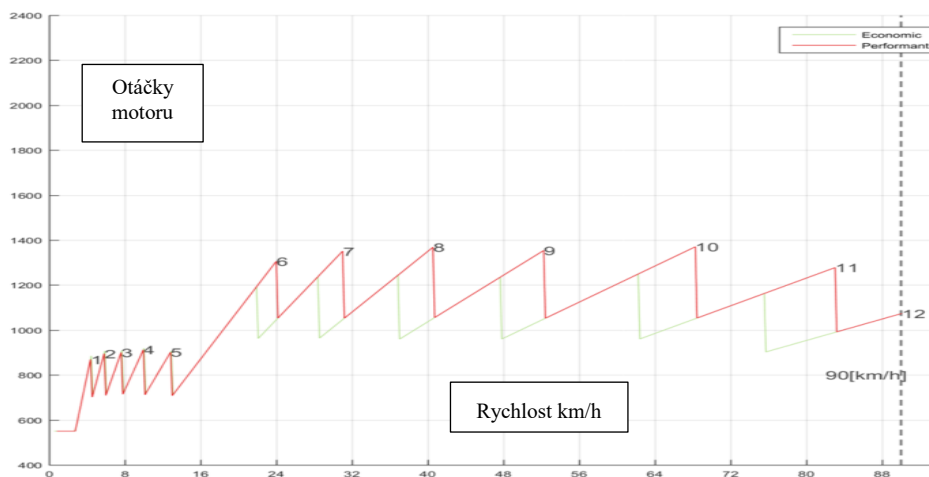


Obr. 3.4 Spotřeba paliva na simulované trase

Zdroj: [7].

Na základě podkladů z prodejního nástroje TOPEC na simulované trase je vozidlový motor využitý na 94,09 % z celkového výkonu vozidlového motoru. Nákladní vozidlo DAF využívá zařazeného nejvyššího stupně 12 automatické převodovky ze 63,97 % na sledované trase. **Průměrná spotřeba paliva na 100 km simulované trasy je 30,5 l.**

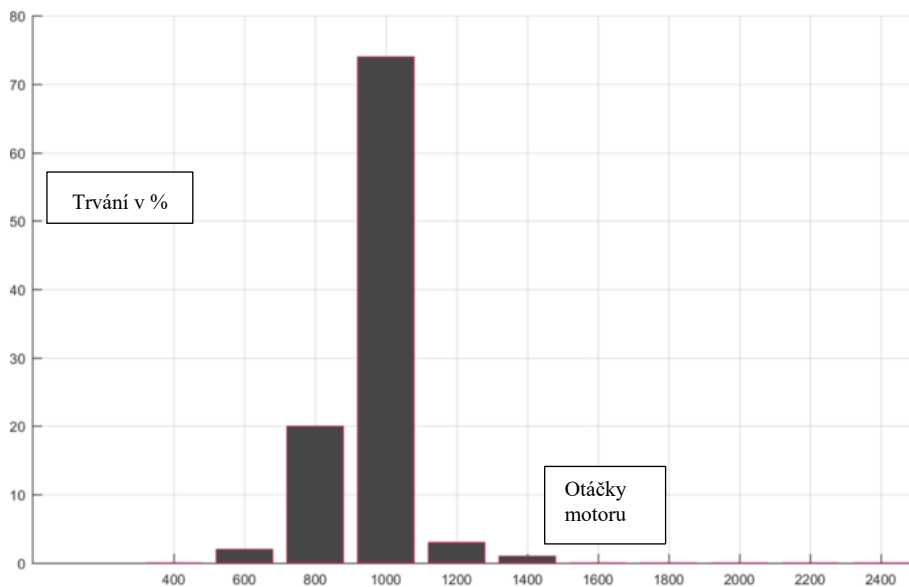
Na simulované trase nákladní vozidlo DAF spotřebovalo 316,6 l paliva a vyprodukovalo celkem 823,2 kg emise CO₂.



Graf 3.2 Statické zařazení převodů

Zdroj: [7].

Dle grafu 3.2, na kterém je znázorněné statické zařazení převodů u nákladního vozidla DAF je patrné, že při stálé rychlosti a při dálničním provozu vozidlo zařadí nejvyšší rychlostní stupeň již při 900 ot.min⁻¹, tzn. již od 75 km.h⁻¹ a při dosažení maximální rychlosti 90 km.h⁻¹ jsou otáčky vozidlového motoru 1070 ot.min⁻¹. Opět se potvrdí nízká spotřeba paliva s výsledkem nižších emisi CO₂.



Graf 3.3 Podíl otáček motoru na trase

Zdroj: [7].

Na simulované trase, jak znázorňují na grafu 3.3 je největší podíl otáček motoru 1 000 ot.min⁻¹, to odpovídá cca 74 % z celkové sledované trasy a 20 % z celkové sledované trasy jsou otáčky motoru 800 ot.min⁻¹.



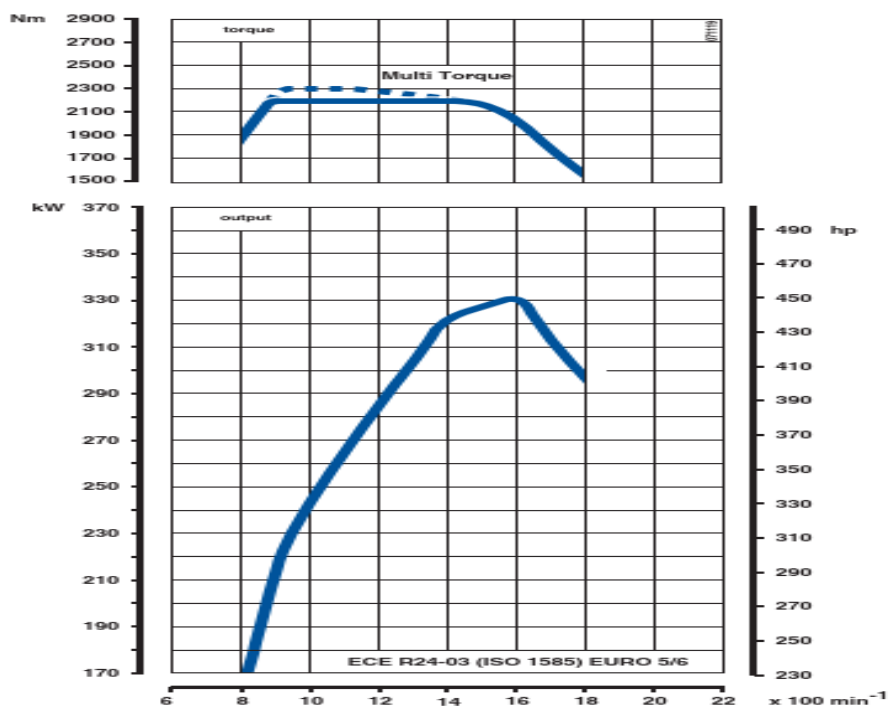
Obr. 3.5 Nákladní vozidlo MAN

Zdroj: [7].

Tab. 3.2 Hnací řetězec vozidel MAN

Motor (cm³)	10 518
Emisní norma	EEV
Maximální točivý moment (Nm)	2 100/ 900 - 1 125 ot.min ⁻¹
Maximální výkon motoru (kW)	324 / při 1 900 ot.min ⁻¹
Převodovka	Manuální 16 stupňů, poměr 16,41-1,00
Převodový poměr zadní nápravy	2,85
Provozní hmotnost tahače (kg)	7 900
Technická hmotnost soupravy (kg)	50 000
Celková délka soupravy (mm)	16 500

Zdroj: Vlastní zpracování.



Graf 3.4 Schéma motoru MAN

Zdroj: [7].



Obr. 3.6 Simulace nejvyšší rychlosti

Zdroj: [7].

Nákladní vozidlo MAN při maximální rychlosti $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a zařazeném nejvyšším převodovém stupni 16. má vozidlový motor $1352 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$. Při stálém převodu zadní nápravy 2,85 v kombinaci s manuální převodovky a použití vozidla pro dálniční provoz má nákladní vozidlo MAN vyšší spotřebu paliva s vyššími emisemi CO_2 .

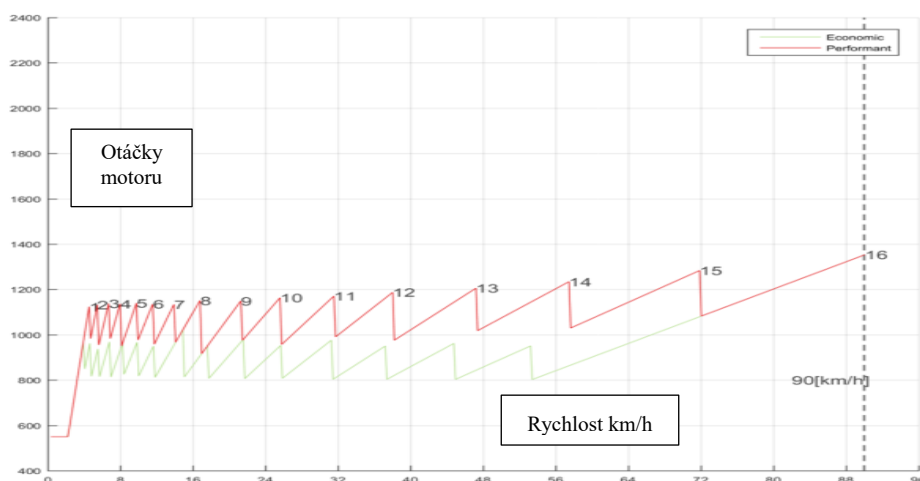


Obr. 3.7 Spotřeba paliva na simulované trase

Zdroj: [7].

Na základě podkladů z prodejního nástroje TOPEC na simulované trase je vozidlový motor využitý na 93,57 % z celkového výkonu vozidlového motoru. Nákladní vozidlo MAN využívá zařazeného nejvyššího stupně 16 manuální převodovky ze 78,06 % na sledované trase. **Průměrná spotřeba paliva na 100 km simulované trasy je 30,9 l.**

Na simulované trase nákladní vozidlo MAN spotřebovalo 320,7 l paliva a vyprodukovalo celkem 833,8 kg emise CO₂.

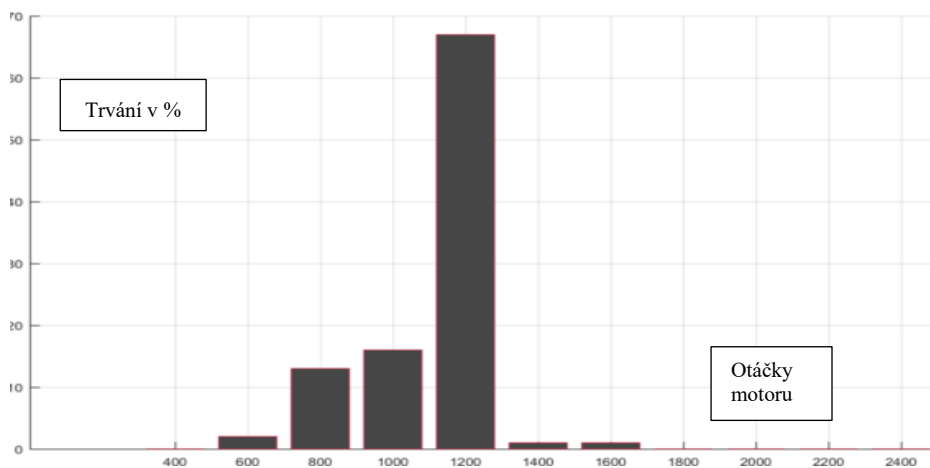


Graf 3.5 Statické zařazení převodů

Zdroj: [7].

Dle grafu 3.5, na kterém je znázorněné statické zařazení převodů u nákladního vozidla MAN je patrné, že při stálé rychlosti a při dálničním provozu vozidlo zařadí nejvyšší

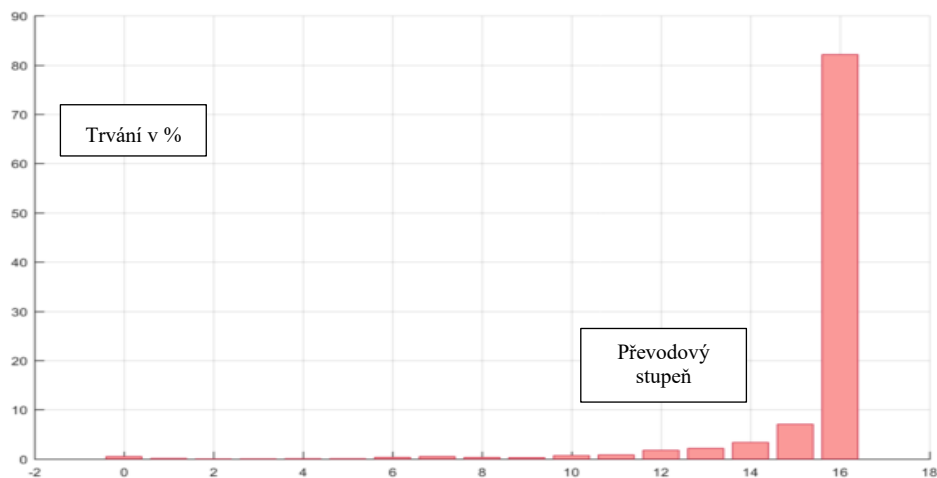
rychlostní stupeň 16 až při 1 030 ot.min⁻¹, tzn. již od 72 km.h⁻¹ a při dosažení maximální rychlosti 90 km.h⁻¹ jsou otáčky vozidlového motoru 1 352 ot.min⁻¹. Pokud vozidlo pojede maximální rychlostí 90 km.h⁻¹ dlouhodobě a při zařazeném nejvyšším rychlostním stupni 16, bude mít vysoké otáčky, jak je uvedené v grafu 3.3. Tím se potvrdí vysoká spotřeba paliva s výsledkem vyšších emisi CO₂.



Graf 3.6 Podíl otáček motoru na trase

Zdroj: [7]

Na simulované trase, jak znázorňují na grafu 3.6 je největší podíl otáček motoru 1 200 ot.min⁻¹, to je mnohem více než u nákladního vozidla DAF.



Graf 3.7 Využití rychlostních stupňů na trase

Zdroj: [7].

3.2 Návrh na rozbor vozidel dopravní telematikou

V praktické části diplomové práce budu porovnávat skutečnou spotřebu paliva za sledované období od 01.04. – 30.12.2020 u starších vozidel MAN a za sledované období 01.04 – 30.12. 2021 u nových vozidel DAF. Jak jsem zmínil v části diplomové práce s názvem simulace, budu porovnávat spotřebu paliva u celkem 12 ks nákladních vozidel. Údaje o celkovém počtu najetých kilometrů, o průměrném užitečném zatížení, průměrné spotřebě paliva a celkové spotřebě paliva jsem získal z dopravní telematiky webdispečink. Níže uvádím hodnoty všech sledovaných nákladních vozidel.

Tab. 0.3 Souhrnná tabulka vozidel MAN za období 01.04 – 30.12.2020

Spz	Celkem (km)	Průměrné zatížení (kg)	Průměrná spotřeba (l)	Spotřeba paliva celkem (l)
1BE 1835	77 566	11 000	32,1	24 919
9B1 1018	69 965	6 000	31,3	21 930
1BE 1394	50 313	8 100	33,5	16 880
9B4 2417	50 582	8 900	32,6	16 474
9B9 5961	71 526	12 500	30,4	21 751
1BB 4539	63 996	10 600	34	21 765

Zdroj: Vlastní zpracování.

Tab. 3.4 Souhrnná tabulka vozidel DAF za období 01.04. – 30.12.2021

Spz	Celkem (km)	Průměrné zatížení (kg)	Průměrná spotřeba (l)	Spotřeba paliva celkem (l)
2BS 6925	66 110	19 400	28,6	18 907
2BP 1378	42 134	17 600	27,4	11 535
2BP 1379	79 759	14 400	26	20 716
2BP 1380	82 811	12 100	27,7	22 957
2BS 5926	67 005	13 600	27,5	18 396
2BP 1377	67 997	18 300	26,6	18 101

Zdroj: Vlastní zpracování.

Tab. 3.5 Report vozidla MAN 1BE 1835

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 07:51 - 30.12.2020 16:51	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 08:09 - 30.12.2020 16:46	
Řidič 1 (ID karty:	Karel Dočkal (CZ0000000002YCN002)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	1BE 1835	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.55 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1188:40	
Běh motoru celkem:	1397:11	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1397:11	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	881:52	(63 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	14:46	(1,06 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	213:11	(18 %)
Stání se spuštěným motorem:	190:36	(14 %)
Volnoběh:	178:14	(13 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	12:22	(1 %)
PTO:	17:47	(1 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	21:09	(2 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	253:04	(21 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	03:54	(2 %)
Konstatní akcelerační pedál:	506:52	(43 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	63:17	(5.3 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	108:04	(8 %)
Počet brzdění [1/100km]:		43
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	90 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	32,1 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	32,0 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	24918,6 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	27,1 l/100km	(15 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	440.8 l	
Spotřeba paliva za PTO:	58.9 l	
Celková ujetá vzdálenost:	77566 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	427 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	1697 km	(2 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	18088 km	(23 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	23 %	
Prům. hmotnost [t]:	25,0 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	65,3 km/h	
Rozjezdy:	7001 9 /100km	
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1172 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	916.1 l	

Zdroj: [9].

3.2.1 Report dopravní telematiky vozidla MAN 1BE 1835

Nákladní vozidlo MAN 1BE 1835 za sledované období od 01.04. – 30.12.2020 spotřebovalo celkem 24 919 l paliva při průměrném užitečném zatížení 11 000 kg (provozní hmotnost jízdní soupravy cca 14 000 kg) a průměrné spotřebě 32,1 l na 100 km. Dle přepočtu na emise CO₂ nákladní vozidlo MAN vyprodukovalo 64 789 kg. Celkový nájezd km za sledované období je 77 566.

Návrh snížení emisí CO₂ u vozidla MAN

Na základě sledování nákladního vozidla MAN prostřednictvím dopravní telematiky se opět potvrdilo a jak jsem zmínil v části simulace, že starší nákladní vozidla MAN jsou vybavena převodem na zadní nápravě 2,85 s manuálním převodovkou 16 st. a vozidlovým motorem o objemu 10 518 cm³ a výkonu 324 kW. Tento převod na zadní nápravě v kombinaci s vozidlovým motorem o výkonu 324 kW, který je spřažen s manuální 16 st. převodovkou negativně ovlivňuje otáčky motoru, které jsou příliš vysoké a při použití nákladního vozidla na dálnici, vykazuje nákladní vozidlo vyšší spotřebu paliva. Dalším faktorem je samotná obsluha nákladního vozidla MAN, kdy řidič používá manuální převodovku a špatně zvolenými převodovými stupni nebo zbytečné jízdě ve vysokých otáčkách negativně ovlivňuje spotřebu paliva. Spotřeba paliva v otáčkách nad 1 440 ot.min⁻¹ činná za sledované období **916 l**, to je **2 382 kg CO₂**. Dalším ukazatelem, který ovlivňuje negativně spotřebu paliva a emise CO₂ je samotný volnoběh vozidla, kdy řidiči při stání vozidla ponechávají vozidlový motor v chodu při stání vozidla. Na základě hodnocení školitele hospodárné jízdy je pro volnoběh tolerance do 8 %. Sledované vozidlo vykazuje celkem 13 % a spotřebovalo za reportované období 441 l při volnoběhu. To je o 5 % více a o **22 l** spotřebované paliva, emise CO₂ se zvýší o **57 kg**. Důležitým faktorem, který je možné ovlivnit je maximální rychlost vozidla na dálnici. Výrobci nákladních vozidel tvrdí, že když vozidlo se pohybuje maximální rychlostí 90 km.h⁻¹, dosahuje vyšší spotřeby paliva o 4 %, oproti vozidlu, které jede maximální rychlostí 89 km.h⁻¹. Sledované vozidlo MAN dle Tab. 3.5 ujelo vzdálenost 18 088 km při překročení rychlosti v tahu nad 85 km.h⁻¹. To odpovídá další zvýšené spotřebě o **231 l** za sledované období, to je **601 kg** emisí CO₂ navíc.

Úspora paliva a snížení emisí CO₂ MAN

Na základě doporučení a vyhodnocení školitelem hospodárné jízdy je možné spotřebu paliva za sledované období nákladního vozidla MAN snížit z původních 24 919 l na 23 750 l. Úspora paliva činí 1 169 l za sledované období od 01.04.2020 – 31.12.2020, to je snížení emisí CO₂ o dalších 3 039 kg.

Tab. 3.6 Report vozidla DAF 2BP 1379

áznam Start - Záznam Stop:	01.04.2021 03:50 - 23.12.2021 13:56	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2021 03:50 - 23.12.2021 13:56	
Řidič 1 (ID karty:	Kofi Kelvin Kwarteng (UKDB08302162085822)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	2BP 1379	
Automaticky rozpoznávaný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.71 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1248:52	
Běh motoru celkem:	1287:57	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1287:57	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	822:39	(64 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	02:40	(0,21 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	399:08	(32 %)
Stání se spuštěným motorem:	42:13	(3 %)
Volnoběh:	30:00	(2 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	12:13	(1 %)
PTO:	00:00	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	121:25	(10 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	827:25	(66 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	02:19	(0 %)
Konstatní akcelerační pedál:	76:11	(6 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	29:50	(2.4 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	132:35	(10 %)
Počet brzdění [1/100km]:		21
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	98 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	26,0 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	26,0 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	20715,9 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	25,6 l/100km	(1 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	121.5 l	
Spotřeba paliva za PTO:	0 l	
Celková ujetá vzdálenost:	79759 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	565 km	(0.7 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	9228 km	(12 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	866 km	(1 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	1 %	
Prům. hmotnost [t]:	28,4 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	63,9 km/h	
Rozjezdy:		4663 5.9 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	979 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	140.7 l	

Zdroj: [9].

3.2.2 Report dopravní telematiky vozidlo DAF 2BP 1379

Vozidlo DAF 2BP 1379 za sledované období od 01.04. – 30.12.2021 spotřebovalo celkem 20 716 l paliva při průměrném užitečném zatížení 14 400 kg (provozní hmotnost jízdní soupravy cca 14 000 kg) a průměrné spotřebě 26 l na 100 km. Dle přepočtu na emise CO₂ vozidlo DAF vyprodukovalo 53 862 kg. Celkový nájezd km za sledované období 79 759.

Návrh snížení emisí CO₂ u vozidla DAF

Na základě sledování nákladního vozidla DAF prostřednictvím dopravní telematiky se potvrdilo, že nová nákladní vozidla DAF jsou vybavena převodem na zadní nápravě 2,21 s automatickou převodovkou 12 st. a vozidlovým motorem o objemu 12 900 cm³ a výkonu 355 kW jsou více hospodárná. Tento převod na zadní nápravě v kombinaci s vozidlovým motorem o výkonu 355 kW, který je spřažen s automatickou 12 st. převodovkou ovlivňuje otáčky motoru, které jsou nižší a při použití nákladního vozidla na dálnici, vykazuje nákladní vozidlo nižší spotřebu paliva s výsledným efektem nižších emisí CO₂. Dalším faktorem je samotná obsluha nákladního vozidla DAF, kdy řidič používá automatickou převodovku. Použití automatické převodovky u nákladního vozidla DAF je správné a potlačuje jízdu ve vysokých otáčkách vozidlového motoru a eliminuje chybovost obsluhy nákladního vozidla. Spotřeba paliva v otáčkách nad 1 440 ot.min⁻¹ za sledované období je pouze **141 l**, to je **367 kg CO₂**. Dalším ukazatelem, který ovlivňuje negativně spotřebu paliva a emise CO₂ je samotný volnoběh vozidla, kdy řidiči při stání vozidla ponechávají vozidlový motor v chodu při stání vozidla. Na základě hodnocení školitele hospodárné jízdy je pro volnoběh tolerance do 8 %. Sledované vozidlo vykazuje celkem 2 % a spotřebovalo za reportované období **121 l** při volnoběhu. To je v toleranci do 8 %, dle školitele hospodárné jízdy, nebudu zahrnovat do výsledku snížení spotřebovaného paliva. Důležitým faktorem, který je možné ovlivnit je maximální rychlost vozidla na dálnici. Výrobci nákladních vozidel tvrdí, že když vozidlo jede maximální rychlostí 90 km.h⁻¹, dosahuje vyšší spotřeby paliva o 4 % oproti vozidlu, které jede maximální rychlostí 89 km.h⁻¹. Sledované vozidlo DAF dle Tab. 3.6 ujelo vzdálenost 866 km při překročení rychlosti v tahu nad 85 km.h⁻¹. To odpovídá další nepatrné zvýšené spotřebě o **13 l** za sledované období, to je **34 kg** emisí CO₂ navíc.

Úspora paliva a emisí CO₂ DAF

Na základě doporučení a vyhodnocení školitelem hospodárné jízdy je možné spotřebu paliva za sledované období u vozidla DAF snížit z původních 20 716 l na 20 562 l. Úspora paliva činí 154 l za sledované období od 01.04.2020 – 31.12.2020, to je snížení emisí CO₂ o dalších 400 kg.

Na základě sledovaných parametrů (průměrná spotřeba paliva, celková spotřeba paliva, užitečné zatížení) je zřejmé, že nové nákladní vozidlo DAF dosahuje při větším nájezdu kilometrů a vyšším užitečném zatížení nižší spotřeby paliva a nižších emisí CO₂. U obou sledovaných nákladních vozidel MAN a DAF dle vyhodnocení školitele hospodárné jízdy je možné dosáhnout nižší spotřeby paliva s výhledem nižších emisí CO₂. U nákladního vozidla MAN se spotřeba může snížit o dalších 1 169 L za sledované období od 01.04.2020 – 31.12.2020, to je snížení emisí CO₂ o dalších 3 039 kg. U nákladního vozidla DAF se spotřeba paliva může nepatrně snížit o dalších 154 L, to je snížení emisí CO₂ o 400 kg.

3.3 Další návrhy pro úsporu paliva a emise CO₂

3.3.1 Nová legislativa, směrnice EU 97/27/EC

„V následující tabulce 4.6 jsou uvedeny maximální rozměry motorových vozidel, přívěsů a vozidlových souprav týkající se mezinárodní nákladní dopravy v Evropě. Je však možné odchýlit se od rozměrů uvedených v tabulce pod bodem 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.6, 1.7 a 1.8. Delší rozměry jsou povoleny, pokud prodloužení přispívá ke zlepšení energetické efektivity, zejména s ohledem na aerodynamické vlastnosti kabin. Jakékoliv odchylky od rozměrů uvedených v tabulce musejí splňovat požadavky uvedené v odstavci 2 směrnice 96/53/EC a musejí splňovat bod 1.1 v příloze I směrnice 2007/46/EC.

Není určeno záždné omezení délky prodloužení, ale je nutné splnit několik dalších požadavků:

- *Vozidlo přesto musí splnit požadavky na poloměr otáčení uvedené pod bodem 1.5 Přílohy I směrnice 96/53/EC,*
- *Prodloužení lze provést pouze mezi zadní částí kabiny a předním nárazníkem a na zadní části nástavby nebo přívěsu jsou prodloužení omezena na přidání např. zástěrek, které vylepšují aerodynamiku,*
- *Prodloužení provedená na přední části kabiny musejí splňovat ustanovení „Obálka kabiny“ uvedené ve směrnici 2019/1892,*
- *Prodloužení vozidla nesmí vést k prodloužení nákladového délky,*
- *Vozidlo musí být zaregistrováno jako vozidlo, které splňuje článek 9A směrnice 96/53/EC (musí být uveden na typovém štítku vozidla),*
- *Pro samostatná vozidla dále platí, že celkovou délku 12 m lze překročit pouze v případě, že délka nákladové plochy (místo na podvozku pro nástavbu) nepřekročí 10,5 m. '[7]*

Tab. 3.7 Maximální povolené rozměry

1	Maximální povolené rozměry	
1,1	Maximální délka	
1.1.1	Přívěs, přívěs s ojí, přívěs s centrální nápravou	12,00 m
1.1.2	Přívěs, přívěs s ojí, přívěs s centrální nápravou	12,00 m
1.1.3	Kloubová vozidla, soupravy návěsů	16,50 m
1.1.4	Silniční nákladní soupravy, soupravy přívěsů s ojí a přívěsů s centrální nápravou	18,75 m
1.2	Maximální šířka	
- a -	Všechna vozidla	2,55 m
- b -	Vozidla speciálně navržená pro dopravu zboží s řízenou teplotou. Tloušťka boční stěny, včetně izolace, alespoň 45 mm	2,60 m
1.3	Maximální výška	4,00 m
1.4	Demontovatelné nástavby a standardizované nákladové položky, například kontejnery, jsou zahrnuty v rozměrech uvedených v odstavcích 1.1, 1.2, 1.3, 1.6, 1.7, 1.8 a 4.4	
1,5	Motorová vozidla nebo souprava vozidel musí být schopná opsat kruh s poloměrem maximálně 12,50 m (nejvzdálenější vnější přední bod) a současně musí být poloměr vnitřního kruhu alespoň 5,30 m	
	Když se vozidlo přesune dopředu na některou stranu po kruhu s poloměrem 12,50 m, žádná jeho část se nesmí přesunout vně svislé roviny o více než 0,80 m	
1,6	Maximální vzdálenost mezi osou svislého čepu návěsu pro připojení do točnice a zadní částí návěsu	12,00 m
1,7	Maximální vzdálenost měřená rovnoběžně k podélné ose silniční nákladní soupravy od nejvzdálenějšího předního vnějšího bodu nákladové plochy za kabinou k nejvzdálenějšímu zadnímu vnějšímu bodu soupravy přívěsů, mínus vzdálenost mezi zadní částí tahače a přední částí přívěsu (A+B)	15,65 m
1,8	Maximální vzdálenost měřená rovnoběžně k podélné ose silniční nákladní soupravy od nejvzdálenějšího předního vnějšího bodu nákladové plochy za kabinou k nejvzdálenějšímu zadnímu vnějšímu bodu soupravy přívěsů (A+T+B)	16,40

Zdroj: vlastní zpracování podle [7].

Výrobce nákladních vozidel DAF je první výrobce, který využívá nové předpisy EU upravující hmotnosti a rozměry. Prodloužená kabina, zúžený design kabiny poskytuje výjimečnou aerodynamiku a snižuje emise CO₂, dle Obr. 3.7, 3.8.



Obr. 3.8 Prodloužení vozidlové soupravy dle nové legislativy

Zdroj: [7].



Obr. 3.9 Aerodynamický design kabiny

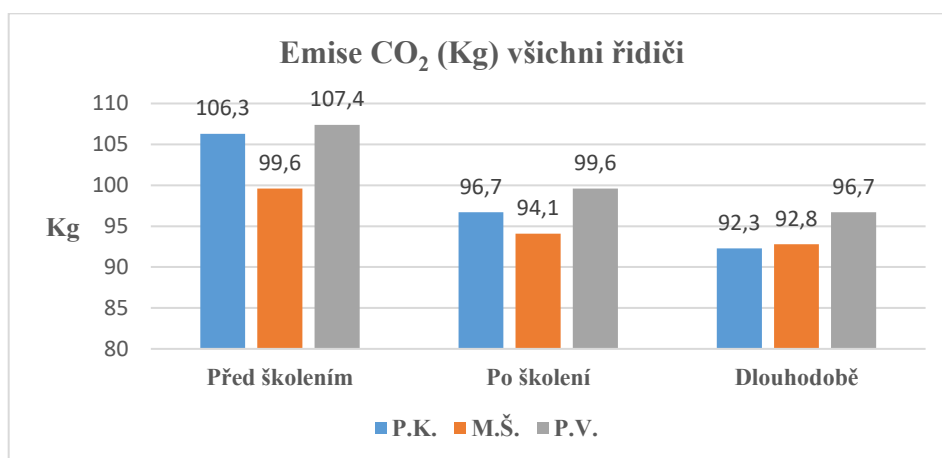
Zdroj: [7].

Jak uvádí výrobce DAF, aerodynamický výkon je základním kamenem nákladních vozidel DAF. Po rozsáhlých simulacích a silničních testech získalo nákladní vozidlo optimální design, který obsahuje celou řadu nových aerodynamických prvků. Výsledkem je extrémně nízký aerodynamický odpor, který vede vzduch kolem vozidla. Všechny tyto funkce zajišťují zlepšení aerodynamického výkonu o 10 %, což vede k nižší spotřebě paliv a nižších emisí CO₂.

3.3.2 Školení řidičů

Aby zákazníci své nákladní vozidlo mohli využívat na maximum, je nutné, aby byli řidiči s obsluhou vozidla dokonale obeznámeni a znali všechny možnosti, které nabízí. Proto společnost DAF nabízí školení řidičů DAF, ve kterém se řidiči naučí vozidlo používat nejlepším možným způsobem a snížit spotřebu paliva. Během školení se každý řidič naučí ušetřit 5 až 10 % paliva, což v praxi znamená trvalou úsporu nákladů o 3 až 5 %. Instruktoři mají certifikát DAF a jsou školeni přímo v obchodním zastoupení společnosti DAF dané země. Instruktoři tak mají vždy nejnovější informace o vozidlech a mohou zákazníkům poskytnout školení v nejvyšší možné kvalitě. Řidiči jsou nepostradatelní pro dosahování maximální úrovně efektivity dopravy. Školení řidičů jim pomáhá snižovat spotřebu paliva, zvládat lépe dopravní situaci a zvyšovat bezpečnost provozu. Efekt školení a emisí CO₂ je uvedený v grafu 3.8.

Technika jízdy je jedním z nejdůležitějších činitelů hospodárného provozu nákladních vozidel, který může ovlivnit přímo řidič. Zvládnutí správné techniky jízdy vyžaduje nejen teoretické znalosti, praktické zkušenosti, ale i důkladnou znalost ovládání všech systémů daného nákladního vozidla. Proto by měl řidič při převzetí jemu dosud neznámého typu nákladního vozidla požadovat podrobný návod k obsluze, aby se s ním mohl dostatečně seznámit. Proto výrobci vozidel nabízejí školící programy, ve kterých jsou řidiči seznamováni s ovládáním a činnostmi nejdůležitějších prvků nákladního vozidla, které přímo ovlivňují jak spotřebu paliva, tak i bezpečnost provozu. Nesprávná technika jízdy může zvýšit spotřebu až o 20%.



Graf 3.8. Školení řidičů s efektem snížení CO₂.
Zdroj: vlastní zpracování

V grafu 3.6, jak uvádím, je jasné, že školení hospodárné a ekologické jízdy s nákladními vozidly má vliv na snižující se emise CO₂. Někteří řidiči při jízdě stále používají špatné návyky při jízdě s nákladním vozidlem a tím negativně ovlivňují spotřebu paliva s vyššími emisemi CO₂. Doporučuji každého řidiče řádně proškolit a preventivně školení po delší době opakovat. Výsledkem jsou nižší náklady na provoz vozidla s nižšími emisemi CO₂.

3.3.3 Konfigurace vozidla

Správně zvolená specifikace nákladního vozidla je základním předpokladem pro budoucí úsporu a k životnímu prostředí šetrnou jízdu. Například současné moderní vozidlové motory jsou konstruovány pro optimální použití v nízkých otáčkách, kde mají nejnižší měrnou spotřebu paliva. Díky příznivému průběhu křivky točivého momentu velmi dobře pracují i při vysokém zatížení. Svou roli hraje volba vhodné výkonové varianty. Pokud vozidlo bude jezdit převážně po rovině s velkoobjemovými náklady, tak je zbytečné použití motoru s vysokým výkonem a naopak. Vhodnou volbou vozidlového motoru na specifické podmínky lez ušetřit až 8 % paliva s výsledným efektem nižších emisí CO₂. Například nákladní silniční vozidlo, které je určeno pro převoz dřevní hmoty, a to kulatiny, které je provozováno na vnitrostátní dopravě bude vybaveno vozidlovým motorem o výkonu od 390 kW. Vozidlový motor o dostatečném výkonu, který bude pracovat při plném zatížení od 900 – 1 300 ot.min⁻¹ a bude použitý se zadním převodovým poměrem min. 2,64 s výstupem z převodovky 1:1. Taková vozidlová souprava bude pracovat efektivně při plném zatížení 45 000 kg ve vnitrostátní dopravě a bude mít pozitivní dopad na emise CO₂.

Odborná obsluha a údržba vozidla

„Je nepochybné, že odborná obsluha vozidla s využitím všech jeho systémů, které mají podporovat řidiče v jeho činnostech, má značný vliv na spotřebu paliva. Kromě obsluhy se na spotřebě projevuje kvalita údržby vozidla, i když úspory se mohou pohybovat jen v desetinách litru. Svůj nezanedbatelný vliv má správně prováděná údržba i na zvyšování bezpečnosti. Pravidelně proto kontrolujte svěřené vozidlo, zejména pak:

- *předepsaný tlak pneumatik o 20 % nižší tlak vzduchu v pneumatice znamená +3 % zvýšení spotřeby,*

- pravidelně čistěte lamely chladiče motoru i mezichladiče stlačeného vzduchu a vyměňujte vložku čističe vzduchu,
- hladinu motorového oleje udržujte v předepsaných mezích a stejně jako ostatní provozní kapaliny vyměňujte v předepsaných intervalech,
- pravidelně kontrolujte těsnost vzduchotlaké soustavy – případné netěsnosti zvyšují nároky na dodávku tlakového vzduchu a tím zvyšují spotřebu paliva. “ [5, s. 23]

3.3.4 Jízdní funkce pro úspornou spotřebu paliva

Jízdní funkce pro úspornou spotřebu paliva podporují řidiče při snižování spotřeby paliva a snižují emise CO₂ při každodenní práci řidiče.

Všechna moderní nákladní silniční vozidla jsou vybavena volitelnými funkcemi tempomatu. Funkce tempomatu udržuje stálou rychlost vozidla za různých podmínek na silnici a řidič je může aktivovat a deaktivovat. Funkce tempomatu kombinují všechny kontrolní funkce rychlosti nákladního vozidla a vzdálenosti jako jsou tempomat, adaptivní tempomat, prediktivní tempomat a ovládání rychlosti při jízdě ze svahu.

Adaptivní tempomat

Omezení konvenčního tempomatu byla překonána adaptivním tempomatem. Pokud nákladní vozidlo dojede jiné vozidlo, adaptivní tempomat ubere plyn a aplikuje brzdou sílu, aby udržel bezpečnou vzdálenost nastavenou řidičem.

Prediktivní tempomat

Prediktivní tempomat je založen na technologii GPS. Využívají se podrobná mapová silniční data pro stanovení jízdních podmínek, s nimiž se vozidlo setká. Při předvídání nadcházejících změn sklonu může prediktivní tempomat změnit akce funkce ecoroll, potlačit nastavenou rychlost jízdy nebo změnit strategii řazení u automatických převodovek, aby ušetřil palivo. Při běžném využití na dlouhé vzdálenosti budou úspory paliva představovat 1,5 % a na kopcovitých vozovkách jsou možné úspory 4 %.

Ovládání rychlosti při jízdě ze svahu

Omezuje rychlost při jízdě ze svahu využitím doplňkových brzdných systémů, jako motorová brzda nebo retardér. Ovládání rychlosti při jízdě ze svahu se aktivuje automaticky, když je aktivní funkce tempomatu. Řidič tuto funkci využije, když nechce překročit maximální rychlostní limit. Omezovač rychlosti se ovládá spínačem na volantu a při jízdě ze svahu automaticky omezí rychlost o 2 km.h^{-1} vyšší, než je nastavená rychlost omezovače rychlosti. Řidič může nastavit dočasný limit rychlosti na libovolnou rychlost od 30 km.h^{-1} do maximální rychlosti nákladního vozidla.

Režim ECO

Funkce ECO podporuje řidiče v úspornějším způsobu jízdy. Standartně se dodává se všemi nákladními vozidly vybavenými manuální nebo automatickou převodovkou. Funkce snižuje spotřebu paliva prostřednictvím optimalizace chování řazení předovky. Řidič má možnost změnit chování řazení převodovky použitím funkce ECO OFF (režim ECO vypnutý), pokud jede po dálnici. Výchozí nastavení výkonu nákladního vozidla se přepne na úsporu paliva.

4 Vyhodnocení návrhů

4.1 Vyhodnocení návrhů snížení emisí CO₂

Tab. 4.1 Celková spotřeba paliva a emisí CO₂ vozidel MAN

Spz	Nájezd (km)	Průměrné zatížení (kg)	Spotřeba paliva celkem (l)	Emise CO ₂ (kg)
1BE 1835	77 566	11 000	24 919	64 789
9B1 1018	69 965	6 000	21 930	57 018
1BE 1394	50 313	8 100	16 880	43 893
9B4 2417	50 582	8 900	16 474	42 832
9B9 5961	71 526	12 500	21 751	56 553
1BB 4539	63 996	10 600	21 765	56 589
Celkem	383 948		123 719	321 674

Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

Tab. 4.2 Celková spotřeba paliva a emisí CO₂ vozidel DAF

Spz	Nájezd (km)	Průměrné zatížení (kg)	Spotřeba paliva celkem (l)	Emise CO ₂ (kg)
2BS 6925	66 110	19 400	18 907	49 158
2BP 1378	42 134	17 600	11 535	29 991
2BP 1379	79 759	14 400	20 716	53 862
2BP 1380	82 811	12 100	22 957	59 688
2BS 5926	67 005	13 600	18 396	47 830
2BP 1377	67 997	18 300	18 101	47 063
Celkem	405 816		110 612	287 592

Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

Tab. 0.1 Hmotnost nákladu na 1 l spotřebovaného paliva vozidel MAN

Spz	Hmotnost nákladu (kg) na 1 l	Průměrné zatížení (kg)	Průměrná spotřeba (l)
1BE 1835	342,7	11 000	32,1
9B1 1018	191,7	6 000	31,3
1BE 1394	241,8	8 100	33,5
9B4 2417	273	8 900	32,6
9B9 5961	411,2	12 500	30,4
1BB 4539	311,8	10 600	34

Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

Podle hodnot, které uvádím dle Tab. 4.3, kdy jsem přepočítal hmotnost nákladu v kg na spotřebované palivo 1 l nafty, je průměrný náklad 295,4 kg u nákladních vozidlových souprav MAN za sledované období na 1 l spotřebované nafty.

Tab. 4.4 Hmotnost nákladu na 1 l spotřebovaného paliva vozidel DAF

Spz	Prům. hmotnost nákladu (kg) 1 l	Průměrné zatížení (kg)	Průměrná spotřeba (l)
2BS 6925	678,3	19 400	28,6
2BP 1378	642,3	17 600	27,4
2BP 1379	553,9	14 400	26
2BP 1380	436,8	12 100	27,7
2BS 5926	494,6	13 600	27,5
2BP 1377	688	18 300	26,6

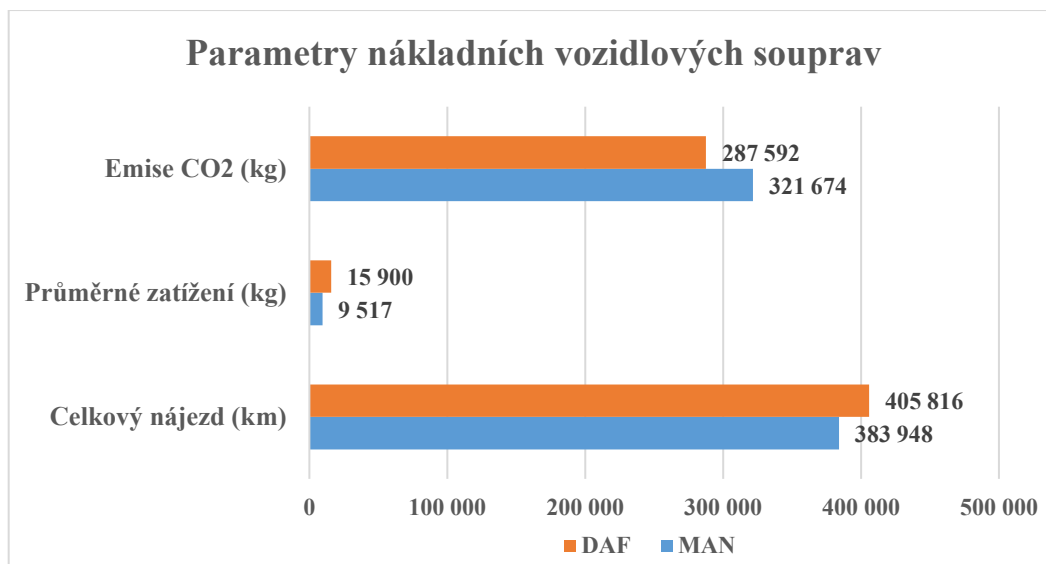
Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

Podle hodnot, které uvádím dle Tab. 4.4, kdy jsem přepočítal hmotnost nákladu v kg na spotřebované palivo 1 l nafty, je průměrný náklad 582,3 kg u nákladních vozidlových souprav DAF za sledované období na 1 l spotřebované nafty. Nákladní vozidla DAF převezla v průměru o 286,9 kg nákladu více při spotřebě 1 l nafty oproti nákladním vozidlům MAN.

Tab. 4.5 Výsledná tabulka emisí CO₂

Vozidla	Celkový nájezd (km)	Průměrné zatížení (kg)	Emise CO ₂ (kg)
MAN	383 948	9 517	321 674
DAF	405 816	15 900	287 592

Zdroj: vlastní zpracování podle [9].



Graf 0.1 Parametry nákladních vozidlových souprav
Zdroj: vlastní zpracování podle [9].

4.2 Vyhodnocení dalších návrhů

Aerodynamika

Čelní plocha $S_{\check{c}} = 9,67 \text{ m}^2$ u nákladního vozidla DAF a čelní plocha $S_{\check{c}} = 9,62 \text{ m}^2$ u nákladního vozidla MAN není rozdílná a zásadně se neliší. Tvar obou kabin je podobný s podobným součinitelem odporu vzduchu C_x . Aerodynamika má zásadní vliv na spotřebu paliva a emise CO_2 . Aerodynamika u obou typů nákladních vozidel se výrazně neliší.

Hmotnost

V teoretické části 2.1.1 diplomové práce uvádím, že každá tuna nákladu navíc v dálničním provozu znamená nárůst průměrné spotřeby paliva o $0,7 \text{ l} / 100 \text{ km}$. Bude mít vliv na celkovou spotřebu paliv u skupiny nákladních vozidel DAF z důvodu vyššího průměrného zatížení s výsledkem nárůstu emisí CO_2 . Toto se také nepotvrdilo. Naopak nákladní vozidlové soupravy DAF vykazují nižší spotřebu paliv při vyšším užitečném zatížení.

Specifikace vozidel (hnací ústrojí)

Nákladní vozidla DAF jsou vybavena převodovým poměrem zadní nápravy 2,21. Nákladní vozidla MAN jsou vybavena převodovým poměrem zadní nápravy 2,85. Na základě simulace TOPEC RTS, kdy jsem na konkrétní trase a při identickém užitečném zatížení zkoumal otáčky vozidlového motoru, jsem zjistil, že pokud vozidla jedou na maximální rychlost 90 km.h⁻¹ při zařazeném nejvyšším převodovém stupni, jsou otáčky vozidlového motoru zásadně rozdílné. Současné moderní vozidlové motory jsou konstruovány pro optimální použití v nízkých otáčkách, kde mají nejnížší měrnou spotřebu paliva. Díky příznivému průběhu křivky točivého momentu velmi dobře pracují i při vysokém zatížení. Svou roli hraje volba vhodné výkonové varianty. Při dálničním provozu to zásadně ovlivní spotřebu paliva a emise CO₂. Při použití dopravní telematiky se tato skutečnost opět potvrdila u všech sledovaných nákladních vozidel MAN, DAF.

Rozborem parametrů hmotnosti vozidlové soupravy, aerodynamického odporu a specifikace vozidla (hnací ústrojí) jsem porovnal starší vozidlové soupravy MAN s novými vozidlovými soupravami DAF. Použil jsem nástroj TOPEC RTS a dopravní telematiku. V části 3.1 jsem simuloval obě nákladní vozidlové soupravy na trase a zkoumal jsem podle grafu simulace nejvyšší rychlosti, spotřeba paliva na trase, statické zařazení převodů, podíl otáček vozidlového motoru na trase a využití rychlostních stupňů na trase. V části simulace TOPEC RTS se potvrdila nižší emise CO₂ s hodnotou **823,2 kg** u nákladního vozidla DAF a u nákladního vozidla MAN emise CO₂ **833,8 kg** na simulované trase Rotterdam – Milano.

V části 3.2 diplomové práce rozbor vozidel dopravní telematikou je výsledek, že starší vozidlové soupravy MAN vyprodukovala při menším nájedzu kilometrů 383 948 a nižším průměrném užitečném zatížení 9 517 kg emise CO₂ **321 674 kg**. Nové vozidlové soupravy DAF při větším nájedzu kilometrů 405 816 a vyšším průměrném zatížení 15 900 kg vyprodukovala nižší emise CO₂ **287 592 kg**. Rozdíl u obou skupin nákladních vozidlových souprav je 34 082 kg emisí CO₂. V části rozboru vozidel dopravní telematikou se potvrdila nižší emise CO₂ o **34 082 kg** u skupiny nových nákladních vozidlových souprav DAF. Nové vozidlové soupravy DAF vykazují nižší spotřebu paliva s nižšími emisemi CO₂, jsou efektivnější na spotřebu 1 l paliva.

Závěr

V této diplomové práci byly popsány tři základní faktory, které ovlivňují spotřebu paliva. Charakterizoval jsem parametr celkové hmotnosti vozidlové soupravy a rozdíl hmotnosti s vlivem na spotřebu paliva a emise oxidu uhličitého, dále jsem popsal vliv aerodynamiky při samotné jízdě vozidlové soupravy a zkoumal jsem specifikaci nákladního vozidla rozborem hnací soustavy. Záměrem práce bylo zkoumání, zda obnova vozidlového parku v nákladní silniční dopravě má pozitivní dopad na snížení emisí oxidu uhličitého, zda obměna starších vozidlových souprav za nová nákladní silniční vozidla přinese výsledek nižší spotřeby paliva s výsledkem nižších emisí oxidu uhličitého.

Obě skupiny vozidlových souprav jsem podrobil simulaci na shodné trase při identickém zatížení. Využil jsem simulačního programu TOPEC RTS, kterým jsem simuloval provoz vozidel a zjistil jsem rozdíly ve specifikaci vozidel, zejména rozdíly v hnací soustavě při použití rozdílných převodů na zadních nápravách. To se projevilo při simulování otáček vozidlového motoru, kdy starší vozidla MAN vykazovala příliš vysoké otáčky vozidlového motoru a při dálničním provozu je spotřeba na simulované trase vyšší s vyššími emisemi oxidu uhličitého, to považuji za zásadní, co ovlivňuje spotřebu paliva.

Vytyčeného cíle jsem dosáhl v kapitole 3.2, kdy jsem využil u všech sledovaných vozidlových souprav dopravní telematiku, která potvrdila, že obnova vozidlového parku má jasný výsledek snížení spotřeby paliva s efektem nižších emisí oxidu uhličitého. Nový vozidlo park vykazuje při vyšším užitečném zatížení a většimu nájezdu kilometrů nižší emise oxidu uhličitého.

Seznam zdrojů

- [1] NOVÁK, Jaroslav a kol. *Kombinovaná přeprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-948-7.
- [2] JÍLEK, Petr a Jan POKORNÝ. *Úvod do spalovacích motorů*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-743-8.
- [3] HODKOVÁ, Julie. *Výpočet emisí na základě spotřeby* [online]. Praha: České vysoké učení technické, 2010 [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/kalkulacka/>.
- [4] Statistiky: Ročenky dopravy ČR. *Www.mdcz.cz* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2022 [cit. 2022-01-19]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Statistiky>.
- [5] ČUMPELÍK, Jiří. *Hospodárná a ekologická jízda*. Praha: Sdružení automobilových dopravců ČESMAD Bohemia, 2008. Řidičova knihovna. ISBN 978-80-904249-1-3.
- [6] VALA, Miroslav a Miroslav TESAŘ. *Teorie a konstrukce silničních vozidel I*. I. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-503-X.
- [7] DAF TRUCKS N.V. *FUEL EFFICIENCY*. EINDHOVEN: DAF TRUCKS N.V., 2017. Dostupné z: intranet společnosti.
- [8] CEMPÍREK PH.D., Prof. Ing. Václav, Doc. Dr. Ing. Oldřich KODYM a Ing. Libor KAVKA PH.D. *Inteligentní dopravní systémy: Telematické aplikace*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2020. ISBN 978-80-87179-xx-x. ISSN 978-80-87179-xx-x.
- [9] WEBDISPEČINK. *WEBDISPEČINK* [online]. PRAHA: PRINCIP, 2022 [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: <https://www.webdispecink.cz/>.
- [10] DRESLER, Pavel, Michal RICHTÁŘ a Jakub ŠMIRAUS. *Stavba silničních vozidel*. Druhé. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2017. ISBN 978-80-248-3264-7.

- [11] ŠIROKÝ, Jaromír. *Technologie dopravy*. Třetí upravené vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016. ISBN 978-80-7560-017-2.
- [12] BRIŠ, R., LITSCHMANNOVÁ, M.: Statistika I pro kombinované studium [online]. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2004. Dostupné z <http://home1.vsb.cz/~lit40/STA1/statistika.html?butt1=Statistika+I>

Seznam grafických objektů

Seznam grafů

Graf 1.1 Složení výfukových plynů vznětového motoru.....	20
Graf 1.2 Rozdělení mechanické energie	22
Graf 3.1 Schéma motoru DAF	48
Graf 3.2 Statické zařazení převodů.....	49
Graf 3.3 Podíl otáček motoru na trase	50
Graf 3.4 Schéma motoru MAN.....	52
Graf 3.5 Statické zařazení převodů.....	53
Graf 3.6 Podíl otáček motoru na trase.....	54
Graf 3.7 Využití rychlostních stupňů na trase.....	54
Graf 3.8 Školení řidičů s efektem snížení CO ₂	65
Graf 4.1 Parametry nákladních vozidlových souprav.....	71

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Základní rozdělení silničních vozidel.....	13
Obr. 1.2 Jízdní souprava tahač s návěsem	24
Obr. 1.3 Jízdní souprava tahač s návěsem dle nové legislativy.....	25
Obr. 1.4 Spotřeba paliva sestavené trasy	30
Obr. 1.5 Proces přenosu informace telematiky.....	30
Obr. 2.1 Ukázka silničních souprava DAF a MAN	38
Obr. 2.2 Vizualizace jízdní soupravy DAF.....	41
Obr. 2.3 Výkres vozidla DAF XF	42
Obr. 2.4 Technický průkaz vozidla MAN TGX	42
Obr. 2.5 Výkres vozidla MAN TGX bez aerodynamických prvků.....	43

Obr. 2.6 Správné nastavení střešního spojleru soupravy.....	43
Obr. 3.1 Simulovaná trasa.....	47
Obr. 3.2 Nákladní vozidla DAF.....	47
Obr. 3.3 Simulace nejvyšší rychlosti.....	48
Obr. 3.4 Spotřeba paliva na simulované trase.....	49
Obr. 3.5 Nákladní vozidlo MAN.....	51
Obr. 3.6 Simulace nejvyšší rychlosti.....	52
Obr. 3.7 Spotřeba paliva na simulované trase.....	53
Obr. 3.8 Prodloužení vozidlové soupravy dle nové legislativy.....	63
Obr. 3.9 Aerodynamický design kabiny.....	64

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Silničních vozidla nad 12 000 kg registrovaná v České republice.....	18
Tab. 1.2 Typické hodnoty součinitelů odporu vzduchu a čelních ploch.....	24
Tab. 1.3 Ukázka reportu z dopravní telematiky.....	32
Tab. 1.4 Počet tkm na 1 kg emise v nákladní dopravě v České republice v roce 2010..	34
Tab. 2.1 Specifikace vozidla DAF.....	37
Tab. 2.2 Specifikace vozidla MAN.	38
Tab. 2.3 Užitečné zatížení vozidel MAN za období 01.04. – 30.12.2020.....	39
Tab. 2.4 Užitečné zatížení vozidel DAF za období 01.04. – 30.12.2021	39
Tab. 2.5 Typické hodnoty součinitelů odporu vzduchu a čelních ploch dle vozidel.....	40
Tab. 3.1 Hnací řetězec vozidla DAF.....	55
Tab. 3.2 Hnací řetězec vozidel MAN	51
Tab. 3.3 Souhrnná tabulka vozidel MAN za období 01.04. – 30.12.2020	55
Tab. 3.4 Souhrnná tabulka vozidel DAF za období 01.04. – 30.12.2021.....	55
Tab. 3.5 Report vozidla MAN 1BE 1835.....	56

Tab. 3.6 Report vozidla DAF 2BP 1379.....	59
Tab. 3.7 Maximální povolené rozměry.....	63
Tab. 4.1 Celková spotřeba paliva a emisí CO ₂ u vozidel MAN	69
Tab. 4.2 Celková spotřeba paliva a emisí CO ₂ u vozidel DAF.....	69
Tab. 4.3 Hmotnost nákladu na 1 l spotřebovaného paliva vozidel MAN.....	69
Tab. 4.4 Hmotnost nákladu na 1 l spotřebovaného paliva vozidel DAF.....	70
Tab. 4.5 Výsledná tabulka emisí CO ₂	70

Seznam zkratek

MAN	Výrobce nákladních vozidel
DAF	Výrobce nákladních vozidel
CO ₂	Oxid uhličitý
TOPEC RTS	Simulační program
EU	Evropská unie

Seznam příloh

Příloha A Report vozidel MAN

Příloha B Report vozidel DAF

Report MAN 9B1 1018

01.04 - 30.12. 2020

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 07:53 - 29.12.2020 15:48	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 08:44 - 29.12.2020 15:25	
Řidič 1 (ID karty:	František Dufek (CZ0000000006GSE000)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	9B1 1018	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.55 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1101:16	
Běh motoru celkem:	1203:41	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1203:41	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	796:56	(66 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	28:55	(2,40 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	275:58	(25 %)
Stání se spuštěným motorem:	99:14	(8 %)
Volnoběh:	97:21	(8 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	01:53	(0 %)
PTO:	03:00	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	10:27	(1 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	463:08	(42 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	21:34	(5 %)
Konstatní akcelerační pedál:	330:32	(30 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	30:38	(2.8 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	109:04	(9 %)
Počet brzdění [1/100km]:	33	
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	97 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	31,3 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	31,3 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	21929,5 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	24,1 l/100km	(23 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	160 l	
Spotřeba paliva za PTO:	7 l	
Celková ujetá vzdálenost:	69965 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	384 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	195 km	(0 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	20953 km	(30 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	30 %	
Prům. hmotnost [t]:	20,2 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	63,5 km/h	
Rozjezdy:	5903 8.4 /100km	
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1232 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	1378.1 l	

Report MAN 1BE 1394

01.04 - 30.12. 2020

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 07:39 - 21.12.2020 19:10	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 07:40 - 21.12.2020 19:10	
Řidič 1 (ID karty:	Adolf Langer (CZ0000000003C4R002)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	1BE 1394	
Automaticky rozpoznávaný typ provozu:	Mezinárodní	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.63 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	739:35	
Běh motoru celkem:	810:05	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	810:05	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	519:43	(64 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	33:29	(4,13 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	183:51	(25 %)
Stání se spuštěným motorem:	70:35	(9 %)
Volnoběh:	64:30	(8 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	06:05	(1 %)
PTO:	00:00	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	00:40	(0 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	360:23	(49 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	13:51	(4 %)
Konstatní akcelerační pedál:	164:43	(22 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	28:00	(3.8 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	56:21	(7 %)
Počet brzdění [1/100km]:		41
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	88 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	33,5 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	33,5 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	16879,8 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	29,9 l/100km	(11 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	184.2 l	
Spotřeba paliva za PTO:	0 l	
Celková ujetá vzdálenost:	50313 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	316 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	1 km	(0 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	2702 km	(5 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	5 %	
Prům. hmotnost [t]:	0,0 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	68,0 km/h	
Rozjezdy:		3428 6.8 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1266 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	2188.2 l	

Report MAN 9B4 2417

01.04 - 30.12. 2020

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 05:21 - 23.12.2020 13:52	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 06:04 - 23.12.2020 13:48	
Řidič 1 (ID karty:	Tomáš Moravec (CZ0000000001SNW003)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	9B4 2417,1BE 1834,8B4 0458,2BF 9673	
Automaticky rozpoznávaný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.54 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	776:32	
Běh motoru celkem:	891:30	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	891:30	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	550:44	(62 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	15:25	(1,71 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	193:42	(25 %)
Stání se spuštěným motorem:	108:23	(12 %)
Volnoběh:	103:22	(12 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	05:01	(1 %)
PTO:	06:25	(1 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	26:37	(3 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	192:49	(25 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	00:55	(0 %)
Konstatní akcelerační pedál:	330:26	(43 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	30:14	(3.9 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	69:26	(8 %)
Počet brzdění [1/100km]:		34
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	95 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	32,6 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	31,2 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	16473,7 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	27,8 l/100km	(13 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	220.4 l	
Spotřeba paliva za PTO:	696.9 l	
Celková ujetá vzdálenost:	50582 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	271 km	(0.5 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	1503 km	(3 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	15335 km	(30 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	30 %	
Prům. hmotnost [t]:	22,9 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	65,2 km/h	
Rozjezdy:		3959 7.8 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1197 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	917.3 l	

Report MAN 9B9 5961

01.04 - 30.12. 2020

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 05:41 - 29.12.2020 17:55	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 06:41 - 29.12.2020 17:55	
Řidič 1 (ID karty:	Pavel Pištěk (CZ0000000002UYJ003)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	9B9 5691	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.6 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1126:26	
Běh motoru celkem:	1260:05	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1260:05	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	762:48	(61 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	08:22	(0,66 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	292:05	(26 %)
Stání se spuštěným motorem:	127:59	(10 %)
Volnoběh:	115:46	(9 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	12:13	(1 %)
PTO:	05:31	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	01:13	(0 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	02:24	(0 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	00:07	(5 %)
Konstatní akcelerační pedál:	743:17	(66 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	39:32	(3.5 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	86:22	(7 %)
Počet brzdění [1/100km]:	33	
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	94 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	30,4 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	30,4 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	21751,1 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	17,0 l/100km	(44 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	264.2 l	
Spotřeba paliva za PTO:	13.4 l	
Celková ujetá vzdálenost:	71526 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	426 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	4 km	(0 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	6077 km	(8 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	8 %	
Prům. hmotnost [t]:	26,5 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	63,5 km/h	
Rozjezdy:	7780	10.9 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1164 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	452 l	

Report MAN 1BB 4539

01.04 - 30.12. 2020

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2020 05:47 - 23.12.2020 22:06
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2020 05:47 - 23.12.2020 22:06
Řidič 1 (ID karty:	Jiří Vlček (CZ0000000005P0G001)
Řidič 2 (ID karty:	
Vozidlo:	1BB 4539
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Mezinárodní
Průměrné stoupání na 100 km:	0.56 %

Celkové provozní časy vozidla:

Jízda:	962:04
Běh motoru celkem:	1132:48

Celkové provozní časy motoru:

Běh motoru celkem:	1132:48	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	688:31	(61 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	48:34	(4,29 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	209:30	(22 %)
Stání se spuštěným motorem:	165:58	(15 %)
Volnoběh:	156:50	(14 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	09:08	(1 %)
PTO:	04:27	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	00:32	(0 %)

Využití tempomatu a konst.akcelerátor:

Jízda s tempomatem:	427:39	(44 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	03:29	(1 %)
Konstatní akcelerační pedál:	187:08	(19 %)

Využívání brzd:

Užití provozní brzdy:	32:54	(3.4 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	85:16	(8 %)
Počet brzdění [1/100km]:		28
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	95 %	

Provoz/spotřeba paliva:

Průměrná spotřeba paliva:	34,0 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	34,0 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	21765,2 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	29,5 l/100km	(13 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	398.5 l	
Spotřeba paliva za PTO:	15.1 l	
Celková ujetá vzdálenost:	63996 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	357 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	1 km	(0 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	10640 km	(17 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	17 %	
Prům. hmotnost [t]:	24,6 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	66,5 km/h	
Rozjezdy:		5816 9.1 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	1266 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	3263.5 l	

Report DAF 2BS 6925

01.04 - 30.12. 2021

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2021 06:02 - 30.12.2021 14:45	
VozJede Start - VozJede Stop:	17.05.2021 05:06 - 30.12.2021 14:45	
Řidič 1 (ID karty:	Karel Dočkal (CZ0000000002YCN002)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	2BS 6925	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.6 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1061:50	
Běh motoru celkem:	1129:40	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1129:40	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	753:19	(67 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	04:57	(0,44 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	279:50	(26 %)
Stání se spuštěným motorem:	69:10	(6 %)
Volnoběh:	61:17	(5 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	07:53	(1 %)
PTO:	00:00	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	62:20	(6 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	428:56	(40 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	07:43	(2 %)
Konstatní akcelerační pedál:	219:58	(21 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	43:28	(4.1 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	95:20	(8 %)
Počet brzdění [1/100km]:		35
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	92 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	28,6 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	28,6 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	18906,7 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	23,2 l/100km	(19 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	176.6 l	
Spotřeba paliva za PTO:	0 l	
Celková ujetá vzdálenost:	66110 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	395 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	4696 km	(7 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	1292 km	(2 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	2 %	
Prům. hmotnost [t]:	33,4 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	62,3 km/h	
Rozjezdy:	4716	7.1 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	985 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	286.3 l	

Report DAF 2BP 1378

01.04 - 30.12. 2021

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2021 05:15 - 18.11.2021 16:30	
VozJede Start - VozJede Stop:	07.04.2021 04:08 - 25.09.2021 10:20	
Řidič 1 (ID karty:	František Dufek (CZ0000000006GSE000)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	2BP 1378	
Automaticky rozpoznávaný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.64 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	663:26	
Běh motoru celkem:	714:43	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	714:43	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	462:50	(65 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	00:56	(0,13 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	185:45	(28 %)
Stání se spuštěným motorem:	51:21	(7 %)
Volnoběh:	46:02	(6 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	05:19	(1 %)
PTO:	00:06	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	31:25	(5 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	237:33	(36 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	12:38	(5 %)
Konstatní akcelerační pedál:	143:05	(22 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	22:50	(3.4 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	61:11	(9 %)
Počet brzdění [1/100km]:	35	
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	93 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	27,4 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	27,4 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	11535,4 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	22,8 l/100km	(17 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	113.5 l	
Spotřeba paliva za PTO:	0.5 l	
Celková ujetá vzdálenost:	42134 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	269 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	2310 km	(5 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	4157 km	(10 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	10 %	
Prům. hmotnost [t]:	31,6 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	63,5 km/h	
Rozjezdy:	3054 7.3 /100km	
Průměrné otáčky motoru v tahu:	989 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	29.4 l	

Report DAF 2BP 1380

01.04 - 30.12. 2021

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2021 07:36 - 23.12.2021 10:31	
VozJede Start - VozJede Stop:	01.04.2021 07:36 - 23.12.2021 09:08	
Řidič 1 (ID karty:	Adolf Langer (CZ0000000003C4R002)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	2BP 1380	
Automaticky rozpoznávaný typ provozu:	Mezinárodní	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.75 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1254:28	
Běh motoru celkem:	1321:42	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1321:42	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	839:40	(64 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	03:46	(0,28 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	386:14	(31 %)
Stání se spuštěným motorem:	69:10	(5 %)
Volnoběh:	61:47	(5 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	07:23	(1 %)
PTO:	00:03	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	92:28	(7 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	733:21	(58 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	04:56	(1 %)
Konstatní akcelerační pedál:	122:32	(10 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	31:49	(2.5 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	111:40	(8 %)
Počet brzdění [1/100km]:		25
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	93 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	27,7 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	27,7 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	22956,9 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	25,5 l/100km	(8 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	177.2 l	
Spotřeba paliva za PTO:	0.2 l	
Celková ujetá vzdálenost:	82811 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	624 km	(0.8 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	7517 km	(9 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	1391 km	(2 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	2 %	
Prům. hmotnost [t]:	30,1 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	66,0 km/h	
Rozjezdy:	4478	5.4 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	994 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	215.5 l	

Report DAF 2BS 6926

01.04 - 30.12. 2021

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2021 05:24 - 30.12.2021 12:16	
VozJede Start - VozJede Stop:	03.05.2021 04:28 - 30.12.2021 12:16	
Řidič 1 (ID karty:	Pavel Pištěk (CZ0000000002UYJ003)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	2BS 6926	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Regionální	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.66 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1094:40	
Běh motoru celkem:	1165:19	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1165:19	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	729:23	(63 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	02:51	(0,24 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	335:58	(31 %)
Stání se spuštěným motorem:	52:47	(5 %)
Volnoběh:	46:12	(4 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	06:35	(1 %)
PTO:	25:01	(2 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	45:01	(4 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	321:12	(29 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	01:29	(0 %)
Konstatní akcelerační pedál:	255:18	(23 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	33:26	(3.1 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	80:39	(7 %)
Počet brzdění [1/100km]:		30
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	95 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	27,5 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	27,4 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	18396,2 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	24,1 l/100km	(12 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	127.5 l	
Spotřeba paliva za PTO:	64.9 l	
Celková ujetá vzdálenost:	67005 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	439 km	(0.7 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	3453 km	(5 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	2802 km	(4 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	4 %	
Prům. hmotnost [t]:	27,6 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	61,2 km/h	
Rozjezdy:	5431	8.1 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	984 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	145.5 l	

Report DAF 2BP 1377

01.04 - 30.12. 2021

Záznam Start - Záznam Stop:	01.04.2021 05:43 - 31.12.2021 13:15	
VozJede Start - VozJede Stop:	19.04.2021 04:58 - 31.12.2021 13:06	
Řidič 1 (ID karty:	Jiří Vlček (CZ0000000005P0G001)	
Řidič 2 (ID karty:		
Vozidlo:	2BP 1377	
Automaticky rozpoznáný typ provozu:	Mezinárodní	
Průměrné stoupání na 100 km:	0.58 %	
Celkové provozní časy vozidla:		
Jízda:	1005:12	
Běh motoru celkem:	1086:59	
Celkové provozní časy motoru:		
Běh motoru celkem:	1086:59	(100 %)
Jízda s motorem v tahu:	702:20	(65 %)
Překročení 1440 ot/min v tahu:	05:33	(0,51 %)
Jízda bez spotřeby paliva + Ecoroll:	283:27	(28 %)
Stání se spuštěným motorem:	83:13	(8 %)
Volnoběh:	75:26	(7 %)
Zvýšený volnoběh za stání:	07:47	(1 %)
PTO:	00:13	(0 %)
Doba jízdy s Ecoroll:	91:34	(9 %)
Využití tempomatu a konst.akcelerátor:		
Jízda s tempomatem:	595:28	(59 %)
Doba sešlápnutého pedálu akcelerátoru při aktivním tempomatu:	01:15	(0 %)
Konstatní akcelerační pedál:	121:42	(12 %)
Využívání brzd:		
Užití provozní brzdy:	28:45	(2.9 %)
Retardér / motorová brzda při překročení 20 km/h:	71:16	(7 %)
Počet brzdění [1/100km]:		23
Užití retardérů/motorové brzdy k brzdění při překročení 20 km/h:	93 %	
Provoz/spotřeba paliva:		
Průměrná spotřeba paliva:	26,6 l/100km	
Průměrná spotřeba paliva bez PTO:	26,6 l/100km	
Spotřebované palivo celkem:	18100,6 l	
Spotřeba tempomat vůči průměrné spotřebě [%]:	23,8 l/100km	(10 %)
Spotřeba paliva za volnoběh:	205.4 l	
Spotřeba paliva za PTO:	1.2 l	
Celková ujetá vzdálenost:	67997 km	(100 %)
Celkové nastoupané km:	394 km	(0.6 %)
Vzdálenost v režimu Ecoroll:	7153 km	(11 %)
Ujetá vzdálenost při překročení 85 km/h s motorem v tahu:	442 km	(1 %)
Překročení 85 km/h v tahu:	1 %	
Prům. hmotnost [t]:	32,3 t	
Průměrná dlouhodobá rychlost:	67,7 km/h	
Rozjezdy:		4107 6 /100km
Průměrné otáčky motoru v tahu:	989 rpm	
Spotřeba nad 1440 ot/min:	306 l	

Autor/ka DP	Bc. David Kraclík
Název DP	Obnova vozidlového parku s cílem snížit emise oxidu uhličitého
Studijní obor	Logistika
Rok obhajoby DP	2022
Počet stran	64
Počet příloh	2
Vedoucí DP	Ing. Michal Turek, PhD.
Anotace	Navrhnout snížení emisí skleníkových plynů v nákladní silniční dopravě. Porovnání emisí CO ₂ u starších a nových nákladních silničních vozidel s cílem snížení CO ₂ .
Klíčová slova	Nákladní silniční vozidlo, skleníkové plyny, spotřeba paliva, telematika
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	