VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

STANOVENÍ EMISÍ CO2 VÝFUKOVÝCH PLYNŮ U CNG, BENZINOVÝCH A NAFTOVÝCH VOZIDEL
DETERMINATION OF CO2 EXHAUST EMISSIONS FOR CNG, PETROL AND DIESEL VEHICLES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. Ivo Chytil
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2018

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Elektrotechnická výroba a materiálové inženýrství**
Ústav elektrotechnologie

Student: Bc. Ivo Chytil ***ID:*** 164227
Ročník: 2 ***Akademický rok:*** 2017/18

NÁZEV TÉMATU:

Stanovení emisí CO2 výfukových plynů u CNG, benzinových a naftových vozidel

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Popište metody pro výpočet emisí CO2 v automobilové dopravě. Vypočtěte celkové množství CO2, které vyprodukují v průběhu roku typová vozidla (CNG, benzin, nafta, elektromobily). Teoretické výpočty srovnejte s reálnými daty ze skutečného provozu typových vozidel s různými pohonnými jednotkami. Vyhodnoťte procentuální úsporu CO2 v závislosti na použitém palivu podle průměrné spotřeby i podle reálných dat z provozu. Vyhodnoťte finanční náklady na provoz jednotlivých typů vozidel i v porovnání s hybridními vozidly a elektromobily. Navrhněte poměrové uspořádání typových vozidel vozového parku s ohledem na finanční/ekologický aspekt.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle doporučení vedoucího práce.

Termín zadání: 5. 2. 2018 ***Termín odevzdání:*** 22. 5. 2018

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.
Konzultant: Ing. Radek Bilko, Ph.D.

doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.
předseda oborové rady

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektro-technologie
1

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č.121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Abstrakt

Diplomová práce na téma Stanovení emisí CO_2 výfukových plynů u CNG, benzinových a naftových vozidel se zabývá problematikou produkce oxidu uhličitého ze spalování paliv. V první části práce jsou teoretické metody výpočtu porovnány s hodnotami, které jsou uváděny výrobci vybraných automobilů. V druhé části práce byla produkce CO_2 vypočtena dle zvolené metody a získaných reálných dat z provozu. Na základě těchto výpočtů je vyhodnocena procentuální úspora CO_2 v závislosti na použitém palivu. Z reálných dat z provozu jsou vyhodnoceny finanční náklady na provoz jednotlivých typů vozidel i v porovnání s hybridními vozidly a elektromobily. V závěrečné části diplomové práce bylo navrhnuto poměrové uspořádání typových vozidel vozového parku s ohledem na finanční/ekologický aspekt.

Klíčová slova

Emise, Výfukové plyny, Oxid uhličitý, CO_2, Benzín, Nafta, CNG

Abstract

The thesis deals with the topic of Carbon dioxide emissions that are created by Petrol, Diesel and CNG vehicles. In the first part of the thesis, the results of theoretical calculations are compared with the values of the manufacturer of the specific vehicle. In the second part, a specific method has been selected for calculations with real data from transport. The savings of CO_2 produced by the specific vehicle are expressed in percentage – depending on the fuel used. The operating expenses from the real data are calculated and compared with hybrid and electric vehicles. In the final part of the thesis, the ratio of fleet type vehicles to the financial/ecological aspect was proposed.

Keywords

Emissions, Exhaust gases, Carbon dioxide, CO_2, Petrol, Diesel, CNG

Bibliografická citace:

CHYTIL, I. Stanovení emisí CO2 výfukových plynů u CNG, benzinových a naftových vozidel. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2018. 95 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Stanovení emisí CO2 výfukových plynů u CNG, benzinových a naftových vozidel jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **22. května 2018** ……

podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat mé rodině a přátelům za podporu a trpělivost nejen během tvorby diplomové práce, ale i v průběhu celého studia.

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Petru Bačovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Radku Bilkovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **22. května 2018** ……

podpis autora

Obsah

1 Úvod **9**

2 Automobilová doprava **10**

2.1 Pohonné hmoty ... 10

2.1.1 Motorový benzín ... 10

2.1.2 Motorová nafta ... 11

2.1.3 Zemní plyn ... 11

2.1.4 Elektřina pro pohon elektromobilu ... 12

2.2 Složení výfukových plynů ... 14

2.2.1 Oxid uhličitý CO_2 ... 15

2.2.2 Oxid uhelnatý CO ... 16

2.2.3 Oxidy dusíku NO_X ... 17

2.2.4 Nespálené uhlovodíky HC ... 17

2.2.5 Oxid siřičitý SO_2 ... 18

2.2.6 Olovo Pb ... 18

2.2.7 Pevné částice PM ... 18

3 Emisní normy **20**

3.1 Evropská legislativa ... 20

3.1.1 Dohody na snížení skleníkových plynů ... 21

4 Výpočty teoretických hodnot produkce CO_2 na základě zvolených metod **23**

4.1 Výpočet vycházející z nařízení EU č. 443/2009 ... 23

4.2 Výpočet emisí CO_2 na základě výhřevnosti paliv ... 26

4.3 Výpočet na základě metody stanovené IPCC ... 31

4.4 Emise produkované elektromobily ... 34

4.4.1 Posouzení produkce nepřímých emisí CO_2 v provozu ... 36

4.4.2 Porovnání hodnot z kapitoly 4.4.1 s výpočty v kapitole 4.2. ... 37

4.5 Vyhodnocení metodik v kapitolách 4.2. až 4.4. ... 38

5 Výpočty na základě reálných hodnot z provozu **40**

5.1 Zvolení vhodné metody pro výpočet ... 40

5.2 Porovnání teoretických hodnot s reálnými ... 40

5.2.1 Porovnání průměrné spotřeby ... 41

5.2.1.1 Vozidla se spalovacím motorem ... 41

5.2.1.2 Vozidla se vznětovým motorem 42
5.2.1.3 Vozidla s motorem na CNG..... 42
5.2.1.4 Porovnání hodnot spotřeby s testy ADAC..... 43
5.2.2 Porovnání hodnot produkovaného CO_2 44
5.2.2.1 Vozidla se spalovacím motorem..... 45
5.2.2.2 Vozidla se vznětovým motorem 45
5.2.2.3 Vozidla s motorem na CNG..... 45
5.3 Procentní vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva na základě reálných dat 46
5.4 Vyhodnocení finančních nákladů provozu vozidel v roce 2017..... 49
5.4.1 Silniční daň 50

6 Finanční náklady a investice do vozidel 53

6.1 Finanční náklady na provoz vozidel dle údajů od výrobců 54
6.2 Finanční náklady na provoz vozidel dle reálných hodnot spotřeby..... 56

7 Návrh poměrového uspořádání typových vozidel vozového parku s ohledem na finanční/ekologický aspekt 60

8 Závěr 63

PŘÍLOHY 65

LITERATURA 90

SEZNAM TABULEK 93

SEZNAM OBRÁZKŮ 94

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK 95

1 ÚVOD

Automobilová doprava v současnosti patří mezi jedno z nejvíce sledovaných témat, a to nejen kvůli její ekonomické důležitosti, ale také z důvodů ekologických. V současné době jsou neustále vyvíjeny a testovány nové technologie, které jsou ve vztahu k životnímu prostředí mnohem přívětivější než jejich předchůdci. Tyto technologie daly prostor ke vzniku nové generace pohonných jednotek využívající nejenom již dlouho známá paliva, jakými jsou motorový benzín a motorová nafta. Díky technologickému pokroku jsou v současné době automobilovou dopravou využívána paliva, mezi které patří například CNG, LNG či LPG.

Tato diplomová práce se zabývá problematikou výpočtu emisí CO_2 vycházející z výfukových plynů u CNG, benzínových a naftových vozidel. V rámci diplomové práce autor vychází z rešerše metod výpočtu emisí v automobilové dopravě, které se věnoval v rámci semestrální práce. Všechny výsledky vypočtených metod ze semestrální práce byly vyhodnoceny a následně byla zvolena jedna konkrétní metoda, za jejíž pomocí došlo k výpočtu hodnot z dat firemní flotily vozidel, které by měly reálný stav odrážet mnohem více než uvedené hodnoty od výrobce, se kterými bylo pracováno v práci semestrální. Výsledné hodnoty produkovaného oxidu uhličitého jsou vypočteny na základě reálných dat z provozu modelu Škoda Octavia kombi s osazením rozdílných pohonných jednotek. Jako reálná data slouží záznamy najetých kilometrů a množství spotřebovaných pohonných hmot, čímž zároveň dochází k porovnání spotřeby, kterou udává výrobce se spotřebou z reálného provozu.

Další částí, které se autor v této práci zabývá je vyhodnocení procentuální úspory CO_2 v závislosti na použitém palivu a také vyhodnocením finančních nákladů na provoz jednotlivých typů vozidel. Autor v závěrečné části diplomové práce navrhl poměrové uspořádání typových vozidel vozového parku s ohledem na finanční/ekologický aspekt.

2 AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

2.1 Pohonné hmoty

Jako celosvětově používané pohonné hmoty jsou v dopravě využívána paliva klasická, mezi které patří motorová nafta a motorový benzín. Dále je využíván zemní plyn ve dvou podobách – ve stlačené podobě známý jako CNG (Compressed Natural Gas) a jeho méně známá varianta ve zkapalněné podobě nazývaná zkratkou LNG (Liquified Natural Gas). Jako pohonná hmota jsou také využívány zkapalněné uhlovodíkové plyny – LPG (Liquified Petroleum Gas) a skupina biopaliv, která zahrnuje paliva bioethanol (E85), bionaftu a rostlinné oleje. V poslední řadě je jako velmi nadějná technologie označován vodík, který je však prozatím označován za technologii, která by v budoucnu mohla nahradit benzínem či naftou poháněný motor.

2.1.1 Motorový benzín

Motorový benzín je produkt, který lze získat destilací ropy. Toto palivo je používáno převážně ve vozidlech vybavených zážehovým spalovacím motorem, tedy zejména v osobních automobilech. Používá však také jako palivo v letadlech – letecký benzín, či jako palivo pro závodní vozy. Různé varianty benzínu se liší svými vlastnostmi.

Benzín jako palivo je kapalného skupenství, jehož hustota při 15 °C (720 až 755 kg/m^3)[1] je vyšší než hustota vody, což způsobuje, že na vodě plave, a proto použití vody k hašení vzplanutého benzínu není možné.

V České republice se benzín od roku 2001 prodává bez olovnaté přísady, v několika provedeních, které se liší oktanovým číslem. Konkrétně se jedná o Natural 95 a Natural 98, případně v 100oktanovém provedení, které však nemá sjednocený název. Je tak možné jej zakoupit na veřejně dostupných čerpacích stanicích v ČR pod rozdílnými názvy.

Benzín, který vzniká frakční destilací ropy, má sám o sobě velmi nízké oktanové číslo. Toto číslo se zvyšuje rafinérskými postupy a přidáváním antidetonátorů. Mezi základní rafinérské postupy patří reformování, katalytické krakování, izomerace a alkylace. [2]

Výše zmíněné oktanové číslo je charakteristická vlastnost pohonné hmoty, vyjadřující antidetonační vlastnost automobilového benzínu, tj. odolnost proti detonačnímu hoření. Toto číslo vyjadřuje procentuální objemový podíl isooktanu (oktanové číslo 100) a n-heptanu (oktanové číslo 0) ve směsi, která má stejnou odolnost proti vzniku detonací při spalování, jako zkoušené palivo. Hodnoty oktanového čísla

paliva jsou získány měřením na zkušebním jednoválcovém motoru s proměnným kompresním poměrem. [2]

Jakost a požadavky na vlastnosti benzínu jako pohonné hmoty jsou v České republice kontrolovány na základě vyhlášky 133/2010 Sb. o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci. Jakost benzínu je splněna, odpovídá-li normě ČSN EN 228 a zároveň splňuje ukazatele jakosti stanovené v příloze č. 1 vyhlášky 133/2010 Sb.

2.1.2 Motorová nafta

Motorová nafta je produkt, který se vyrábí destilací a rafinací z ropy. Toto palivo se používá převážně ve vozidlech vybavených vznětovým motorem, tedy zejména v nákladních či osobních automobilech.

Motorová nafta je pohonná hmota kapalného skupenství, která je bezbarvého až nahnědlého vzhledu. Hustota motorové nafty je při 15 °C (845 kg/m^3)[3] vyšší, než je tomu u motorového benzínu či vody.

Hlavním rozdílem motorové nafty oproti motorovému benzínu, je její vysoká citlivost na změnu okolní teploty, zejména na teplotní pokles, který způsobuje její houstnutí a zamrzání. Změna skupenství motorové nafty je způsobena obsahem takzvaných parafinických uhlovodíků, které při nízkých teplotách způsobují její „zamrzání“. Z tohoto důvodu se na trhu v různých letních obdobích objevuje nafta, která je pro dané období vhodná. Pro zimu je prodávána zimní motorová nafta v období od 16. listopadu až 28. ledna, kdy má teplotu filtrovatelnosti (CFPP – Cold Filter Plugging Point) -20 °C. Pro přechodové období od 1. října až 15. listopadu a 1. března až 14. dubna je teplota filtrovatelnosti stanovena na -10 °C. Mimo výše zmíněná období je teplota filtrovatelnosti 0 °C.

V České republice se motorová nafta prodává s příměsí biosložky. Maximální podíl biosložky je 7,06 %.[1]

Jakost a požadavky na vlastnosti motorové nafty jako pohonné hmoty jsou v České republice kontrolovány na základě vyhlášky 133/2010 Sb. o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci. Jakost nafty je splněna, odpovídá-li normě ČSN 65 6508 a zároveň splňuje ukazatele jakosti stanovené v příloze č. 2 vyhlášky 133/2010 Sb.

2.1.3 Zemní plyn

Zemní plyn je bezbarvý, sám o sobě nezapáchající, hořlavý plyn. Patří do skupiny topných plynů, využívá se k vytápění, vaření a ohřevu vody, v elektrárnách, v teplárnách, v kogeneračních jednotkách a v dopravě (jako pohon motorových vozidel).[4]

Stačený zemní plyn je jako pohonná jednotka využíván celosvětově. V České republice je jako nejpreferovanější varianta pro dopravu právě stlačený zemní plyn, který je znám pod zkratkou CNG. Spotřeba CNG v České republice meziročně roste o miliony m^3, což je zejména díky jeho výborným vlastnostem. Zemní plyn je čisté palivo, jehož hustota je nižší (0,7 kg/m^3), než hustota vzduchu (1,29 kg/m^3).

Díky nižší hustotě má oproti palivu LPG výhodu v tom, že palivo LPG má hustotu vyšší (2,019 až 2,590 kg/m^3)[5], než je hustota vzduchu. Vyšší hustota LPG má za následek to, že plyn se v případě jeho úniku hromadí při zemi (pod vozidlem). V případě zemního plynu ve stlačené podobě dojde v případě jeho úniku k tomu, že plyn díky jeho nízké hustotě vystoupá do vzduchu, čímž je okamžitě odvětrán.

CNG je zemní plyn stlačený v nádobách, pod tlakem 200 bar. Díky vysokému oktanovému číslu (130) je v porovnání s benzínovým motorem u motoru s pohonem na CNG dosáhnuto jeho vyšší účinnosti z důvodu vyšších kompresních poměrů, další výhodou jsou snížené emise škodlivin v porovnání se spalováním benzínu a nafty.

Zemní plyn je používán i v kapalné formě (LNG), zejména však v USA a Japonsku. Rozdíl LNG oproti CNG je ten, že LNG je zkapalněný ve speciálních nádobách o teplotě -162 °C, při normálním tlaku. V této podobě tvoří namodralou, průzračnou kapalinu s minimální viskozitou. Díky zkapalnění dojde ke zmenšení objemu plynu na třikrát nižší hodnotu, které by bylo dosaženo v případě jeho stlačení. Vozidlo poháněné zkapalněným zemním plynem LNG tímto získá výhodu třikrát delšího dojezdu, v porovnání se stlačeným zemním plynem v nádrži o stejném objemu. Tato forma však z důvodu technologické náročnosti skladování při nízkých teplotách není v automobilové dopravě hojně rozšířena. Největší zastoupení pohonů palivem LNG se vyskytuje v lodní dopravě.

Jakost a požadavky na vlastnosti CNG jako pohonné hmoty jsou v České republice kontrolovány na základě vyhlášky 133/2010 Sb. o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci. Jakost benzínu je splněna, odpovídá-li normě ČSN 65 6517 a zároveň splňuje ukazatele jakosti stanovené v příloze č. 3 vyhlášky 133/2010 Sb.

2.1.4 Elektřina pro pohon elektromobilu

Elektrická energie se pro pohon automobilů používá již od 19. století. Na počátku 20. století ve Spojených státech amerických podle historických záznamů jezdilo dokonce více elektromobilů než vozidel poháněných spalovacím motorem, což se však s vynálezem elektrického startéru spalovacích motorů změnilo. Od této doby byly elektromobily postupně vytláčeny sériově vyráběnými automobily, které byly poháněny kapalnými palivy – motorovým benzínem a motorovou naftou, které ve své době byly pro uživatele mnohem více výhodné, a to ať už z pohledu dojezdu, nízké ceny ale také spolehlivosti.

Elektřina je energetická komodita, na kterou je třeba pohlížet z pohledu výroby, distribuce a spotřeby. V České republice byla v roce 2016 elektřina vyráběna z 59,53 % fosilními zdroji, které zahrnují hnědé a černé uhlí, zemní plyn, ropu s ropnými produkty a ostatní druhotné zdroje. 30,36 % elektřiny bylo vyrobeno zdroji jadernými. Zbývající 10,11 % reprezentuje elektřina, kterou vyrobily zdroje obnovitelné – v případě České republiky zde najdeme zastoupení zdrojů slunečních, větrných, vodních a biomasu.[6]

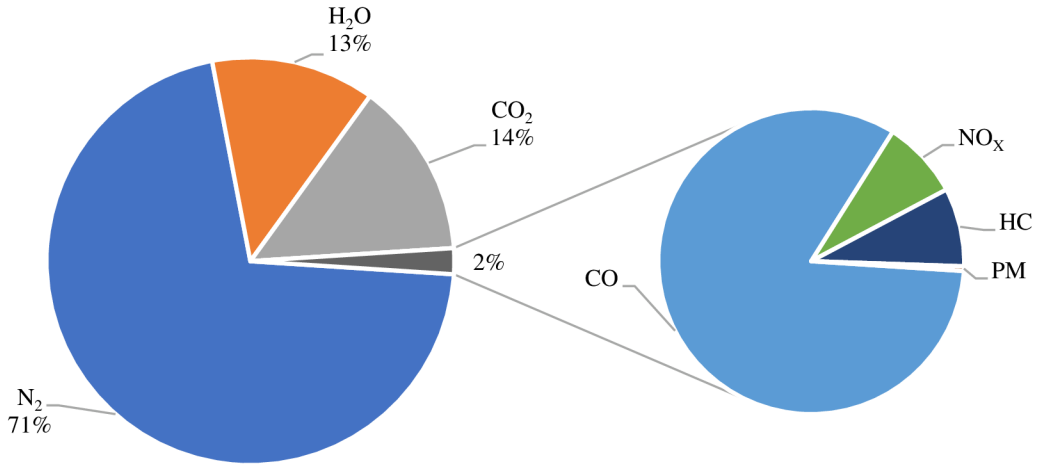
Tento přehled podílů jednotlivých zdrojů energie se nazývá Národní energetický mix, který slouží dodavateli elektřiny pro účely stanovení podílů jednotlivých zdrojů energie na celkové směsi paliv a uvedení těchto podílů na dokladu dle Vyhlášky o vyúčtování dodávek č 70/2016 Sb. (§ 6 odst. 3 písm. a, § 7 odst. 3 písm. a nebo § 9 odst. 6) pro tu část dodávky elektřiny svým zákazníkům, která není prokázána uplatněnými zárukami původu v souladu s příslušnými právními předpisy a s Obchodními podmínkami Evidence záruk původu.[6]

2.2 Složení výfukových plynů

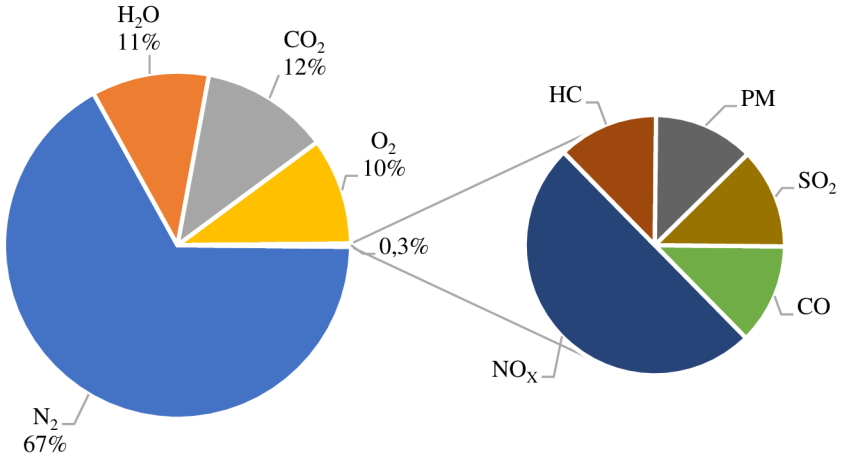
Pojem „výfukové plyny“ popisuje celkové emise všech plynných či částicových složek vypouštěných z výfukového otvoru nebo výfuku v důsledku nedokonalého procesu spalování paliva ve spalovacím motoru daného vozidla.[7]

Složení emisí v tomto případě závisí zejména na druhu použitého paliva, stavu motoru, stylu jízdy a mnoha dalších faktorech, které mohou být i technického rázu. Konkrétně se jedná o spatně fungující či dokonce chybějící zařízení, mající za úkol právě snižování emisí. V případě zařízení, která jsou ve vozidlech použita se jedná například o filtry pevných částic (DPF – Diesel Particulate Filter), které jsou použity s cílem odstranění karcinogenních, velmi jemných prachových částic z výfukových plynů u vozidel s dieselovým motorem. Mezi další, veřejností známou technologií pro snížení emisí výfukových plynů patří EGR (Exhaust Gas Recirculation), jež pracuje na principu zpětného nasátí výfukových plynů do motoru, kde dojde k jejich účasti při procesu spalování.

Grafické zobrazení procentního vyjádření složení výfukových plynů je v Obr. 2.1 a Obr. 2.2.



Obr. 2.1 Složení výfukových plynů zážehového motoru[8]



Obr. 2.2 Složení výfukových plynů vznětového motoru[8]

Níže uvedené kapitoly se problematice složení výfukových plynů věnují detailněji.

2.2.1 Oxid uhličitý CO_2

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn, který se nevyznačuje nějakou chutí či zápachem. Na lidské zdraví nemá žádný podstatný vliv. Jeho hlavní vliv je na životní prostředí, protože patří mezi skleníkové plyny, které způsobují změnu klimatu. Mezi skleníkovými plyny má právě oxid uhličitý největší podíl a z tohoto důvodu je jmenován jako hlavní původce globálního oteplování. Kromě globálního oteplování vede zvyšování koncentrace CO_2 v atmosféře k okyselování oceánů.[9]

Mezivládní panel pro změny klimatu ve své souhrnné zprávě z roku 2007 napsal: „Při neexistenci dodatečných politik v oblasti klimatu by se nárůst základních emisí skleníkových plynů z lidských zdrojů v letech 2000 až 2030 zvýšil o 25 až 90 %“. To byl jeden z několika důvodů, kdy se lidé na oxid uhličitý začali dívat z jiného úhlu. Do této doby nebyl tento plyn brán vážně.

Automobilová doprava patří mezi hlavní producenty oxidu uhličitého. Vzhledem k rychlému rozvoji dopravy v rozvojových částech světa, rychlému nárůstu počtu motorových vozidel a velmi omezenému užívání technologií pro regulaci emisí se stává největším zdrojem znečištění ovzduší ve městech, což je ve většině měst rozvojového světa velkým problémem.

V současné době se problematika ochrany životního prostředí a ochrana klimatu stala veřejným zájmem, které se věnuje mnoho agentur a organizací (např. EPA, IPCC, EEA, EIA atd.). Z reportů a výzkumů těchto agentur vychází, že znečištění ovzduší a následná změna klimatu je způsobena z 20-30 % právě dopravou. Automobilky se

tomuto tématu věnují již od let 1998/1999, kdy vznikla dohoda mezi asociacemi výrobců vozidel.[10]

Česká republika podle EEA patří z hlediska produkovaného množství skleníkových plynů na jednoho obyvatele mezi nejhorší země v Evropě (zhruba 12,5 t CO_2)[11], horší je jen Irsko, Estonsko a Lucembursko. Největším producentem CO_2 v České republice je energetický průmysl.[12]

2.2.2 Oxid uhelnatý CO

Oxid uhelnatý vzniká jako produkt nedokonalého spalování paliva a je jednou z nejběžnějších látek, které znečišťují životní prostředí. Jeho koncentrace se v přírodě pohybuje v rozmezí 0,01-0,2 $mg.m^{-3}$. V městských oblastech se koncentrace liší v závislosti na intenzitě dopravy a meteorologických podmínkách, může tak dosáhnout hodnot 20-60 $mg.m^{-3}$. Za škodlivou hodnotu se považuje už koncentrace nad 10 $mg.m^{-3}$. Mezi hlavní negativní účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus patří srdečně-cévní, neuropsychické a účinky na srážlivost krve a na plod v těle matky.[9] Příznaky otravy oxidem uhelnatým ve vztahu ke koncentraci a době expozice jsou uvedeny v Tab. 2.1.

Tab. 2.1 Příznaky otravy oxidem uhelnatým ve vztahu ke koncentraci a době expozice [13]

Koncentrace CO ve vzduchu [$mg.m^{-3}$]	**Čas expozice**	**Příznaky otravy**
40	8 hodin	Maximální množství CO v místnosti, po dobu nejvýše 8 hodin schválené WHO
230	2-3 hodiny	Mírná bolest hlavy, únava, nevolnost, závratě po 2-3 hodinách.
460	1-2 hodiny	Silné bolesti hlavy, závratě po 1-2 hodinách, riziko ztráty života po 3 hodinách.
920	45 minut	Silná nevolnost, závrať, zvracení, bezvědomí do 45 min. Smrt během 2-3 hodin.
1840	20 minut	Silné bolesti hlavy, závratě, nevolnost a zvracení, bezvědomí do 10-20 min. Smrt v průběhu jedné hodiny.
3680	5-10 minut	Smrt v průběhu 25 až 30 minut.
73600	1-2 minuty	Smrt v průběhu 10 až 15 minut.
14720	< 1 minuta	Bezvědomí po 2-3 nadechnutích, smrt po 3 minutách.

Koncentrace Oxidu uhelnatého z hlediska automobilů je závislá na poměru vzduchu a paliva při spalovacím procesu, tento poměr je udáván veličinou lambda λ, jejíž hodnota by se měla co nejvíce přibližovat číslu 1 ($\lambda = 1$). Pokud je přiváděné množství vzduchu

menší ($\lambda < 1$), jedná se o bohatou směs, v případě nadbytku vzduchu ($\lambda > 1$) je směs chudá. Samotný poměr paliva a vzduchu se mění na závislosti aktuálního jízdního režimu, například v případě akcelerace je směs bohatější na palivo. V tomto případě bohaté směsi tak není dosaženo dokonalého spalování paliva a dojde tak na základě oxidace ke vzniku CO_2 a CO.[9]

2.2.3 Oxidy dusíku NO_X

Oxidy dusíku je název, který reprezentuje směs oxidu dusného (N_2O), dusnatého (NO) a dusičitého (NO_2). Tyto oxidy výrazně poškozují lidské zdraví a životní prostředí, jejich celosvětové roční emise přesahují 50 miliónů tun.

Z hlediska lidského zdraví je nejvýznamnější oxid dusičitý, který vzniká velmi rychle působením atmosférických oxidantů (např. ozonu) na oxid dusný, vznikající ve velkých množstvích při spalování prakticky všech typů paliv.

Půlhodinové, resp. 24 hodinové koncentrace NO_2 mohou dosáhnout až 900, resp. 400 $\mu g.m^{-3}$, přičemž jeho průměrné roční koncentrace v městském ovzduší se pohybují v rozmezí 20-100 $\mu g.m^{-3}$.[14] Hodnota imisního limitu koncentrace NO_X je v ČR stanovena 200 $\mu g.m^{-3}$ pro 24 hodin, průměrná roční koncentrace je stanovena na 30 $\mu g.m^{-3}$.[12]

Významný vliv na tvorbu oxidů dusíku v motoru má samotná teplota ve válci, koncentrace kyslíku ve vzduchu a doba prodlevy. Vysoká teplota ve válci (nad 1600 °C) způsobuje, že dusík reaguje s kyslíkem a vytváří Emise NO_X. Většina produkovaných NO_X je vytvořena již na začátku spalovacího procesu v době, kdy je píst v horní úvrati. Právě v této chvíli je teplota ve válci nejvyšší. V případě snížení teploty při spalování dochází k snížení vytvořeného množství NO_X, konkrétně se hodnota snižuje až třikrát za každých 100 °C. [9]

Z pohledu motoristy vykazují nejvyšší hodnoty NO_X vznětové motory, v porovnání se spalovacími pracují ve vyšších teplotách, a to z důvodu kompresního vstřiku paliva. Vznětové motory jsou tak hlavním původcem oxidů dusíku z řad automobilů, jejichž provozem vzniká až 85 % oxidů dusíku, nejvíce ve formě oxidu dusnatého.

2.2.4 Nespálené uhlovodíky HC

Již podle názvu lze odvodit, že nespálené uhlovodíky vznikají při spalování paliva – jsou součástí nevyhořelého paliva jako produkt nízké spalovací teploty, zejména na stěnách válce. Právě na stěnách válce je teplota paliva a vzduchu mnohem nižší než v jeho středu.[9]

Mohou být vnímány pomocí čichu, protože způsobují charakteristický zápach výfukových plynů. Jejich škodlivost se zvyšuje s vazbou na povrch pevných částic.

U automobilů nevychází ovšem pouze v podobě výfukových plynů, nachází se v klikové skříni motoru, v palivovém systému a celkově při tankování a distribuci paliva. [9]

Některé z nespálených uhlovodíků jsou karcinogenní, a tak poškozují dýchací cesty. Do skupiny nespálených uhlovodíků jsou řazeny alkany, alkoholy, aldehydy, ketony a aromatické uhlovodíky.[15]

2.2.5 Oxid siřičitý SO_2

Z celkového množství automobilových emisí vyjadřuje oxid siřičitý jen malou část. K celkovým emisím má příspěvek pouhé 1 %, největším zdrojem oxidu siřičitého jsou zplodiny tuhých paliv.[14] V ČR je imisní limit stanoven na 350 $\mu g.m^{-3}$ pro denní průměr a 125 $\mu g.m^{-3}$ jako celoroční průměr.[12]

2.2.6 Olovo Pb

V dnešní době se přídavek olova v automobilových benzínech nenachází. V České republice byl zákaz prodeje olovnatých benzínů zaveden vyhláškou ministerstva dopravy a spojů z roku 1999 a od 1. ledna 2001 zmizely z trhu olovnaté automobilové benzíny BA 91 Speciál a BA 96 Super.[16] Dříve však přídavek olova do automobilových benzínů představoval až 90 % celkového množství olova, které se do lidského těla z ovzduší dostalo.[14] Olovo, které se v ovzduší vyskytuje je většinou ve formě malých částic (méně, než 10 µm).[16]

Do ovzduší se olovo z benzínu dříve dostávalo odpařováním z motorů a palivových nádrží. Ze vzduchu pak dochází k jeho rychlému vstřebání zejména v plicích a v játrech, kde se mění na triethylovo, které je ještě jedovatější. Jako ukazatel míry expozice a zároveň také jako vhodný ukazatel celkové zátěže těla olovem je považována koncentrace olova v krvi. Za nejnižší hranici, nad kterou byly pozorovány škodlivé účinky olova je považována hodnota 10 $\mu g.ml^{-1}$.[14]

2.2.7 Pevné částice PM

Emise pevných částic z výfukových plynů automobilů jsou výsledkem spalovacího procesu, zejména vznikají neúplným spalováním uhlíků obsažených v palivu a oleji. Emise pevných částic u dieselových motorů jsou značně vyšší (6 až 10krát), než u motorů benzínových.[9]

Pevné částice je možné rozdělit do třech skupin – saze, rozpustitelná organická fáze (soluble organic fraction) a anorganická fáze (inorganic fraction). Saze představují téměř 50 % celkového množství pevných částic, mohou být spatřeny jako černý kouř.

Problematice pevných částic a zjištění jejich dopadu na životní prostředí a lidské zdraví se věnuje mnoho výzkumných týmů po celém světě. Z výsledků těchto výzkumů jednoznačně vychází, že vdechování těchto částic může způsobit závažné zdravotní

problémy, například předčasné úmrtí, astma, rakovinu plic a další kardiovaskulárních problémy. Tyto emise přispívají ke znečištění ovzduší, vody a půdy, snižují viditelnost, mají dopad na produktivitu zemědělství a globální klimatické změny.[9]

Imisní limity pevných částic pro Českou republiku stanovuje zákon 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. Ministerstvo vyhláškou stanoví poměr částic, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 µm odlučovací účinnost 50 % (dále jen „částice PM_{10}“), a částic, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 µm odlučovací účinnost 50 % (dále jen „částice $PM_{2,5}$“), vůči tuhým znečišťujícím látkám v emisích.[16]

Pro částice PM10 je stanoven čtyřiadvacetihodinový imisní limit 50 $\mu g.m^{-3}$, který může být porušen nejvíce 35krát za jeden kalendářní rok. Celkový průměrný roční imisní limit pro Částice PM_{10} je stanoven na hodnotě 40 $\mu g.m^{-3}$, pro Částice $PM_{2,5}$ je stanoven na roční hodnotu 20 $\mu g.m^{-3}$.[16]

3 EMISNÍ NORMY

3.1 Evropská legislativa

Emisní standardy se v zemích evropského kontinentu začaly objevovat v podobě, připomínající tu současnou již od roku 1970, kdy byla vydána evropská směrnice 70/220/EEC o opatřeních proti znečišťování ovzduší emisemi z motorových vozidel.

Tato směrnice byla základním kamenem umožňující vznik všeobecně známým emisním normám zvaným Euro, kdy první norma nesoucí název Euro 1 nabyla účinnosti v lednu roku 1993, pro všechny modely vozidel, které byly homologovány před začátkem její platnosti s cílem snížení škodlivých částic vycházejících z výfukových plynů vozidel (CO, HC, NO_X).

Od doby vzniku této normy došlo k několika změnám, v současné době platí norma Euro 6, což znamená, že každý nově vyrobený automobil musí tuto emisní normu pro prodej na Evropském trhu splnit. Přehled emisních norem je uveden v Tab. 3.1.

Tab. 3.1: Přehled emisních norem Euro pro osobní vozidla [17]

Emisní normy Euro pro osobní vozidla (Kategorie M_1)						
Emisní norma	Datum zavedení normy	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
		[g/km]				
Zážehové motory (benzín)						
Euro 1	1.7.1992	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	-
Euro 2	1.1.1996	2,20	-	0,5	-	-
Euro 3	1.1.2000	2,30	0,20	-	0,15	-
Euro 4	1.1.2005	1,00	0,10	-	0,08	-
Euro 5	1.9.2009	1,00	0,10	-	0,06	0,005
Euro 6	1.9.2014	1,00	0,10	-	0,06	0,005
Vznětové motory (nafta)						
Euro 1	1.7.1992	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	0,14 (0,18)
Euro 2	1.1.1996	1,00	-	0,70	-	0,08
Euro 2	1.1.1996	1,00	-	0,90	-	0,10
Euro 3	1.1.2000	0,64	-	0,56	0,50	0,05
Euro 4	1.1.2005	0,50	-	0,30	0,25	0,025
Euro 5a	1.9.2009	0,50	-	0,23	0,18	0,005
Euro 5b	1.9.2011	0,50	-	0,23	0,18	0,005
Euro 6	1.9.2014	0,50	-	0,17	0,08	0,005

3.1.1 Dohody na snížení skleníkových plynů

První dohody na snížení oxidu uhličitého (CO_2), známého jako skleníkové plyny začaly pro osobní vozidla vznikat již v letech 1998/1999.[10] Tyto dohody vznikly na základě dobrovolné dohody mezi automobilovými asociacemi, reprezentující jednotlivé výrobce automobilů, konkrétně se jednalo o asociace ACEA (Evropská asociace výrobců automobilů sdružující automobilky BMW, Daimler, Fiat, Ford, GM, Porsche, PSA Peugeot Citroën, Renault a skupinu VW), JAMA (Japonská asociace výrobců automobilů sdružující automobilky Daihatsu, Honda, Isuzu, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki a Toyota) a KAMA (Korejská asociace výrobců automobilů sdružující výrobce Daewoo, Hyundai, Kia a Ssangyong). Tyto asociace pokrývají celkově 90 % celkového objemu prodaných nových osobních automobilů na území Evropské Unie.[18]

Na základě dohody IP/98/734[18], která byla těmito asociacemi v březnu roku 1998 podepsána, byl stanoven úkol splnit snížení níže uvedených hodnot vyprodukovaného oxidu uhličitého na jeden ujetý kilometr. Obr. 3.1. ilustruje jejich pokles v závislosti na čase.

- snížení emisí CO_2 z hodnoty 186 g CO_2/km na hodnotu 140 g CO_2/km, s cílem splnění do roku 2008, kdy by tato změna znamenala snížení hodnoty o 25 %;
- nezbytné snížení emisí CO_2 na maximální hodnotu 170 g CO_2/km do roku 2003;
- rozšíření dohody o cíl snížení emisí CO_2 na hodnotu 130 g CO_2/km s cílem splnění do roku 2015 – tato hodnota je povinná pro všechny výrobce vozidel; v současné době je hodnota 130 g CO_2/km platná
- hodnota emisí 95 g CO_2/km je stanovena jako cíl pro rok 2020, kdy by v tomto roce mělo být vyrobeno 95 % vozidel splňujících tuto hodnotu, v roce 2021 by ji mělo splňovat každé nově vyrobené auto.

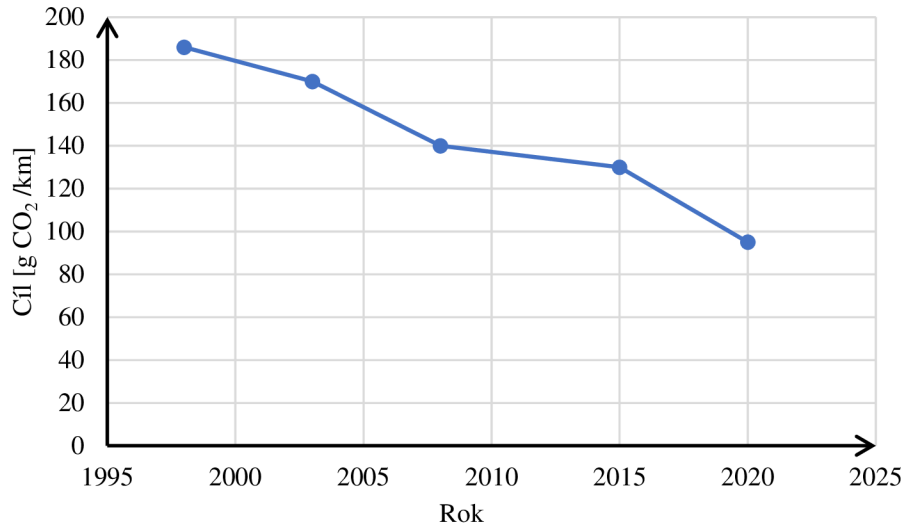
Cíle snížení hodnot CO_2 [g/km] však nejsou jediné, co bylo Evropskou Unií stanoveno. Z důvodu motivace a také vytvoření tlaku na výrobce automobilů byly stanoveny finanční tresty pro výrobce, které zadané cíle nesplní. Finanční zátěž těchto trestů je rozdělena na dvě fáze, a to na dobu od roku 2012 do roku 2018 a na dobu od roku 2019.

Pokud výrobce za dané období překročí průměrnou hodnotu specifické emise CO_2, bude mu evropskou komisí uložen poplatek za překročení emisí. Poplatek za překročení emisí se vypočítá pomocí níže uvedených vzorců, uvedených v evropské směrnici 443/2009[20]:

a) Období od roku 2012 do roku 2018:
   i) Pokud průměrné specifické emise CO_2 výrobce překračují cíl pro specifické emise o více než 3 g CO_2/km, bude poplatek vypočítán:
   95 EUR/g CO_2/km × počet nových osobních automobilů
   ii) Pokud průměrné specifické emise CO_2 výrobce překračují cíl pro specifické emise o více než 2 g CO_2/km, avšak nejvýše o 3 g CO_2/km, bude poplatek vypočítán:
   25 EUR/g CO_2/km × počet nových osobních automobilů
   iii) Pokud průměrné specifické emise CO_2 výrobce překračují cíl pro specifické emise o více než 1 g CO_2/km, avšak nejvýše o 2 g CO_2/km, bude poplatek vypočítán:
   15 EUR/g CO_2/km × počet nových osobních automobilů
   iv) Pokud průměrné specifické emise CO_2 výrobce nepřekračují cíl pro specifické emise o více než 1 g CO_2/km, bude poplatek vypočítán:
   5 EUR/g CO_2/km × počet nových osobních automobilů

b) Období od roku 2019:
   95 EUR/g CO_2/km × počet nových osobních automobilů

Na základě nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 443/2009 ze dne 23. dubna 2009, kterým se stanoví výkonnostní emisní normy pro nové osobní automobily se pojmem „překročení emisí“ rozumí kladný počet gramů na kilometr, o které průměrné specifické emise výrobce překročily jeho cíl pro specifické emise v daném kalendářním roce, zaokrouhlený na tři desetinná místa a pojmem „počet nových osobních automobilů“ se rozumí počet nových osobních automobilů, jichž je konkrétní společnost výrobcem a jež byly zaregistrovány v daném roce.[20], [21], [22]



Obr. 3.1: Hodnoty snížení emisí CO_2 stanovené dohodou ACEA[17]

4 VÝPOČTY TEORETICKÝCH HODNOT PRODUKCE CO_2 NA ZÁKLADĚ ZVOLENÝCH METOD

4.1 Výpočet vycházející z nařízení EU č. 443/2009

Výsledkem tohoto výpočtu je hodnota, tvořící maximální přípustnou hranici hodnoty cíle průměrné emise CO_2 [g/km], kterou může nově vyrobené vozidlo produkovat. Jedná se o hodnotu přímé emise, viz. kapitola 4.4. Tato hodnota je každoročně stanovena a upravována samotným výrobcem vozidla, základem pro její výpočet je hmotnost daného automobilu.[20]

$$Emise\ CO_2 = T + a \times (M - M_0) \tag{1}$$

kde

Emise CO_2 je celková výsledná hodnota vyprodukovaného CO_2 na jeden kilometr [g]

T – CO_2 cílová hodnota emisí na jeden kilometr [g]
T = 130 g/km od roku 2012 do roku 2019
T = 95 g/km *od roku* 2020

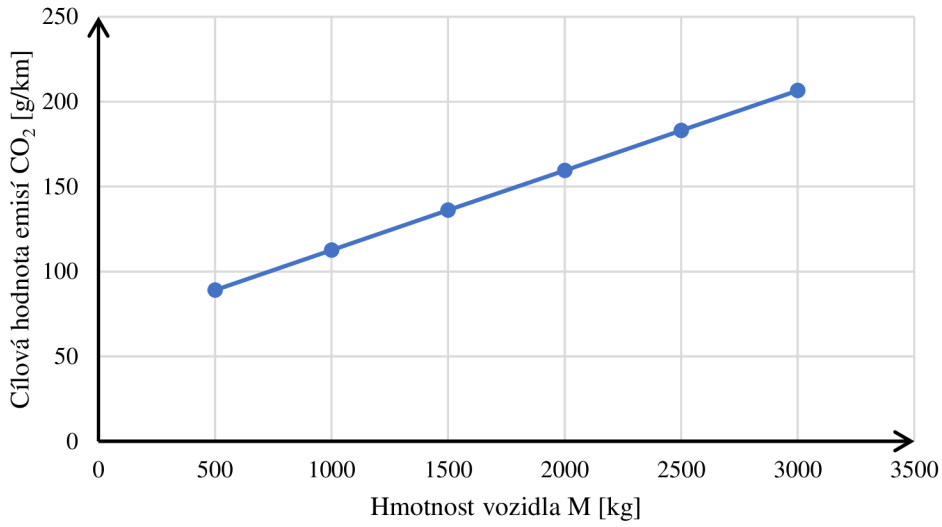
a – koeficient [-]
a = 0,0457 od roku 2012 do roku 2019
a = 0,0333 od roku 2020;

M – hmotnost vozidla [kg]

M_0 – průměrná hmotnost vozidla [kg]
M_0 = 1372 kg pro kalendářní roky 2012-2015.
M_0 = 1392,4 kg pro roky 2016-2019.

Hodnota průměrné hmotnosti vozidla M_0 je stanovena vždy jednou za tři roky a udává hodnotu průměrné hmotnosti nově vyrobených osobních automobilů za poslední tři kalendářní roky. Výpočet hodnoty emisí CO_2 [g/km] je v tomto případě vhodný pouze pro získání informativní maximální hodnoty produkovaného množství CO_2, na základě hmotnosti. V případě vozidel o hmotnosti nižší, než je hmotnost průměrná, by byla cílová hodnota CO_2 [g/km] nižší. V případě vozidel o hmotnosti vyšší, než je hmotnost průměrná

– cílová hodnota CO_2 [g/km] by byla vyšší, viz Obr. 4.1.



Obr. 4.1: Hodnota emisí vycházející z nařízení Evropské Unie č. 443/2009

Pro výpočet hodnot dle nařízení EU č. 443/2009, bude využito hodnot, které stanoví výrobce vozidel. Pro příklad výpočtu byly zvoleny modelové vozy Škoda Octavia kombi, poháněný benzínem a naftou a Škoda Octavia kombi G-TEC, poháněný CNG. V níže uvedené tabulce jsou vypsány potřebné hodnoty pro výpočet, z technické specifikace od výrobce – společnosti Škoda Auto a.s. Tyto hodnoty stanovené výrobcem těchto vozidel jsou v Tab. 4.1 a Obr. 4.2 porovnány s hodnotami vypočtenými.

Pro příklad výpočtu je jako základní vzorec použit (1).

Příklad výpočtu pro motor 1.4 TSI 110 kW:

$$Emise\ CO2\ =\ T\ +\ a\ \times\ (M\ -\ M_0)$$

$$Emise\ CO2\ =\ 130 + 0{,}0457 \times (1255 - 1392{,}4) = 123{,}54\ g\ CO_2/km$$

Příklad výpočtu pro motor 2.0 TDI 110 kW:

$$Emise\ CO2\ =\ T\ +\ a\ \times\ (M\ -\ M_0)$$

$$Emise\ CO2\ =\ 130 + 0{,}0457 \times (1332 - 1392{,}4) = 127{,}16\ g\ CO_2/km$$

Příklad výpočtu pro motor 1.4 TSI 81 kW:

$$Emise\ CO2\ =\ T\ +\ a\ \times\ (M\ -\ M_0)$$

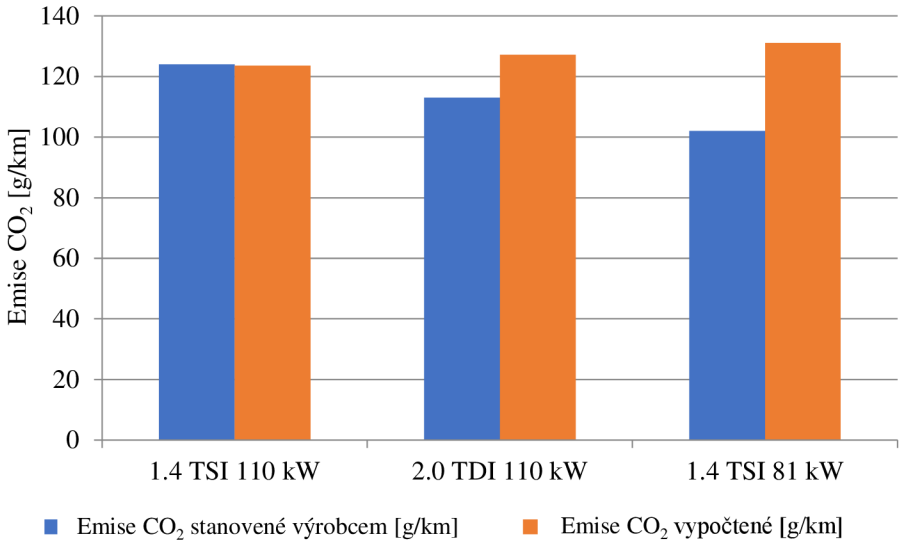
$$Emise\ CO2\ =\ 130 + 0{,}0457 \times (1416 - 1392{,}4) = 131{,}11\ g\ CO_2/km$$

Tab. 4.1: Vybrané parametry[23] a porovnání hodnot

Motorizace	**Palivo**	**Hmotnost M [kg]**	**Emise CO_2 stanovené výrobcem [g/km]**	**Emise CO_2 vypočtené [g/km]**	**Rozdíl [%]**
1.4 TSI 110 kW	Benzín	1255	124	123,54	-0,4
2.0 TDI 110 kW	Nafta	1332	113	127,16	12,5
1.4 TSI 81 kW	CNG	1416	102	131,11	28,5

Z výpočtů uvedených v Tab. 4.1, dle vztahu (1) vychází hodnoty maximální produkce CO_2 dle hmotností automobilů. Dle výpočtů by vozidlo na CNG mělo produkovat emise CO_2 nejvíce, což v reálném provozu není pravda, protože zemní plyn se oproti benzínu a naftě vyznačuje nižší produkci emisí CO_2. Výsledek na základě vztahu (1) tedy udává maximální přípustnou hranici hodnoty cíle průměrné emise CO_2, což je závazný údaj pro výrobce, nikoliv skutečné množství produkovaného CO_2.

Důvod, proč na základě výpočtu dle vztahu (1) vyšel CNG s rozdílem 28,5 % oproti hodnotě stanovené výrobcem je ten, že hlavním faktorem, který výsledek ovlivňuje je samotná hmotnost automobilu. Vůz na CNG by tedy na základě hmotnosti mohl produkovat až 131,11 g CO_2/km.



Obr. 4.2: Porovnání hodnot na základě výpočtu dle nařízení EU č. 443/2009

4.2 Výpočet emisí CO_2 na základě výhřevnosti paliv

Tento výpočet vychází z výpočtu emisí CO_2 ze spalování fosilních paliv, uvedeném ve vyhlášce 480/2012 Sb.[24],[36] Pro výpočet hodnoty CO_2 na základě této metody je třeba znát referenční hodnoty jednotlivých paliv a hodnoty, udávané výrobcem vozidla, konkrétně průměrnou kombinovanou spotřebu, která je uvedena v Tab. 4.3. Referenční hodnoty jednotlivých paliv jsou uvedeny v Tab. 4.2

Základem pro tento výpočet je vztah (2)[24],[36]:

$$E_{PALIVO} = m_{PALIVO} \times H_{PALIVO} \times EF_{PALIVO} \times (1 - NEDOPAL)\ [t] \tag{2}$$

kde

E_{PALIVO} je celkové množství vyprodukovaného CO_2 spálením 1 tuny paliva [t]

m_{PALIVO} je celková hmotnost paliva [t]

H_{PALIVO} je výhřevnost paliva [MJ/t]

EF_{PALIVO} je emisní faktor paliva [t CO_2/TJ]

$NEDOPAL$ je koeficient průměrného nedopalu [-]

Pro výpočet celkového objemu pohonné hmoty je použit vztah (3):

$$V_{PALIVO} = \frac{m_{PALIVO}}{\rho_{PALIVO}}\ [m^3] \tag{3}$$

kde

V_{PALIVO} je celkový objem paliva v závislosti na jeho hmotnosti [m^3]

m_{PALIVO} je celková hmotnost paliva [t]

ρ_{PALIVO} je hustota paliva uvedená v Tab. 4.2. [t/m^3]

Pro výpočet množství vyprodukovaných emisí CO_2 z 1 litru pohonné hmoty je použit vztah (4):

$$\mathrm{m}\ CO_2/m^3 = \frac{E_{PALIVO}}{V_{PALIVO}}\ [t] \tag{4}$$

kde

$\mathrm{m}\ CO_2/m^3$ je celkové množství vyprodukovaných emisí CO_2 z 1 m^3 paliva [t]

E_{PALIVO} je celkové množství vyprodukovaného CO_2 spálením 1 tuny paliva [t]

V_{PALIVO} je celkový objem paliva v závislosti na jeho hmotnosti [m^3]

Pro výpočet hodnoty CO_2 na 1 km je použit vztah (5):

$$E_{CO_2/km} = \mathrm{m}\, CO_2/l \times průměrná\ spotřeba\ paliva\ [t] \qquad (5)$$

kde

$E_{CO_2/km}$ je hodnota CO_2, který je vyprodukován za 1 kilometr ujeté vzdálenosti [t]

$\mathrm{m}\, CO_2/l$ je přepočtená hodnota vyprodukovaného CO_2 spálením 1 t paliva v litrech [l]

$průměrná\ spotřeba\ paliva$ je průměrná spotřeba automobilu na 100 km uvedená v Tab. 4.3 [l], anebo [m^3]

Tab. 4.2: Referenční hodnoty pro výpočet[1], [25], [26]

	ϱ [kg/m³]		H [MJ/kg]	EF [t CO_2/MJ]	NEDOPAL [-]
	Mezní hodnota				
	minimum	maximum			
Benzín	720[1]	755[1]	44,3	69,3	0,01
Nafta	-	845[1]	42,6	74,1	0,01
CNG	0,56[2]	0,7[2]	34,575	55,42	0,005

Pro výpočet hodnot CO_2 budou použity hodnoty stanovené výrobcem vozidel, společností Škoda Auto, uvedené v Tab. 4.3. Autor této práce vybral pro porovnání model Škoda Octavia kombi, poháněný zážehovým a vznětovým motorem a Škoda Octavia kombi G-TEC, který je s výše zmíněným modelem téměř identický. Liší se pouze v agregátu, kterým je poháněn. Hodnoty stanovené výrobcem těchto vozidel budou v práci porovnány s hodnotami vypočtenými.

Tab. 4.3: Vybrané parametry stanovené výrobcem [23]

Motorizace	**Převodovka**	**Palivo**	**Průměrná spotřeba[3] [l,m³/100km]**	**Emise CO_2 [g/km]**
1.4 TSI 110 kW	6-stupňová mechanická	Benzín	5,3 l	124
2.0 TDI 110 kW	6-stupňová mechanická	Nafta	4,3 l	113
1.4 TSI 81 kW	6-stupňová mechanická	CNG	5,70 m^3	102

[1] Při teplotě 15 °C
[2] Hustota za referenčních podmínek – tlaku 101,325 kPa, teplotě 288,15 K.
[3] V kombinovaném provozu (město, mimo-město)

Příklad výpočtu pro motor 1.4 TSI 110 kW:

Jako základ pro výpočet slouží vztah (2), pro další výpočty slouží vztahy (3),(4) a (5). Pro výpočet je uvažována celková hmotnost paliva m_{BENZIN} = 1 tuna.

$$E_{BENZIN} = m_{BENZIN} \times H_{BENZIN} \times EF_{BENZIN} \times (1 - NEDOPAL)$$

$$E_{BENZIN} = 1 \times 0{,}0443 \times 69{,}3 \times (1 - 0{,}01) = \mathbf{3{,}039\ t\ CO_2}$$

$$V_{BENZIN} = \frac{m_{BENZIN}}{\rho_{BENZIN}} = \frac{1}{0{,}755} = \mathbf{1{,}324\ m^3}$$

3,039 t CO_2 je v tomto případě vytvořeno, při spálení jedné tuny motorového benzínu, což je po přepočtu dle hustoty celkem 1,324 m^3 paliva.

Množství vyprodukovaných emisí CO_2 na 1 m^3 benzínu je vypočteno:

$$\mathrm{m}\ CO_2/m^3 = \frac{E_{BENZIN}}{V_{BENZIN}} = \frac{3{,}039}{1{,}324} = \mathbf{2{,}294\ t\ CO_2\ /m^3}$$

Převedení vyprodukovaných emisí CO_2 z objemu v m^3 do litrů benzínu je vypočteno:

$$\mathrm{m}\ CO_2/l = \frac{\mathrm{m}\ CO_2/m^3}{počet\ l\ v\ m^3} = \frac{2{,}294}{1000} = \mathbf{2{,}294 \times 10^{-3}\ t\ CO_2\ /l}$$

Při zahrnutí průměrné kombinované spotřeby udávané výrobcem je možné stanovit hodnotu CO_2 na 1 km, tato hodnota je stanovena následujícím způsobem:

$$E_{CO_2/1\,km} = \mathrm{m}\ CO_2/l \times průměrná\ spotřeba\ paliva =$$

$$= (2{,}294 \times 10^{-3}) \times \frac{5{,}3}{100} = \mathbf{1{,}216 \times 10^{-4}\ t\ CO_2/km}$$

$$E_{CO_2/1\,km} = 1{,}216 \times 10^{-4}\ t\ CO_2/km = \mathbf{121{,}6\ g\ \ CO_2/km}$$

Vypočtená hodnota je v tomto případě o 1,96 % nižší, než je hodnota stanovená výrobcem, společností Škoda Auto.

Příklad výpočtu pro motor 2.0 TDI 110 kW:

Jako základ pro výpočet slouží vztah (2), pro další výpočty slouží vztahy (3),(4) a (5). Pro výpočet je uvažována celková hmotnost paliva m_{NAFTA} = 1 tuna.

$$E_{NAFTA} = m_{NAFTA} \times H_{NAFTA} \times EF_{NAFTA} \times (1 - NEDOPAL)$$

$$E_{NAFTA} = 1 \times 0{,}0426 \times 74{,}1 \times (1 - 0{,}01) = \mathbf{3{,}125\ t\ CO_2}$$

$$V_{NAFTA} = \frac{m_{NAFTA}}{\rho_{NAFTA}} = \frac{1}{0{,}845} = \mathbf{1{,}183\ m^3}$$

3,125 t CO_2 je v tomto případě vytvořeno, při spálení jedné tuny motorové nafty, což je po přepočtu dle hustoty celkem 1,183 m^3 paliva.

Množství vyprodukovaných emisí CO_2 na 1 m^3 nafty je vypočteno:

$$\mathrm{m}\, CO_2\ /1\ l = \frac{E_{NAFTA}}{V_{NAFTA}} = \frac{3{,}125}{1{,}183} = \mathbf{2{,}641\ t\, CO_2\ /m^3}$$

Převedení vyprodukovaných emisí CO_2 z objemu v m^3 do litrů nafty je vypočteno:

$$\mathrm{m}\, CO_2/l = \frac{\mathrm{m}\, CO_2/m^3}{počet\ l\ v\ m^3} = \frac{2{,}641}{1000} = \mathbf{2{,}641 \times 10^{-3}\ t\, CO_2\ /l}$$

Při zahrnutí průměrné kombinované spotřeby udávané výrobcem je možné stanovit hodnotu CO_2 na 1 km, tato hodnota je stanovena následujícím způsobem:

$$E_{CO_2/km} = \mathrm{m}\, CO_2/l \times průměrná\ spotřeba\ paliva =$$

$$= (2{,}641 \times 10^{-3}) \times \frac{4{,}3}{100} = \mathbf{1{,}136 \times 10^{-4}\ t\, CO_2/km}$$

$$E_{CO_2/km} = 1{,}136 \times 10^{-4}\ t\, CO_2/km = \mathbf{113{,}6\ g\ \ CO_2/km}$$

Vypočtená hodnota je v tomto případě o 0,49 % nižší, než je hodnota stanovená výrobcem, společností Škoda Auto.

Příklad výpočtu pro motor 1.4 TSI 81 kW:

V případě vztahu pro výpočet emisí CO_2 u motoru spalující zemní plyn, vycházíme ze vztahu (2), kde se proměnná nahradí m_{PALIVO} proměnnou m_{CNG}. Proměnná m_{CNG} v tomto případě reprezentuje hmotnost 1 m^3 stlačeného zemního plynu.

Upravený vztah je tedy (6):

$$E_{CNG} = m_{CNG} \times H_{CNG} \times EF_{CNG} \times (1 - NEDOPAL)\ [t] \qquad (6)$$

$$E_{CNG} = 0{,}001 \times 0{,}034575 \times 55{,}42 \times (1 - 0{,}005) = \mathbf{1{,}906\ \times 10^{-3}\ t\, CO_2}$$

$\mathbf{1{,}906\ \times 10^{-3}\ t\, CO_2}$ je hmotnost CO_2, které je vyprodukováno spálením 1 m^3 zemního plynu. Na základě zadané průměrné spotřeby vozidla v Tab. 4.3, je možné spočítat celkové množství vyprodukovaného CO_2 za jeden kilometr ujeté vzdálenosti (7).

$$E_{CO_2/100\ km} = E_{CNG} \times průměrná\ spotřeba\ paliva\ \ [t] \qquad (7)$$

kde

$E_{CO_2/100\ km}$ je hodnota vyprodukovaného CO_2 za sto kilometrů ujeté vzdálenosti [t]

E_{CNG} je celkové množství vyprodukovaného CO_2 spálením 1 m^3 paliva [t]

$průměrná\ spotřeba\ paliva$ je průměrná spotřeba automobilu na 100 km uvedená v Tab. 4.3 [m^3]

$$E_{CO_2/100\ km} = E_{CNG} \times průměrná\ spotřeba\ paliva = (1{,}906 \times 10^{-3}) \times \frac{5{,}7}{100} =$$

$$= \mathbf{108{,}67 \times 10^{-3}\ t\ \ CO_2/km = 108{,}67\ g\ \ CO_2/km}$$

Vypočtená hodnota je v tomto případě o 6,14 % vyšší, než je hodnota stanovená

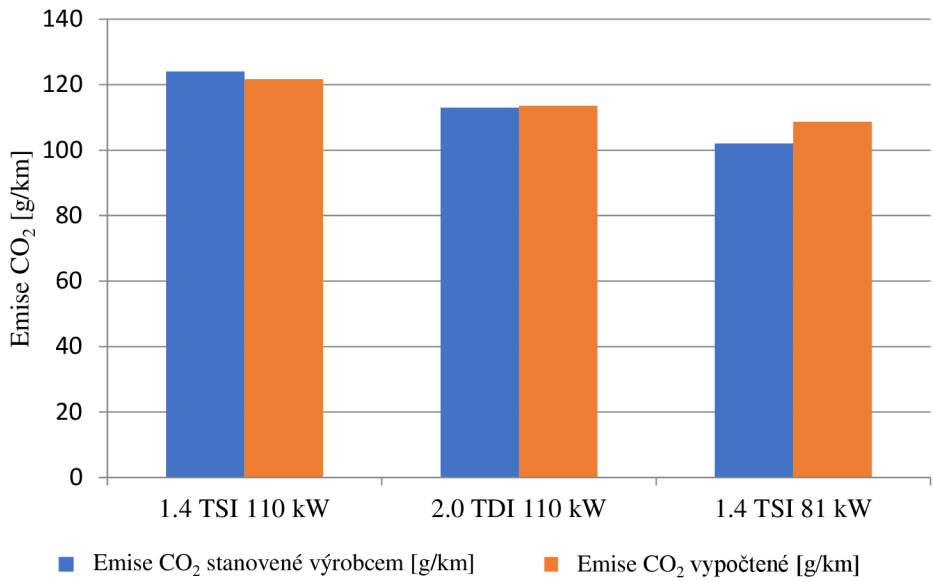
výrobcem, společností Škoda Auto.

Tab. 4.4: Porovnání hodnot stanovených výrobcem a hodnot vypočtených metodou výhřevnosti paliv

Motorizace	**Palivo**	**Emise CO_2 stanovené výrobcem [g/km]**	**Emise CO_2 vypočtené [g/km]**	**Rozdíl [%]**	**Emise CO_2 vypočtené na 1 m^3/1 l paliva [g]**
1.4 TSI 110 kW	Benzín	124	121,6	-1,96	2294
2.0 TDI 110 kW	Nafta	113	113,6	0,48	2641
1.4 TSI 81 kW	CNG	102	108,7	6,14	1906

Vypočtené hodnoty uvedené v Tab. 4.4 jsou graficky zobrazeny v Obr. 4.3. Z výsledku, který je uveden v sloupci „Emise CO_2 vypočtené [g/km]“ vyplývá, že nejméně produkuje vůz na CNG, následovaný vozem na naftu a na benzín. Důvodem, proč má vozidlo s benzínovým pohonem nejhorší výsledek je nejvyšší spotřeba paliva na 100 km.

Ze sloupce „Emise CO_2 vypočtené na 1 m^3/1 l paliva [g]“ vyplývá, že v případě, kdy by měly všechny vozy stejnou spotřebu na 100 km, je vůz spalující benzín v produkci emisí CO_2 ekologicky přívětivější než automobil spalující motorovou naftu. Nejlepšího výsledku dosáhlo palivo CNG.



Obr. 4.3: Porovnání hodnot stanovených a hodnot vypočtených metodou výhřevnosti paliv

4.3 Výpočet na základě metody stanovené IPCC

Mezivládní panel pro změny klimatu (IPCC) má za úkol poskytování objektivních, otevřených a transparentních posouzení vědeckých, technických a socio-ekonomických rizik týkajících se změn klimatu vyvolaných člověkem, jejich možných dopadů a možností pro jejich adaptaci a zmírnění.[27] Na základě výše zmíněných úkolů byl vytvořen návod pro výpočet hodnoty emisí CO_2, z něhož vychází vzorec (9) [28].

$$CO_2/\ l_{PALIVO} = m_{C\ PALIVO} \times OF \times (\ pomě\check{r}\ (CO_2/C))\ \ [g] \qquad (8)$$

kde

CO_2/l_{PALIVO} je celkové množství vyprodukovaného CO_2 spálením jednoho litru paliva, v případě CNG jednoho metru krychlového paliva [g]

$m_{C\ PALIVO}$ je hmotnost uhlíku obsaženého v palivu [g]

OF je oxidační faktor paliva [-]

$pomě\check{r}\ (CO_2/C)$ je poměr molekulových hmotností, stanoven (44/12) [-]

Pro výpočet celkové hodnoty produkovaného CO_2 na jeden kilometr je použit vzorec (10)

$$E_{CO_2/km} = CO_2/l_{PALIVO} \times pr\check{u}m\check{e}rn\acute{a}\ spo\check{t}\check{r}eba\ paliva\ [g] \qquad (9)$$

kde

$E_{CO_2/km}$ je hodnota vyprodukovaného CO_2 za jeden kilometr ujeté vzdálenosti [g]

CO_2/l_{PALIVO} je celkové množství vyprodukovaného CO_2 spálením jednoho litru paliva, v případě CNG jednoho metru krychlového paliva [g]

$pr\check{u}m\check{e}rn\acute{a}\ spo\check{t}\check{r}eba\ paliva$ je průměrná spotřeba automobilu na 100 km uvedená v Tab. 4.3 [l], anebo [m^3]

Metoda výpočtu je závislá na hodnotách, které stanovila Agentura pro ochranu životního prostředí (EPA), spadající pod Federální vládu Spojených států amerických. Tato Federální agentura stanovila, na základě Federálního nařízení „40 CFR 600.113“, obsah uhlíku, který vznikne spálením jednoho galonu paliva.[27] Pro lokalizaci tohoto postupu do podmínek, které jsou v České republice, je nezbytné převést hodnoty z Angloamerické měrné soustavy do soustavy jednotek SI.[28]

Stanovené hodnoty[28]:

hmotnost C v 1 galonu benzínu: 2421 g

hmotnost C v 1 galonu nafty: 2778 g

hmotnost C v 1 m^3 CNG: 511,611 g

Přepočet do soustavy SI, kde je 1 galon roven hodnotě 3,785 litru

hmotnost C v 1 litru benzínu:

$$m_{C\ BENZÍN} = \frac{hmotnost\ uhlíku\ v\ 1\ galonu}{převod\ galonu\ do\ SI} = \frac{2421\ g}{3{,}785\ l} = 639{,}561\ g$$

hmotnost C v 1 litru nafty:

$$m_{C\ NAFTA} = \frac{hmotnost\ uhlíku\ v\ 1\ galonu}{převod\ galonu\ do\ SI} = \frac{2778\ g}{3{,}785\ l} = 733{,}870\ g$$

Obsah uhlíku v palivu CNG byl vypočítán autorem této práce, a to na základě zdroje EPA[29], který stanoví hmotnost uhlíku, v jednom MMBTU plynu, konkrétně 14,64 kg. BTU je označení pro Britskou tepelnou jednotku, která popisuje energii v angloamerické měrné soustavě. Ve vědeckém kontextu je možné jednotku BTU nahradit jednotkou ze soustavy SI – joulem J. V kontextu této práce budeme vycházet z hodnoty jednoho MMBTU (milion BTU), které je rovno 28,264 m^3. Níže uvedeným vztahem je tak vypočtena hodnota uhlíku v 1 m^3 stlačeného zemního plynu, tedy 511,611 g.

$$m_{C\ CNG} = \frac{hmotnost\ uhlíku\ v\ 1\ MMBTU\ CNG}{převod\ MMBTU\ do\ m^3} = \frac{14{,}46\ kg}{28{,}263\ m^3} = 0{,}5116\ kg$$

$$m_{C\ CNG} = 0{,}5116\ kg = 511{,}61\ g$$

Mezi další požadavky pro výpočet patří oxidační faktor. Oxidační faktor je aplikován na množství uhlíku v palivu, které se v motoru oxidací přemění na oxid uhličitý. V tomto případě je u všech ropných produktů stanoven oxidační faktor 0,989 (98,9 % uhlíku obsaženého v palivu je zoxidováno, 1,1 % zůstává nezoxidováno). V případě zemního plynu je oxidační faktor roven jedné, jeho veškerý objem je zoxidován. Pro výpočet finální hodnoty CO_2 je také potřeba do výpočtu zahrnout poměr molekulových hmotností (CO_2/C), jejichž hodnota je (44/12).[28]

Příklad výpočtu pro benzínový motor 1.4 TSI 110 kW:

$$CO_2/l_{BENZÍN} = 639{,}561 \times 0{,}989 \times (44/12) = 2321{,}605\ g\ CO_2/l$$

Pokud vyjdeme z technické specifikace pro motor 1.4 TSI 110 kW v kapitole 4.2 bylo zjištěno, že pro ujetí 100 km je potřeba 5,3 l benzínu, tzn. 0,053 l na 1 km.

$$E_{CO_2/km} = 2321{,}605 \times \frac{5{,}3}{100} = 123{,}05\ g\ CO_2/km$$

Vypočtená hodnota je v tomto případě o 0,77 % nižší, než je hodnota stanovená výrobcem, společností Škoda Auto. V případě porovnání s výsledkem, kterého bylo dosaženo pomocí metody uvedené v kapitole 4.2, je produkce oxidu uhličitého vypočtená v této kapitole o 1,46 g CO_2/km vyšší.

Příklad výpočtu pro naftový motor 2.0 TDI 110 kW:

$$CO_2/l_{NAFTA} = 733{,}870 \times 0{,}989 \times (44/12) = 2663{,}948\ g\ CO_2/l$$

Pokud vyjdeme z technické specifikace pro motor 2.0 TDI 110 kW v kapitole 4.2 bylo zjištěno, že pro ujetí 100 km je potřeba 4,3 l benzínu, tzn. 0,043 l na 1 km.

$$E_{CO_2/km} = 2663{,}948 \times \frac{4{,}3}{100} = 114{,}55\ g\ CO_2/km$$

Vypočtená hodnota je v tomto případě o pouhé 1,37 % vyšší, než je hodnota stanovená výrobcem, společností Škoda Auto. V případě porovnání s výsledkem, kterého bylo dosaženo pomocí metody uvedené v kapitole 4.2, je produkce oxidu uhličitého vypočtená v této kapitole o 0,95 g CO_2/km vyšší.

Příklad výpočtu pro motor CNG 1.4 TSI 81 kW:

$$CO_2/m^3{}_{CNG} = 511{,}611 \times 1 \times (44/12) = 1875{,}906\ g\ CO_2/m^3$$

Pokud vyjdeme z technické specifikace pro motor 1.4 TSI 81 kW v kapitole 4.2 bylo zjištěno, že pro ujetí 100 km je potřeba 5,7 m^3 CNG, tzn. 0,057 m^3 na 1 km.

$$E_{CO_2/km} = 1875{,}906 \times \frac{5{,}7}{100} = 106{,}93\ g\ CO_2/km$$

Vypočtená hodnota je v tomto případě o pouhé 4,83 % vyšší, než je hodnota stanovená výrobcem, společností Škoda Auto. V případě porovnání s výsledkem, kterého bylo dosaženo pomocí metody uvedené v kapitole 4.2, je produkce oxidu uhličitého vypočtená v této kapitole o 1,75 g CO_2/km nižší.

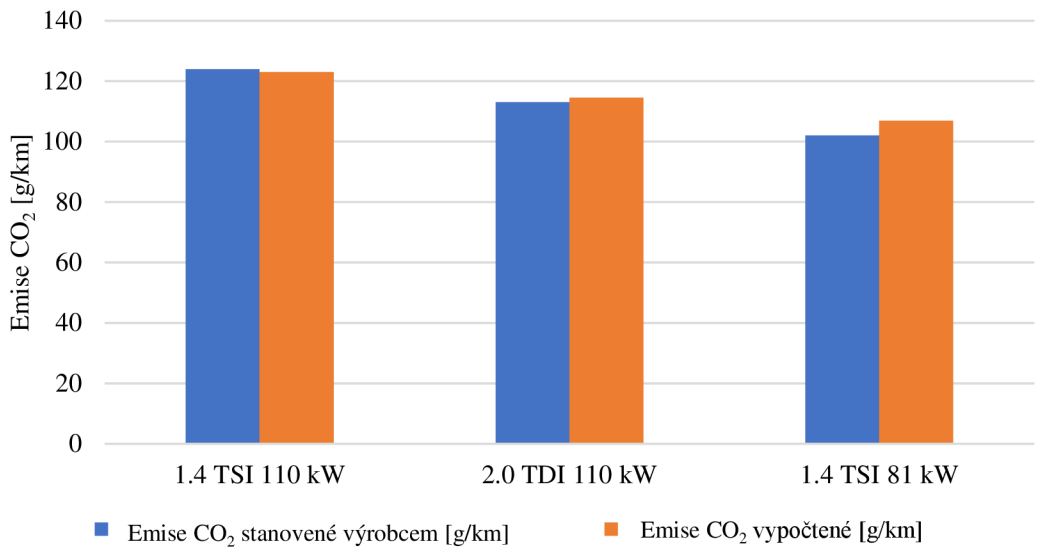
Tab. 4.5: Porovnání hodnot stanovených a hodnot vypočtených metodou IPCC

Motorizace	**Palivo**	**Emise CO_2 stanovené výrobcem[g/km]**	**Emise CO_2 vypočtené [g/km]**	**Rozdíl [%]**	**Emise CO_2 vypočtené na 1 m^3/1 l paliva [g]**
1.4 TSI 110 kW	Benzín	124	123,05	-0,77	2321,60
2.0 TDI 110 kW	Nafta	113	114,55	1,37	2663,95
1.4 TSI 81 kW	CNG	102	106,93	4,83	1875,91

Vypočtené hodnoty uvedené v Tab. 4.5 jsou graficky zobrazeny v Obr. 4.4. Z výsledku uvedeného v sloupci „Emise CO_2 Vypočtené [g/km]“ vyplývá, že nejméně CO_2 na km jízdy produkuje vůz na CNG, následovaný vozem na naftu a na benzín. Důvod, proč má vozidlo s benzínovým pohonem nejhorší výsledek je jeho nejvyšší spotřeba paliva na 100 km.

Ze sloupce „Emise CO_2 vypočtené na 1 m^3/1 l paliva [g]“ vyplývá, že v případě, kdy by měly všechny vozy stejnou spotřebu na 100 km, je vůz spalující benzín v produkci emisí CO_2 ekologicky přívětivější než automobil spalující motorovou naftu. Nejlepšího

výsledku dosáhlo palivo CNG.



Obr. 4.4: Porovnání hodnot stanovených a hodnot vypočtených metodou IPCC

4.4 Emise produkované elektromobily

Elektromobily jsou v současné době kvůli snižování emisních limitů na vzestupu. Díky elektřině, kterou jsou elektromotory poháněny nejsou po dobu jejich jízdy produkovány žádné přímé emise oxidu uhličitého. Tato kapitola se však bude zabývat nepřímými emisemi CO_2, které se elektromobilů týkají. Tyto emise totiž vznikají již při výrobě elektřiny v elektrárnách. Popis těchto pojmů je uveden níže:

- Přímé emise CO_2 reprezentují provozní emise, které jsou v případě jízdy elektromobilu nulové. Elektřina je využita pro chod elektromobilu, kterým je pouze využívána a částečně rekuperací produkována. Při porovnání elektromobilu se zážehovým či vznětovým motorem, u elektromobilu nedochází k spalování pohonných hmot a následné produkci škodlivých plynů do ovzduší.
- Nepřímé emise CO_2 reprezentují výrobu elektřiny samotnými elektrárnami, která je potřebná pro pohon elektromobilu. V České republice produkují nepřímé emise CO_2 zdroje fosilní. Emise, které jsou vyprodukovány při výrobě automobilu/elektromobilu jako komplexního prvku jsou také nepřímé.

Na základě každoročně publikovaných informací operátorem trhu s energiemi (OTE, a.s.) lze získat představu o tom, jak je elektřina v České republice vyráběna, hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4.6. Hodnoty z roku 2017 bohužel nebyly v době psaní diplomové práce dostupné.

Tab. 4.6. Energetický mix v roce 2016[30]

Zdroje energie	**Zastoupení výroby v ČR [%]**
Obnovitelné zdroje – Celkem	10,11
- Sluneční	2,76
- Větrné	0,63
- Vodní	1,15
- Biomasa	5,57
Fosilní zdroje – Celkem	59,5
- Hnědé uhlí	43,91
- Černé uhlí	6,97
- Zemní plyn	8,40
- Ropa a ropné produkty	0,05
- Druhotné zdroje a ostatní	0,20
Jaderné zdroje – Celkem	30,36
CELKEM	**100,00**

Pro výpočet průměrné produkce CO_2/kWh použil autor této diplomové práce dokument, který vydal Mezivládní panel pro změny klimatu. Tento dokument se jmenuje „Technology-specific Cost and Performance Parameters“ a je uváděn v mnoha vědeckých pracích.[31] Ve zmíněném dokumentu jsou uvedeny hodnoty emisí CO_2 z pohledu používaných technologií pro výrobu elektřiny [g CO_2/kWh]. Tyto hodnoty jsou v Tab. 4.7 následně převedeny do poměrového rozložení energetického mixu v České republice pro rok 2016.

Tab. 4.7 Produkce CO_2 dle energetického mixu v České republice v roce 2016

Zdroje energie	**Zastoupení v ČR [%]**	**Hodnota produkce CO_2 na 1 kWh [g]**	**Hodnota produkce CO_2 dle poměru technologie v energetickém mixu [g]**
Obnovitelné zdroje celkem	10,11	348,5	14,39
- Sluneční	2,76	44,50	1,23
- Větrné	0,63	12,00	0,08
- Vodní	1,15	24,00	0,28
- Geotermální	0,00	38,00	0,00
- Biomasa	5,57	230,00	12,81
Fosilní zdroje celkem	59,53	3496,67	460,08
- Hnědé uhlí	43,91	820,00	360,06
- Černé uhlí	6,97	820,00	57,15
- Zemní plyn	8,40	490,00	41,16
- Ropa a ropné produkty	0,05	683,33	0,34
- Druhotné zdroje a ostatní	0,20	683,33	1,37
Jaderné zdroje celkem	30,36	12	3,64
Celkem vyprodukováno CO_2, pro vyrobení 1 kWh elektřiny			**478,12**

Na základě údajů uvedených v Tab. 4.7 je vyrobením 1 kWh elektřiny vyprodukováno celkem 478,12 g CO_2. Jedním z důvodů takto vysoké hodnoty je stále velký poměr vyráběné elektrické energie (59,53 %) z fosilních paliv.

4.4.1 Posouzení produkce nepřímých emisí CO_2 v provozu

Pro výpočet produkce CO_2 byl autorem práce zvolen elektromobil VW e-Golf, který je dle autora vhodný kandidát pro porovnání s vozy Škoda Octavia kombi. Parametry tohoto vozidla jsou uvedeny v Tab. 4.8.

Tab. 4.8. Technické údaje elektromobilu[33]

Motorizace	**Převodovka**	**Palivo**	**Průměrná spotřeba [kWh/100km]**	**Emise CO_2 [g/km]**
Elektromotor 100 kW	1-stupňová automatizovaná	Elektřina	12,7	0

Jednoduchým výpočtem je možné získat hodnotu nepřímé emise CO_2 na jeden kilometr, dle vzorce (11):

$$E_{CO_2/km} = CO_2/kWh \times průměrná\ spotřeba\ paliva\ [g] \qquad (10)$$

kde

$E_{CO_2/km}$ je hodnota nepřímé emise CO_2 na jeden kilometr ujeté vzdálenosti [g]

CO_2/kWh je celkové množství vyprodukovaného CO_2, který vznikne vyrobením 1 kWh elektrické energie [g]

$průměrná\ spotřeba\ paliva$ je průměrná spotřeba automobilu na 100 km uvedená v Tab. 4.7 [kWh]

Výpočet je tedy:

$$E_{CO_2/km} = CO_2/kWh \times průměrná\ spotřeba = 478{,}12 \times \frac{12{,}7}{100} =$$

$$= \mathbf{60{,}72 g\ CO_2/km}$$

Vypočtená hodnota 60,72 g CO_2/km tedy udává množství nepřímé emise CO_2, které vznikne vyrobením elektřiny potřebné pro jízdu elektromobilem o vzdálenosti jeden kilometr.

4.4.2 Porovnání hodnot z kapitoly 4.4.1 s výpočty v kapitole 4.2.

Na základě hodnot uvedených v kapitolách 4.2 a 4.4.1 lze zhodnotit ekologickou zátěž pro životní prostředí z pohledu emisí oxidu uhličitého. Pro porovnání jsou výsledky zobrazeny v níže uvedené Tab. 4.9.

Tab. 4.9. Porovnání vypočtených přímých a nepřímých emisí

Motorizace	**Palivo**	**Emise CO_2 stanovené výrobcem [g/km]**	**Přímé emise CO_2 vypočtené [g/km]**	**Nepřímé emise CO_2 vypočtené [g/km]**
1.4 TSI 110 kW	Benzín	124	121,6	0
2.0 TDI 110 kW	Nafta	113	113,6	0
1.4 TSI 81 kW	CNG	102	108,7	0
100 kW	Elektřina	0	0	60,72

Jak lze z Tab. 4.9 vyčíst, elektromobil opravdu v průběhu jízdy nevypouští žádné přímé emise oxidu uhličitého, protože při jeho jízdě nedochází ke spalování žádného paliva, tak jako v případech vozidel na motorový benzín, motorovou naftu a CNG. Případ,

kdy dochází k uvolňování CO_2 do ovzduší popisuje sloupec „Nepřímé emise CO_2 vypočtené [g/km]“. V tomto sloupci chce autor diplomové práce poukázat na skutečnost, že elektromobil není úplně tak čistý k životnímu prostředí, jak se o něm ve společnosti mylně hovoří.

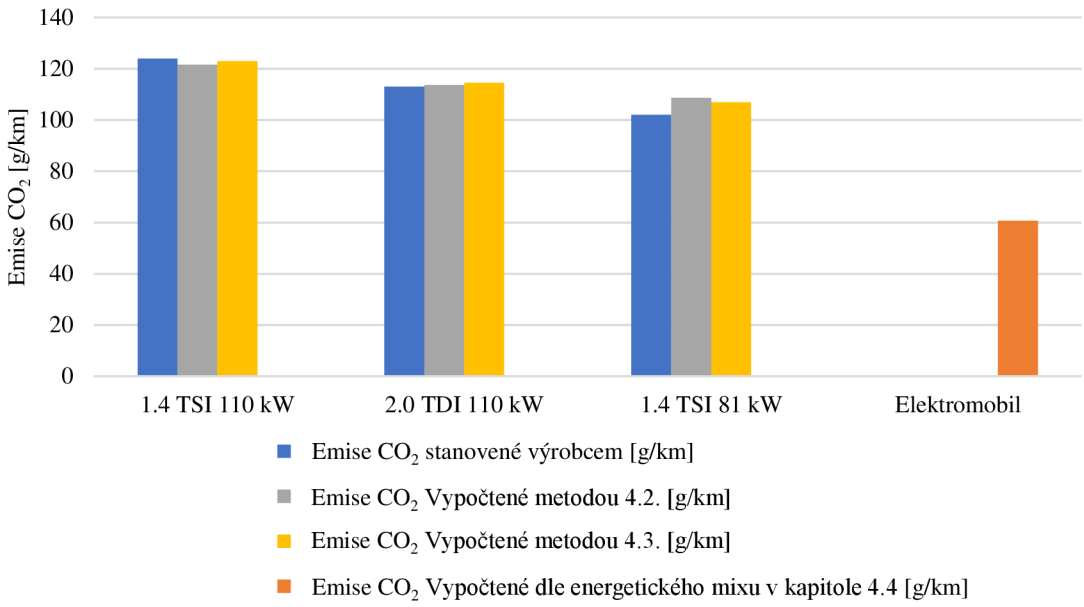
Elektřina, která elektromobil pohání musí být někde vyrobena a v případě České republiky se tomu tak děje z 59,53 % v elektrárnách, které spalují fosilní paliva, čímž nejvíce způsobují uvolňování oxidu uhličitého do atmosféry. U vozidel s pohonnými jednotkami na motorový benzín, motorovou naftu a CNG také dochází ke vzniku nepřímých emisí, a to nejenom při přípravě paliva samotného, ale také při jeho přepravě a plnění do vozu. Popis těchto procesů však nebyl primárním cílem této diplomové práce, protože problematika výroby paliv a jejich distribuce je velice komplexní téma.

Samotná výroba elektromobilů v porovnání s konvenčními vozidly je mnohem více ekologicky náročná, a to zejména z důvodu výroby baterií. Části vozu jako je karoserie, podvozek, brzdy a interiér jsou pro výrobu téměř stejně ekologicky náročné. Výrobou baterie je však vyprodukováno 150 až 200 kg CO_2 pro každý kWh.[32] Pro představu, kapacita baterie, která se nachází v elektromobilu e-Golf je 24,2 kWh a hmotnost 318 kg. Její výrobou tak dojde k vypuštění zhruba 4,23 t CO_2 do ovzduší. Udávaná životnost baterií je zhruba 200 000 km.

4.5 Vyhodnocení metodik v kapitolách 4.2. až 4.4.

Vyhodnocení metodik z výše uvedených kapitol bylo provedeno na základě výpočtů dle referenčních hodnot. Jejich výsledky jsou uvedeny v každé kapitole samostatně. Každý z výsledků dané metodiky byl porovnán s hodnotami, které jsou udávány v technické specifikaci vozidla výrobcem automobilu – v tomto případě byl zvolen výrobce, firma Škoda auto a její model Škoda Octavia kombi, poháněná spalovacím, vznětovým a v poslední řadě spalovacím motorem, který dokáže spalovat i CNG. Z vypočtených hodnot byla zároveň vytvořena jejich grafická zobrazení, která slouží pro snazší porovnání hodnot udávaných výrobcem a hodnot vypočtených.

Závěrečné grafické porovnání vypočtených hodnot je zobrazeno v Obr. 4.5 Toto grafické zobrazení bylo vytvořeno na základě hodnot, uvedených v Tab. 4.4 a v Tab. 4.5 a v Tab. 4.9. Autor této práce jako nejvíce relevantní hodnotí výpočty metodami popisovanými v kapitolách 4.2 a 4.3, které se svými výsledky nejvíce přiblížily hodnotám udávaným výrobcem automobilů.



Obr. 4.5 Porovnání vypočtených výsledků

V kapitole 4.4 byla zmíněna problematika přímých a nepřímých emisí oxidu uhličitého, kdy u nepřímých emisí vykazuje elektromobil polovičních hodnot, než v přímých emisích vykazují konvekční vozidla. Ty však produkují emise přímé a škodí tak lidem po dobu jejich jízdy. Nepřímé emise se na rozdíl od emisí přímých dají dle názoru autora mnohem lépe regulovat, čímž lze kvalitu životního prostředí ještě více zlepšit. Nepřímé emise elektromobilu jsou zobrazeny v Obr. 4.5.

Výsledky v kapitolách 4.2 a 4.3 byly vypočteny na základě referenčních hodnot, kdy například průměrná spotřeba automobilů byla použita ta, která je udávána výrobcem vozu. V žádné z vypočtených metod nejsou zahrnuty okolní vlivy prostředí na osobní automobil, objevující se v reálném provozu. Mezi okolní vlivy patří faktory jako například teplota, aerodynamika, valivý odpor pneumatik, či jiné. Ve výpočtech také není zahrnuto použití různých technických zařízení pro snížení vniku škodlivin do ovzduší. Dosáhnutí hodnot, které by odrážely reálný stav produkce oxidu uhličitého vozidly je dle názoru autora možné pouze měřením přenosným systémem PEMS v reálném provozu.

5 VÝPOČTY NA ZÁKLADĚ REÁLNÝCH HODNOT Z PROVOZU

5.1 Zvolení vhodné metody pro výpočet

Jak již bylo nastíněno v kapitole 4.5, jako nejvíce relevantní metody výpočtu emisí Oxidu uhličitého se jeví metoda obsažená v kapitole 4.2 a 4.3. Autor této práce se však pro pokračováni rozhodl počítat jen s metodou, která je popsána v kapitole 4.2 a to z důvodu, pravidelné aktualizace stanovených hodnot, ze kterých výpočty vychází. Konkrétně se jedná o hodnoty obsažené v Tab. 4.2: Referenční hodnoty pro výpočet [1], [25], [26].

5.2 Porovnání teoretických hodnot s reálnými

Na základě získaných reálných dat firemní flotily je vypracováno jejich porovnání s daty od výrobce automobilů. Složení vozů firemní flotily je stejné jako v případě, vozů, které byly použity v kapitole 4 této diplomové práce. Mezi vozidly jsou zastoupeny jak klasické jednotky, které spalují motorový benzín, motorovou naftu ale i vozy na zemní plyn. Získaná data obsahují záznamy o najetých kilometrech a množství paliva, které bylo potřeba na jízdu. Přehled vozidel a jejich počet je uveden v Tab. 5.3.

V této kapitole je uvedeno porovnání hodnot, které byly vypočteny na základě reálných hodnot z provozu a hodnot udávaných výrobcem. Výpočty reálných hodnot byly provedeny na základě metody, která je uvedena v kapitole 4.2.

Tato kapitola je věnována porovnání třech konkrétních typů vozidel, kterým se autor věnoval i v kapitole 4. Souhrn výsledků, kdy autor počítal množství produkce CO_2 na základě údajů od výrobce a jejich přehled je uveden v Tab. 4.4: Porovnání hodnot stanovených výrobcem a hodnot vypočtených metodou výhřevnosti paliv.

V níže uvedené Tab. 5.2 Porovnání teoretických a reálných hodnot je uveden souhrn výsledných vypočtených hodnot z vozidel, pro která byla získána reálná data z provozu flotily firemních vozů. Konkrétně se tedy jedná o vozy Škoda Octavia kombi, poháněné zážehovým (4 vozy) a vznětovým motorem (26 vozů) a Škoda Octavia kombi G-TEC (94 vozů).

Tab. 5.1 Porovnání teoretických a reálných hodnot

Motorizace	**Palivo**	**Průměrná spotřeba dle výrobce [l,m³/100km]**	**Průměrná spotřeba vypočtená [l,m³/100km]**	**Emise CO_2 stanovené výrobcem [g/km]**	**Emise CO_2 vypočtené dle metody v kapitole 4.2 [g/km]**
1.4 TSI 110 kW	benzín	5,3 l	8,33 l	124	191,1
2.0 TDI 110 kW	nafta	4,3 l	5,91 l	113	156,0
1.4 TSI 81 kW	CNG	5,8 l/5,70 m^3	5,99 l/6,12 m^3	132/102	139,4/118,4

5.2.1 Porovnání průměrné spotřeby

Průměrná spotřeba byla vypočtena u všech vozidel na základě načerpaného množství paliva a počtu ujeté vzdálenosti. V případě 23 vozidel z celkového počtu 98 vozidel Škoda Octavia G-TEC došlo k výpočtu u automobilů, u kterých byl počáteční stav tachometru v roce 2017 nula najetých kilometrů. V případě vozidel Škoda Octavia kombi osazené vznětovým motorem měly nulový počáteční stav tachometru v roce 2017 dva vozy, u benzínové varianty to byl vůz jeden. Ve všech zmíněných případech se jednalo o nové vozy, jejichž zajíždění v počátcích provozu mohlo statistiku ovlivnit vyšší spotřebou pohonných hmot. Čtyři vozidla Škoda Octavia kombi G-TEC měla v době vyhodnocování najeto méně než 5 000 km a z tohoto důvodu byla ze statistiky vynechána. V dalších částech tedy bude počítáno pouze s 94 vozidly Škoda Octavia kombi G-TEC.

5.2.1.1 Vozidla se spalovacím motorem

U vozidla Škoda Octavia kombi, které je poháněno zážehovým motorem 1.4 TSI 110 kW spalující motorový benzín Natural 95 byly získány údaje z provozu celkem 4 vozidel, jejichž celkový roční nájezd činil 111 301 km. Pro ujetí této vzdálenosti vozidla celkem spotřebovala 9 540,4 l benzínu, z čehož vychází průměrná spotřeba 8,33 l/100 km. Nejvyšší hodnota průměrné spotřeby v případě vozidel s touto pohonnou jednotkou dosáhla hodnoty 9,97 l/100 km, nejnižší hodnota se zastavila na čísle 7,21 l/100 km.

Průměrná hodnota průměrné spotřeby z reálného provozu je v případě zážehového motoru celkem o 3,03 l/100 km vyšší než hodnota, která je udávána výrobcem automobilu. Je několik teoretických důvodů možného zvýšení průměrné spotřeby – střídání řidičů, jízda převážně na krátké trasy, používání klimatizace či jízda se zimními/letními pneumatikami. Dle autora této práce by však žádný z výše zmíněných důvodů nezapříčinil zvýšení průměrné spotřeby automobilu o takto vysoké číslo. Takové zvýšení v kombinaci výše zmíněných důvodů je možné pouze v případě, kdy vozidlo jede krátkodobě trasu, která se může lišit s trasou běžnou. Jeden z dalších důvodů, který v tomto případě mohl zapříčinit zvýšení spotřeby vozu je lidský faktor. Mohlo dojít k selhání zaměstnance, kterému bylo vozidlo přiděleno – teoreticky mohlo dojít

k odcizení pohonných hmot.

5.2.1.2 Vozidla se vznětovým motorem

U vozidla Škoda Octavia kombi, které je poháněno vznětovým motorem 2.0 TDI 110 kW spalující naftu byly získány údaje z celkem 26 vozidel, jejichž celkový roční nájezd činil 587 395 km. Pro ujetí této vzdálenosti vozidla celkem spotřebovala 35 206,9 l nafty, z čehož vychází průměrná spotřeba 5,91 l/100 km. Nejnižší hodnota průměrné spotřeby v případě vozidel s touto pohonnou jednotkou dosáhla hodnoty 4,74 l/100 km, nejvyšší hodnota se zastavila na čísle 7,37 l/100 km.

Průměrná hodnota průměrné kombinované spotřeby z reálného provozu je v případě vznětového motoru o celkem 1,6 l/100 km vyšší než hodnota, která je udávána výrobcem automobilu. V tomto případě opět platí výše zmíněné varianty, proč k tomuto zvýšení mohlo dojít. Vzhledem k tomu, že používání vznětových motorů je vhodné zejména na dlouhé trasy, je možné, že ne ve všech případech byla vozidla takto skutečně využívána. Zvýšení průměrné spotřeby v případě naftou poháněných vozidel již není tolik dramatické, jako v případě benzínové motorizace vozidel, rozdíl oproti průměrné hodnotě, kterou stanovuje výrobce vozidel mohly způsobit dlouhé trasy v dálničním tempu, při kterých dochází k mírnému zvýšení spotřeby motoru oproti trasám, kdy vozidla jezdí po silnicích mimo dálnici při nižších rychlostech. Průměrná spotřeba v dálničním tempu bohužel není výrobci vozidel v technickém průkazu uvedena.

5.2.1.3 Vozidla s motorem na CNG

U vozidla Škoda Octavia kombi G-TEC, které je poháněno motorem 1.4 TSI 81 kW spalující benzín a CNG byly získány údaje z celkem 98 vozidel, jejichž celkový roční nájezd činil 2 549 043 km. Ze statistiky však byla odstraněna čtyři vozidla, která měla v době vyhodnocování najeto méně než 5 000 km. V případě takto nízké hodnoty nájezdu vozidla se nedá hovořit o tom, že motor pracuje tak jak má – je v tzv. záběhu a probíhá jeho zajíždění. Tato fáze nového vozidla by měla trvat minimálně prvních 5 000 km, při kterých se motor projevuje nižším výkonem a vyšší spotřebou pohonných hmot. V této fázi vyžaduje motor větší pozornost při zacházení.

Celkově tedy vozidla ujela za rok vzdálenost 2 546 167,00 km. Pro ujetí této vzdálenosti vozidla celkem spotřebovala 15 667,55 l motorového benzínu Natural 95 a 138 801,65 m^3 stlačeného zemního plynu. Poměr mezi motorovým benzínem a stlačeným zemním plynem tedy činil 87,72 % ve prospěch CNG. Na základě těchto hodnot je vypočtená hodnota průměrné kombinované spotřeby CNG celkem 6,12 m^3/100 km, u motorového benzínu 5,99 *l*/100 km. Nejvyšší hodnota průměrné spotřeby v případě vozidel s touto pohonnou jednotkou dosáhla v případě CNG hodnoty kombinované spotřeby 9,24 m^3/100 km, nejnižší hodnota se zastavila na čísle 5,17 m^3/100 km. V případě minoritní části, ve které tato vozidla spotřebovávala benzín

dosáhla hodnota průměrné kombinované spotřeby nejvíce 9,24 *l*/100 km, nejméně pak 5,13 *l*/100 km.

Je třeba zmínit, že nejhorší výsledek průměrné kombinované spotřeby v případě vozidla Škoda Octavia kombi G-TEC a to jak ve spotřebě benzínu i CNG patří témuž vozidlu, které v době odečtu mělo najeto 15 448 km.

Průměrná spotřeba CNG se však v případě 94 hodnocených vozidel od hodnoty stanovené výrobcem příliš neliší, průměrná spotřeba 6,12 m^3/100 km, kterou bylo dosaženo celkovým nájezdem více jak dva a půl milionu kilometrů je toho důkazem. K mírné odchylce 0,42 m^3 mohlo dojít opět jako u vozidel s naftovým pohonem tím, že byla vozidla používána převážně v dálničním provozu, při kterém je dosahováno vyšších rychlostí při vyšších otáčkách motoru, než při běžném provozu na silnicích nižších tříd. Další z možných důvodů, proč se hodnoty tolik neliší je dobré navržení převodovky.

V případě průměrné kombinované spotřeby benzínu je hodnota z reálných dat 6,05 l/100 km oproti hodnotě udávané výrobcem vyšší o zanedbatelných 0,19 l/100 km.

5.2.1.4 Porovnání hodnot spotřeby s testy ADAC

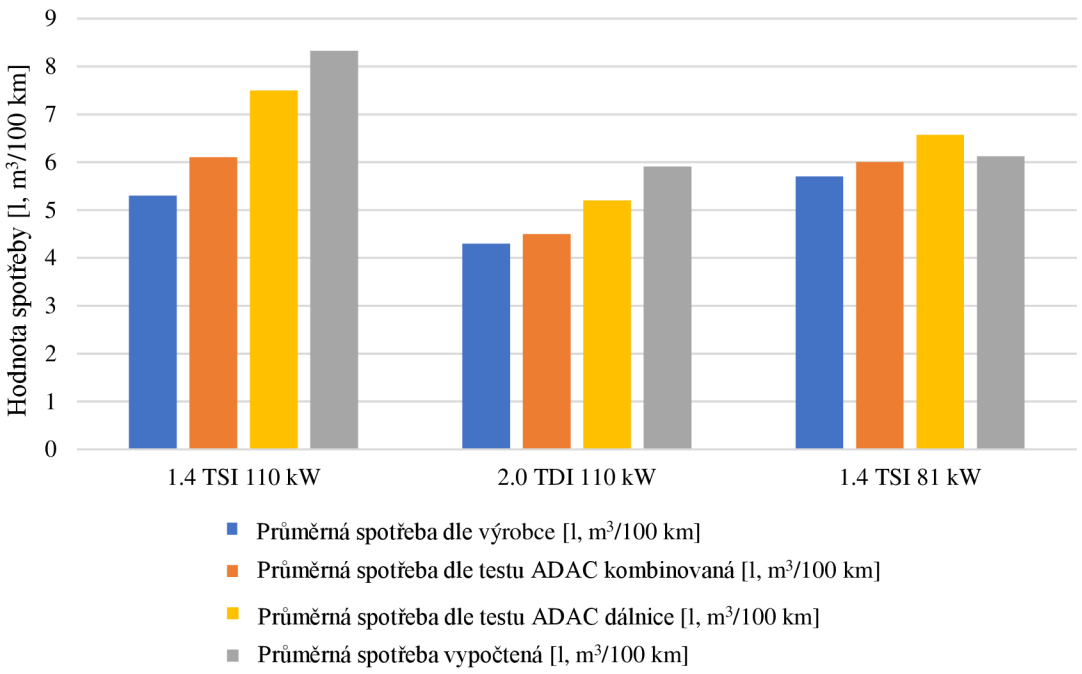
Organizace německých motoristů Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC) pravidelně provádí testování automobilů, při kterém hodnotí jejich parametry, mezi které patří i spotřeba. Porovnání hodnot průměrné spotřeby dle výrobce, testů ADAC a vypočtených z reálných dat je uvedeno v Tab. 5.2.

Tab. 5.2 Porovnání hodnot spotřeby s testy ADAC[42], [43], [44]

Motorizace	**Palivo**	**Průměrná spotřeba dle výrobce [l,m^3/100km]**	**Průměrná spotřeba dle testu ADAC [l,m^3/100km]**	**Průměrná spotřeba vypočtená [l,m^3/100km]**
1.4 TSI 110 kW	benzín	5,3 l	6,1 l/7,5 l	8,33 l
2.0 TDI 110 kW	nafta	4,3 l	4,5 l/5,2 l	5,91 l
1.4 TSI 81 kW	CNG	5,8 l/5,70 m^3	6 m^3/6,57 m^3	5,99 l/6,12 m^3

K porovnání hodnot spotřeby, které je uvedeno v Tab. 5.2 je potřeba zmínit, že ADAC u hodnocení spotřeby uvádí více hodnot. U hodnot, které jsou uvedeny v Tab. 5.2, ve sloupci „Průměrná spotřeba dle testu ADAC [l,m^3/100km]“, je první hodnota průměrná kombinovaná spotřeba. Druhá hodnota v pořadí je pro dálniční provoz.

Grafické porovnání všech hodnot je uvedeno v Obr. 5.1, kdy v případě vozu Škoda Octavia kombi G-TEC 1.4 TSI 81 kW je zobrazena jen hodnota pro CNG. ADAC hodnotu pro benzín ve svých dokumentech neuvádí.



Obr. 5.1 Grafické zobrazení spotřeby paliva

Z grafického zobrazení hodnot spotřeby paliva vyplývá, že vypočtené hodnoty kombinované spotřeby vozů se nejvíce blíží hodnotám pro dálniční provoz z testu ADAC. Přesto však byly vypočtené hodnoty ve většině případů vyšší. U motorizace 1.4 TSI 110 kW je rozdíl 0,83 l, u motorizace 2.0 TDI 110 kW je rozdíl 0,71 l. Jediný případ, kdy byly hodnoty z testu ADAC vyšší byl u dálničního provozu motorizace 1.4 TSI 81 kW, o hodnotu 0,45 m^3.

5.2.2 Porovnání hodnot produkovaného CO_2

Na základě získaných informací z provozu vozidel firemní flotily, došlo k výpočtům hodnot průměrné kombinované spotřeby pohonných hmot, se kterými je počítáno i v případě metody výpočtu emisí oxidu uhličitého, která se nachází v kapitole 4.2. Hodnoty průměrné kombinované spotřeby ve výpočtech zastávají hlavní roli, která ovlivňuje výsledek. V případě teoretických výpočtů v první části diplomové práce, nebyly vypočtené výsledky od hodnot výrobce příliš odlišné. V případě reálných dat však dochází k prudkému nástupu rozdílu mezi výrobcem stanovenými a vypočtenými hodnotami emisí oxidu uhličitého, který je produkován vozidly během jízdy. Toto je způsobeno faktem, že vozidla v reálném provozu jsou vystavena odlišným zatížením než v případě jejich testování dle stanovených měřicích postupů, a to i s ohledem na změnu jízdních režimů.

5.2.2.1 Vozidla se spalovacím motorem

Suverénně největšího rozdílu při porovnání hodnot vypočtených na základě reálných dat a údajů od výrobce došlo v případě benzínového motoru 1.4 TSI 110 kW. Průměrná hodnota produkovaného oxidu uhličitého u čtyř modelů Škoda Octavia kombi s průměrnou kombinovanou spotřebou 8,33 l/100 km byla 191,14 g CO_2/km, což je o 67,14 g CO_2/km vyšší než hodnota, kterou udává výrobce automobilu. V případě porovnání s vypočtenou hodnotou na základě kombinované spotřeby automobilu z dat výrobce, které se autor věnoval v kapitole 4.2 je hodnota vypočtená na základě reálných dat vyšší o 69,54 g CO_2/km.

V případě nejvyšší hodnoty průměrné spotřeby vozidla s touto pohonnou jednotkou 9,97 l/100 km byla vypočtena hodnota 228,68 g CO_2/km. U nejnižší hodnoty kombinované spotřeby 7,21 l/100 km byla vypočtena hodnota produkovaného oxidu uhličitého 165,53 g CO_2/km.

Při celkovém ročním nájezdu třech vozidel o vzdálenosti 111 301 km tato tři vozidla vyprodukovala celkem 21,89 t CO_2 za jeden kalendářní rok. Pokud by vozidla vykazovala hodnoty od výrobce (124 g CO_2/km), za jeden kalendářní rok by vyprodukovala 13,53 t CO_2, což je o 8,36 t CO_2 méně.

5.2.2.2 Vozidla se vznětovým motorem

Vznětový motor 2.0 TDI 110 kW, kterým je osazeno celkem 26 vozidel vykazoval průměrnou hodnotu produkovaného oxidu uhličitého 156,04 g CO_2/km, která odpovídá průměrné kombinované spotřebě 5,91 l/100 km. Tato hodnota, která byla vypočtena na základě reálné spotřeby z provozu je o 43,04 g CO_2/km vyšší hodnota než ta, kterou udává výrobce automobilu. V případě porovnání s vypočtenou hodnotou na základě kombinované spotřeby automobilu z dat výrobce, které se autor věnoval v kapitole 4.2 je hodnota vypočtená na základě reálných dat vyšší o 42,44 g CO_2/km.

V případě nejvyšší hodnoty průměrné spotřeby vozidla s touto pohonnou jednotkou 7,37 l/100 km byla vypočtena hodnota 194,72 g CO_2/km, což je stále nižší hodnota než v případě průměrné hodnoty u benzínové motorizace. U nejnižší hodnoty kombinované spotřeby 4,74 l/100 km byla vypočtena hodnota produkovaného oxidu uhličitého 125,05 g CO_2/km.

Při celkovém ročním nájezdu 26 vozidel o vzdálenosti 587 395 km vyprodukovala tato vozidla celkem 92,97 t CO_2 za jeden kalendářní rok. Pokud by vozidla vykazovala hodnoty od výrobce, za jeden kalendářní rok by vyprodukovala 66,38 t CO_2, což je o 25,28 t CO_2 méně.

5.2.2.3 Vozidla s motorem na CNG

U největšího počtu vozidel, která byla do tohoto porovnávání zahrnuta, dochází

k nejmenšímu rozdílu mezi hodnotami, které udává jejich výrobce. Z reálných hodnot 94 vozidel vychází průměrná hodnota produkovaného oxidu uhličitého 121,40 g CO_2/km, a to při průměrné kombinované spotřebě CNG 6,12 m^3/100 km a motorového benzínu 5,99 l/100 km. Tato hodnota byla vypočtena na základě průměrné poměrové spotřeby motorového benzínu Natural 95 a CNG, která činila 89,72 % ve prospěch CNG. Znamená to tedy, že tato vozidla byla využívána efektivně jak s ohledem na ekonomiku provozu, tak i s ohledem k životnímu prostředí.

Vypočtená hodnota průměrné produkce oxidu uhličitého všech vozidel Škoda Octavia kombi G-TEC byla vyjádřena pro každé palivo zvlášť. Pro část, kdy vozidla spalovala CNG vychází hodnota produkovaného CO_2 na 118,4 g CO_2/km, což je hodnota o 16,4 g CO_2/km vyšší než v případě hodnoty, kterou udává výrobce vozidel. V případech, kdy vozidla spalovala benzín vychází průměrná hodnota produkovaného CO_2 na 139,4 g CO_2/km, což je hodnota o 7,4 g CO_2/km vyšší než v případě hodnoty, kterou udává výrobce vozidel.

Produkce oxidu uhličitého v případě hodnot od výrobce a kombinaci obou pohonných hmot při poměru spotřeby 89,72 % ve prospěch CNG je rovna 105,08 g CO_2/km.

Při celkovém ročním nájezdu devadesáti osmi vozidel o vzdálenosti 2 546 167 km vyprodukovala tato vozidla celkem 304,41 t CO_2 za jeden kalendářní rok. Pokud by vozidla vykazovala hodnoty od výrobce a spalovala paliva ve sejném poměru jako v reálném provozu (89,72 % ve prospěch CNG), hodnota průměrné produkce CO_2 by se rovnala hodnotě 105,08 g CO_2/km, čímž by za jeden kalendářní rok při stejném kilometrovém vozidla vyprodukovala 267,55 t CO_2, což je o 36,86 t CO_2 méně.

5.3 Procentní vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva na základě reálných dat

Porovnání a procentní vyjádření celkové produkce CO_2 je obsaženo v Tab. 5.3 Porovnání a procentní vyjádření výpočtů, ze které je na první pohled zřejmé, že největších rozdílů dosahuje benzínová varianta. Nejmenšího rozdílu mezi teoretickou hodnotou celkové roční produkce CO_2 dosáhla pohonná jednotka G-TEC 1.4 TSI 81 kW. U kompletního vozového parku celkový rozdíl mezi výpočty, které byly založeny na kombinované spotřebě udávané výrobcem a reálnou spotřebou z provozu činí 17,92 % a 76,17 t CO_2.

Tab. 5.3 Porovnání a procentní vyjádření výpočtů

Počet	**Motorizace**	**Palivo**	**Ujetá vzdálenost [km]**	**Celková produkce CO_2 dle teoretických hodnot [t]**	**Celková produkce CO_2 dle reálných hodnot [t]**	**rozdíl [%]**
4	1.4 TSI 110 kW	benzín	111 301	13,80	21,89	36,95
26	2.0 TDI 110 kW	nafta	587 395	66,38	92,97	28,61
94	1.4 TSI 81 kW	CNG	2 549 043	267,55	304,41	12,11
Celkem			**3 224 863**	**347,73**	**419,27**	**17,06**

Jako nejvíce ekologické vozidlo pro procentní vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva na základě reálných dat, kterému se autor v této kapitole věnuje, byl zvolen automobil Škoda Octavia kombi G-TEC. Tento automobil ve výpočtech na základě reálných hodnot i hodnot od výrobce vyšel nejlépe.

Níže uvedená Tab. 5.4 byla vypočtena následujícím způsobem: Pro ujetí celkové vzdálenosti 3 244 863 km byly vypočteny alternativní varianty nasazení vozidel (vždy při užití každé pohonné jednotky zvlášť). Vypočtené množství produkovaného CO_2 bylo následně porovnáno s množstvím, které reálně vyprodukovala kombinace vozidel firemní flotily, tedy 4 vozidla spalující motorový benzín, 26 vozidel spalujíc motorovou naftu a 94 vozidel spalujících kombinaci motorového benzínu a CNG.

Tab. 5.4 Procentní vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva

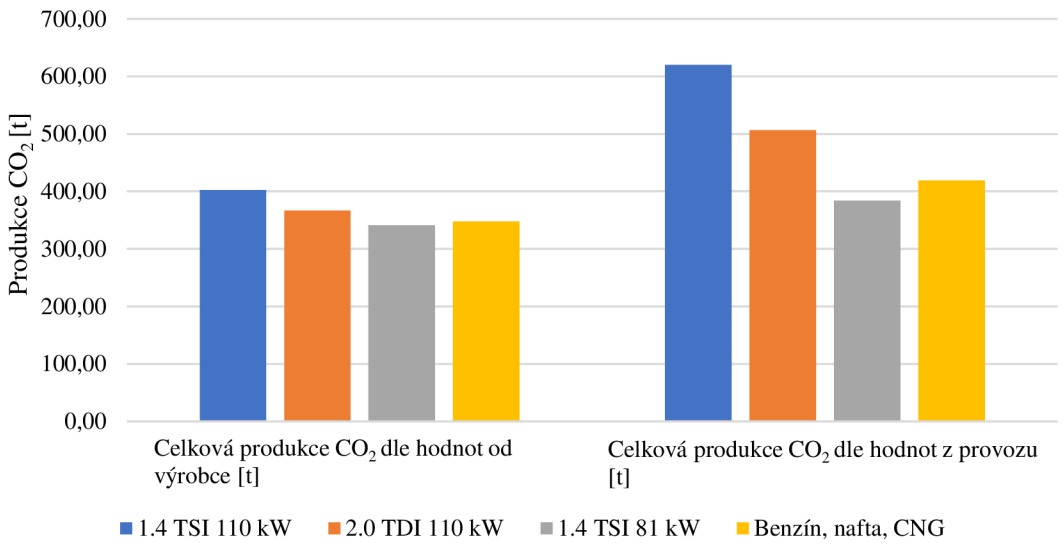
Motorizace	**Palivo**	**Celková produkce CO_2 dle hodnot od výrobce [t]**	**Rozdíl alternativy se stávajícím složením [%]**	**Celková produkce CO_2 dle hodnot z provozu [t]**	**Rozdíl alternativy s kombinací [%]**
1.4 TSI 110 kW	benzín	402,36	13,58	620,22	32,40
2.0 TDI 110 kW	nafta	366,67	5,17	506,33	17,19
1.4 TSI 81 kW	CNG	340,97	-1,98	393,93	-6,43
Benzín, nafta, CNG	vše	347,73		419,27	

Výsledky výpočtů jsou uvedeny v Tab. 5.4., ve sloupci „Celková produkce CO_2 dle hodnot od výrobce [t]“ a „Celková produkce CO_2 dle hodnot z provozu [t]“. V případě spalovacího motoru spalující pouze motorový benzín jsou výsledky následující: Pokud by byla zvolena tato alternativa, v případě ujeté vzdálenosti 3 244 167 km by vozy na benzín vyprodukovaly 402,36 t CO_2, a to v případě hodnot z technického průkazu, které udává výrobce automobilu. Výsledná hodnota je o 13,58 % vyšší než při současně

využívané kombinaci tří pohonných jednotek. V případě výpočtu dle reálných hodnot z provozu a zjištěné kombinované spotřeby 8,33 l/100 km by vozy vyprodukovaly celkem 620,22 t CO_2, což je hodnota o 32,40 % vyšší než v případě kombinace tří pohonných jednotek, která je v současné době využívána.

Pokud by byla zvolena alternativa se vznětovým motorem, v případě ujeté vzdálenosti 3 244 167 km by vozidla na naftu vyprodukovala 366,67 t CO_2, a to v případě hodnot z technického průkazu, které udává výrobce automobilu. Výsledná hodnota je o 5,17 % vyšší než v případě kombinace tří pohonných jednotek. V případě výpočtu dle reálných hodnot z provozu a zjištěné kombinované spotřeby 5,91 l/100 km by vozy vyprodukovaly celkem 506,33 t CO_2, což je hodnota o 17,19 % vyšší než v případě kombinace tří pohonných jednotek, která je v současné době využívána.

Pokud by byla zvolena alternativa s motorem G-TEC, v případě ujeté vzdálenosti 3 244 863 km by vozy spalující kombinaci CNG a motorového benzínu vyprodukovaly 340,97 t CO_2 – v případě hodnot z technického průkazu, které udává výrobce automobilu a spalování paliva ve sejném poměru jako v reálném provozu (89,72 % ve prospěch CNG). Výsledná hodnota je o 1,98 % nižší než v případě kombinace tří pohonných jednotek. V případě výpočtu dle reálných hodnot z provozu a zjištěné kombinované spotřebě CNG 6,12 m^3/100 km a benzínu 5,99 l/100 km při poměrové spotřebě 89,72 % ve prospěch CNG by vozy vyprodukovaly celkem 393,93 t CO_2, což je hodnota o 6,43 % nižší než v případě kombinace tří pohonných jednotek, která je v současné době využívána. Grafické znázornění výše zmíněných hodnot, které vychází z Tab. 5.4 je uvedeno v Obr. 5.2.



Obr. 5.2 Zobrazení vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva a použitých hodnot

S ohledem na ujeté vzdálenosti a v přepočtu na jedno vozidlo, vychází jako nejvíce využívané vozy na motorový benzín, tedy se suverénně nejhorší spotřebou pohonných

hmot a produkcí CO_2. Jejich celkový počet 4 kusy a roční nájezd 111 301 km však v celkovém vyhodnocení představuje pouhých 3,96 % roční produkce CO_2. Pokud by však mělo dojít ke zmenšení produkce CO_2 při současném stavu vozidel, doporučuje autor této práce více využívat vozy na CNG a motorovou naftu, vozy benzínové doporučuje používat jako záložní či havarijní, pro mimořádné situace a na krátké vzdálenosti.

5.4 Vyhodnocení finančních nákladů provozu vozidel v roce 2017

Bohužel, finanční náklady na provoz nebyly společností vlastnící vozidla poskytnuty. Pro vyhodnocení finančních nákladů provozu vozidel, které je uvedeno v této kapitole použil autor průměrných cen pohonných hmot. V případě motorového benzínu Natural 95 a motorové nafty vychází autor z dat Českého statistického úřadu[34], která v roce 2017 v případě motorového benzínu Natural 95 činila 30,30 Kč/l, průměrná cena motorové nafty ve stejném období činila 29,49 Kč/l. Ceny stlačeného zemního plynu nejsou tímto úřadem monitorovány, z toho důvodu byla průměrná cena za rok 2017 stanovena dle průměrné ceny CNG pro den 18.4.2018[35], která činila 25,23 Kč/kg, tedy 15,89 Kč/m^3. Všechny ceny jsou včetně DPH.

Vypočtená data každého vozidla jsou uvedena v příloze v Tab. 0.2, Tab. 0.4 a Tab. 0.6, ze kterých vychází statistiky, které jsou shrnuty v Tab. 5.5.

Tab. 5.5 Shrnutí finančních nákladů na provoz vozidel v roce 2017

Motorizace	**Ujetá vzdálenost [km]**	**Průměrná spotřeba na 100 km**	**Cena 1 km [Kč]**	**Finanční náklady celkem [Kč]**
1,4 TSI/81 kW G-TEC	2 546 167	5,99 l a 6,12 m^3	1,07[4]	2 680 935,13
1,4 TSI/110 kW	111 301	8,33 l	2,52	289 055,85
2,0 TDI/110 kW	587 395	5,91 l	1,75	1 041 977,85

U vozidel Škoda Octavia kombi s motorem 1.4 TSI 110 kW, která spalováním celkového množství 9 540,40 litrů motorového benzínu Natural 95 ujela celkovou vzdálenost 111 301 km je cena tohoto spotřebovaného množství paliva v roce 2017 rovna 289 055,85 Kč. V přepočtu je tedy průměrná cena pohonných hmot pro ujetí jednoho kilometru rovna 2,52 Kč, a to bez všech ostatních nákladů.

U vozidel Škoda Octavia kombi se vznětovým motorem 2.0 TDI 110 kW, která spalováním celkového množství 35 335,30 litrů motorové nafty ujela celkovou

[4] Cena vychází z výpočtu, kdy byl provoz na CNG z 89,57 %

vzdálenost 587 395 km je cena tohoto spotřebovaného množství paliva v roce 2017 rovna 1 041 977,85 Kč. V přepočtu je tedy průměrná cena pohonných hmot pro ujetí jednoho kilometru rovna 1,75 Kč, a to bez všech ostatních nákladů.

U vozidel Škoda Octavia kombi G-TEC s motorem 1.4 TSI 81 kW, která spalováním celkového množství 15 667,55 litrů motorového benzínu Natural 95 a 138 801,65 m^3 CNG ujela celkovou vzdálenost 2 546 167 km. Celková cena spotřebovaného množství paliva v roce 2017 je rovna 2 680 935,13 Kč. V přepočtu je tedy průměrná cena pohonných hmot pro ujetí jednoho kilometru rovna 1,07 Kč, a to bez všech ostatních nákladů.

Jako nejlevnější, dle reálných hodnot z provozu byl, co se spotřeby týče provoz vozidel Škoda Octavia kombi G-TEC s motorem 1.4 TSI 81 kW, který kromě benzínu Natural 95 spaluje i stlačený zemní plyn. S vypočtenou cenou 1,07 Kč za ujetí jednoho kilometru je o 0,68 Kč levnější než varianta vozidla spalující motorovou naftu a o 1,45 Kč levnější než varianta vozidel, která spalují pouze motorový benzín Natural 95. Celková cena pohonných hmot potřebných pro provoz firemní flotily vozidel s celkovým nájezdem 3 224 863 km je dle výše zmíněných cen celkem 4 011 968,83 Kč včetně DPH.

5.4.1 Silniční daň

Pokud by byla tato flotila vozidel provozována fyzickou osobou, která by vozidla nepoužívala k podnikání, byla by vozidla osvobozena od silniční daně. Tato vozidla jsou však provozována podnikatelským subjektem, a tak se jich týká zákon č. 16/1993 Sb., o dani silniční.

Od silniční daně jsou osvobozena vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší povolenou hmotností méně než 12 tun, která[37]:

1. mají elektrický pohon,
2. mají hybridní pohon kombinující spalovací motor a elektromotor,
3. používají jako palivo zkapalněný ropný plyn nebo stlačený zemní plyn, nebo
4. jsou vybavena motorem určeným jeho výrobcem ke spalování automobilového benzínu a ethanolu 85,

Dle výkladu výše zmíněného zákona jsou vozidla Škoda Octavia kombi G-TEC osvobozena od placení silniční daně. V případě vozidel, která spalují pouze motorový benzín Natural 95 a motorovou naftu se cena silniční daně vypočítá dle sazby v Tab. 5.6.

Tab. 5.6 Roční sazby silniční daně pro osobní automobily[37]

Zdvihový objem motoru	**Sazba daně**
do 800 cm^3	1 200 Kč
nad 800 cm^3 do 1 250 cm^3	1 800 Kč
nad 1 250 cm^3 do 1 500 cm^3	2 400 Kč
nad 1 500 cm^3 do 2 000 cm^3	3 000 Kč
nad 2 000 cm^3 do 3 000 cm^3	3 600 Kč
nad 3 000 cm^3	4 200 Kč

Sazba daně se u vozidel snižuje o 48 % po dobu následujících 36 kalendářních měsíců od data jejich první registrace a o 40 % po dobu následujících dalších 36 kalendářních měsíců a o 25 % po dobu následujících dalších 36 kalendářních měsíců. Nárok na příslušné snížení sazby daně vzniká počínaje kalendářním měsícem prvé registrace vozidla a končí u téhož vozidla po 108 kalendářních měsících.[37]

Shrnutí vypočtených nákladů na provoz pro každé vozidlo, včetně započtené silniční daně je uvedeno v Tab. 5.7.

Tab. 5.7 Shrnutí finančních nákladů na provoz vozidel v roce 2017, včetně silniční daně

Motorizace	**Ujetá vzdálenost [km]**	**Průměrná spotřeba na 100 km**	**Cena 1 km [Kč]**	**Finanční náklady celkem [Kč]**
1,4 TSI/81 kW G-TEC	2 546 167	5,99 l a 6,12 m^3	1,07[5]	2 680 935,13
1,4 TSI/110 kW	111 301	8,33 l	2,57	294 047,85
2,0 TDI/110 kW	587 395	5,91 l	1,85	1 085 177,85

V případě vozidel z reálných dat se silniční daň týká pouze vozidel, která spalují pouze motorovou naftu a motorový benzín Natural 95. Vozidla, která mají možnost spalovat stlačený zemní plyn jsou od této daně osvobozena, tudíž platí cena 1,07 Kč za ujetí jednoho kilometru.

Vozidla Škoda Octavia kombi s motorizací 2.0 TDI 110 kW mají zdvihový objem motoru 1968 cm^3, a tak základ silniční daně činí 3 000 Kč. Stáří těchto vozidel se pohybuje od 12/2012 do 12/2017, tudíž je možné odečíst slevu od základu daně ve výši 40-48 % a to dle roku výroby vozidla. Cena silniční daně a její sleva je pro každé vozidlo uvedena samostatně v Tab. 0.3. Po započtení silniční daně k ceně za pohonné hmoty vychází cena za ujetí jednoho kilometru 1,85 Kč. Součet silniční daně a pohonných hmot je v případě vozidel se vznětovým motorem roven 1 085 177,85 Kč, kde silniční daň činí

[5] Cena vychází z výpočtu, kdy byl provoz na CNG z 89,57 %

celkem 43 200,00 Kč.

Podobně je tomu u vozidel Škoda Octavia kombi s motorem 1.4 TSI 110 kW, které mají zdvihový objem 1395 cm³ a tak základ silniční daně činí 2 400 Kč. Stáří těchto vozidel se pohybuje od 1/2015 do 12/2017, tudíž je možné odečíst slevu od základu daně ve výši 48 %. Cena silniční daně a její sleva je pro každé vozidlo uvedena samostatně v Tab. 0.2. Po započtení silniční daně k ceně za pohonné hmoty vychází cena za ujetí jednoho kilometru 2,57 Kč. Součet silniční daně a pohonných hmot je v případě vozidel se vznětovým motorem roven 294 047,85 Kč, kde silniční daň činí celkem 4 992,00 Kč.

Cena za ujetí jednoho kilometru vozidlem Škoda Octavia kombi G-TEC s motorem 1.4 TSI 81 kW je tak o 78 haléřů nižší než v případě vozidla spalující motorovou naftu, o 1,5 Kč nižší než u vozidla, které spaluje pouze motorový benzín Natural 95. Celková cena pohonných hmot pro flotilu vozidel, která dohromady ujela 3 224 863 km, včetně silniční daně je 4 060 160,83 Kč. Údaje a všechny vypočtené hodnoty těchto vozidel jsou uvedeny v Tab. 0.6.

Autor této práce si uvědomuje, že mezi další nezanedbatelné náklady na provoz vozidel bezpochyby patří náklady na pravidelnou údržbu vozidel, servisní prohlídky, výměny olejů, filtrů, zimní/letní obutí a samozřejmě náhradní díly, pokud došlo k poruše či dopravní nehodě. Bohužel tato data nebyla autorovi práce společností poskytnuta, a pro některé z nich je složité určit jejich cenu (předpokládaná smluvní cena dílů pro firemní flotilu bude nižší, než v případě nákupu pro jedno vozidlo). Autor práce však předpokládá, že výše nákladů bude pro všechna vozidla identická.

6 FINANČNÍ NÁKLADY A INVESTICE DO VOZIDEL

Při rozhodovávání o koupi konkrétního modelu vozidla a jeho motorizaci má výše investice a finanční náklady na provoz vysokou váhu při výběru. V rámci diplomové práce budou v této kapitole zpracovány finanční náklady na provoz dle pěti různých motorizací vozidel. Výpočet finančních nákladů na provoz bude proveden ve dvou variantách – v jedné bude vycházeno pouze z hodnot od výrobce (v případě kombinované spotřeby), ve variantě druhé bude vycházeno z reálných hodnot z provozu, které získal autor z dat firemní flotily vozidel. V případě elektromobilu a hybridního vozidla budou jako reálné hodnoty z provozu využita data z testování organizací německých motoristů Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC)[39],[40]

Důvodem, proč dojde k výpočtu finančních nákladů na provoz ve dvou variantách je porovnání teoretických a reálných hodnot, což umožní reálnější pohled na koupi vozidel a výběr jejich motorizace. Ne vždy totiž dochází k nákupu vozidel, pro které má nakupující k dispozici reálná data z provozu, díky kterým je schopen minimalizovat chybu při rozhodnutí o investici do automobilu.

V rámci této kapitoly je v potaz brána celková kupní cena (včetně DPH) daného automobilu dle platného ceníku, který je uveden na webových stránkách výrobců vozidel. Jako další parametr, který bude výpočet zahrnovat je cena pohonných hmot, která v případě motorového benzínu Natural 95 a motorové nafty vychází z dat Českého statistického úřadu[34], cena stlačeného zemního plynu je stanovena dle průměrné ceny CNG pro den 18.4.2018[35], cena elektřiny byla vypočtena dle platného ceníku energetické společnosti, při smluvním tarifu pro elektromobilitu D27d. Při nabíjení stanovil autor práce poměr mezi nízkým a vysokým tarifem elektřiny a to tak, že modelový elektromobil byl nabíjen z 80 % v NT a ve zbývajících 20 % ve VT. Výsledná cena vychází z celkové jednotkové ceny elektřiny, která je uvedena v ceníku[40].

Hybridní vozidlo VW Golf GTE, které bylo do výpočtu finančních nákladů vybráno je vybaveno elektromotorem o výkonu 75 kW a čtyřválcovým benzínovým motorem 1.4 TSI o výkonu 100 kW. Výrobce udává, že pro ujetí 100 km vozidlo spotřebuje 11,4 – 12,0 kWh elektrické energie a 1,8 – 1,6 l motorového benzínu natural 95. Čistý dojezd vozidla čistě na elektrický pohon je podle výrobce až 50 km, a to závislosti na způsobu jízdy a spotřebě elektřiny palubními spotřebiči jako např. světly nebo klimatizací.[41] Z údajů, které vychází z testu, který prováděl ADAC tento hybridní automobil dokáže ujet vzdálenost 100 km se spotřebou 7 kWh elektřiny a 3,3 l motorového benzínu. Při jízdě čistě na benzín byla naměřena spotřeba 5,8 l/100 km.

V případě výpočtu reálné části finančních nákladů bude tedy předpokládána spotřeba 7 kWh elektřiny a 3,3 l motorového benzínu pro ujetí 100 km. Nebude uvažováno, že by

v průběhu provozu bylo hybridní vozidlo provozováno neefektivně tak, že by docházelo k jízdě na čistě benzínový pohon bez využití jízdy na elektřinu.

6.1 Finanční náklady na provoz vozidel dle údajů od výrobců

Jako první způsob, kterým byly finanční náklady na provoz vozidel vypočítány byl ten, kdy provozní náklady dle údajů o spotřebě dle výrobce a kupní cena jsou jediné kritérium. Finanční náklady na provoz vozidel byly vypočteny pro předpoklad životnosti a provozuschopnosti vozidel maximálně 500 000 km. V Tab. 6.1 jsou uvedeny ceny automobilů včetně DPH a jejich průměrná spotřeba dle výrobce, na jejímž základě je vyjádřena cena pro ujetí jednoho kilometru.

Tab. 6.1 Finanční náklady na provoz vozidel dle údajů od výrobců[23][33]

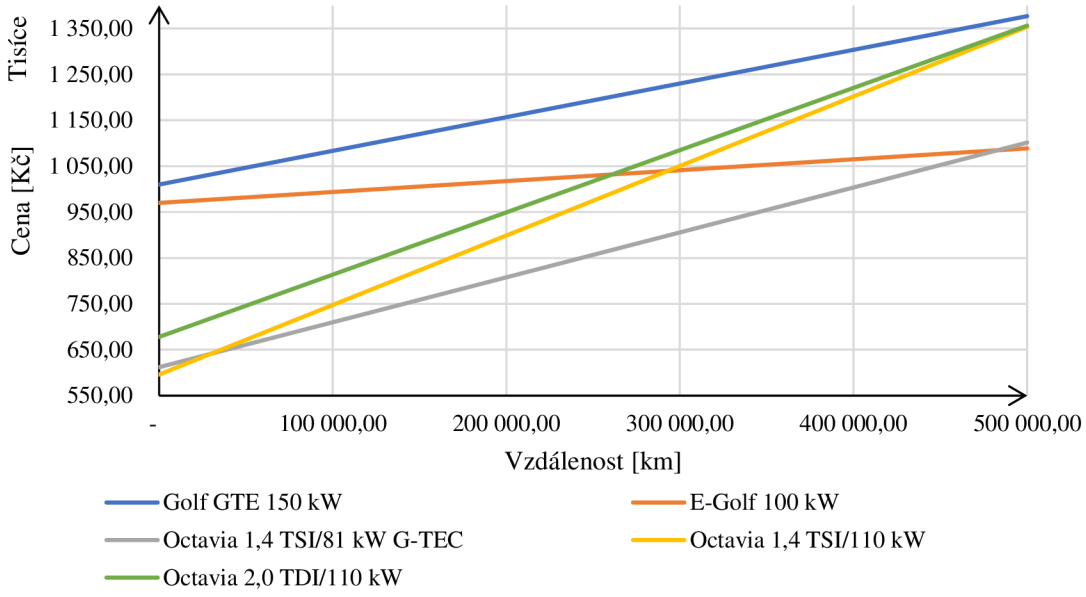
Název vozidla	**Motorizace**	**Kupní cena vozu [Kč]**	**Průměrná spotřeba na 100 km**	**Cena 1 km [Kč]**
VW Golf GTE hybrid	150 kW	1 009 900	11,7 kWh; 1,7 l	0,73
VW E-Golf	100 kW	969 900	12,7 kWh	0,24
Škoda Octavia kombi	1,4 TSI/81 kW G-TEC	611 900	5,5 l a 5,6 m^3	0,97[6]
Škoda Octavia kombi	1,4 TSI/110 kW	595 900	5 l	1,51
Škoda Octavia kombi	2,0 TDI/110 kW	677 900	4,6 l	1,36

Výsledné hodnoty pro každé vozidlo jsou uvedeny v Tab. 0.7, z uvedených hodnot vychází Obr. 6.1.

Z grafického zobrazení je na první pohled patrné, že ačkoliv je kupní cena benzínové varianty Škoda Octavia kombi 1,4 TSI/110 kW nejnižší, její provozní náklady dle průměrné spotřeby, které udává výrobce jsou mnohem vyšší, než v případě koupě dražší motorizace G-TEC, jejíž výhodou v provozu je nízká cena stlačeného zemního plynu. Rozdíl mezi těmito motorizacemi je smazán po ujetí vzdálenosti 30 000 km po koupi vozu.

Jako třetí nejvíce ekonomická je varianta s motorizací 2,0 TDI/110 kW, která se dle vypočtených hodnot s motorizaci benzínové vyrovná až po ujetí 500 000 km. Elektromobil je vzhledem k vysoké pořizovací ceně již od počátku znevýhodněn. Jeho provoz v přepočtu na jeden kilometr však vychází suverénně nejlépe, čímž se po ujetí vzdálenosti 265 000 km s pořizovací cenou a cenou za provoz vyrovná vozu s vznětovým motorem. Hybridní automobil v tomto porovnání dopadl nejhůře.

[6] Cena vychází z výpočtu, kdy je přepokládán provoz na CNG z 89,57 %



Obr. 6.1 Grafické zobrazení finančních nákladů na provoz vozidel dle údajů od výrobců

6.2 Finanční náklady na provoz vozidel dle reálných hodnot spotřeby

Druhým způsobem výpočtu finančních nákladů na provoz vozidel je využití reálných dat z provozu vozidel, čímž dojde k mnohem reálnější představě o finančních nákladech na provoz vozu. V Tab. 6.2 jsou uvedeny ceny automobilů včetně DPH, jejich průměrná spotřeba dle reálných hodnot, na jejímž základě je vyjádřena cena pro ujetí jednoho kilometru.

Tab. 6.2 Finanční náklady na provoz vozidel dle reálných hodnot spotřeby

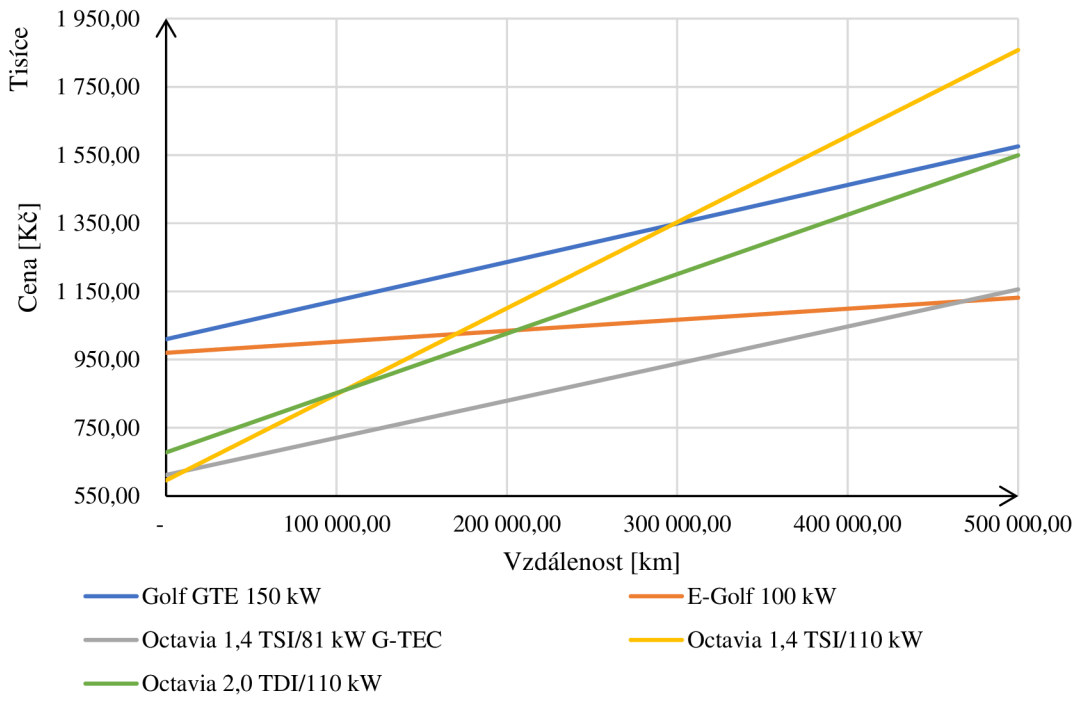
Název vozidla	**Motorizace**	**Kupní cena vozu [Kč]**	**Průměrná spotřeba na 100 km**	**Cena 1 km [Kč]**
VW Golf GTE hybrid	150 kW	1 009 900	7 kWh; 3,3 l[38]	1,13
VW E-Golf	100 kW	969 900	17,3 kWh[37]	0,32
Škoda Octavia kombi	1,4 TSI/81 kW G-TEC	611 900	5,99 l a 6,12 m^3	1,07[7]
Škoda Octavia kombi	1,4 TSI/110 kW	595 900	8,33 l	2,52
Škoda Octavia kombi	2,0 TDI/110 kW	677 900	5,91 l	1,75

Výsledné hodnoty pro každé vozidlo jsou uvedeny v Tab. 0.8, z uvedených hodnot vychází Obr. 6.2.

Z grafického zobrazení vychází jako nejvíce ekonomická varianta koupě Škody Octavia kombi G-TEC, která dle reálných hodnot o spotřebě doslova smaže výhodu nízké ceny motorizace, která spaluje pouze motorový benzín Natural 95. Finanční rozdíl dle výpočtů je vidět již po ujetí vzdálenosti 10 000 km od koupě vozu.

Na níže uvedeném Obr. 6.2 lze zároveň spatřit reálný důvod, proč je vznětová motorizace tak oblíbená mezi firemními vlastníky. Rozdíl v ceně mezi spalovacím a vznětovým motorem lze se vyrovná při ujetí 115 000 km od koupě vozu a následně je provoz vznětového motoru – čistě z pohledu spotřeby ekonomičtější.

[7] Cena vychází z výpočtu, kdy je přepokládán provoz na CNG z 89,57 %



Obr. 6.2 Grafické zobrazení finančních nákladů na provoz vozidel dle reálných údajů o spotřebě

Navzdory vysoké kupní ceně se dle vypočtených hodnot jeví koupě elektromobilu jako levnější varianta, než motorizace 1,4 TSI 110 kW a to v případě nájezdu, který přesáhne hodnotu 170 000 km. V tento okamžik se cena za provoz a koupi elektromobilu vyrovná s cenou spalovacího motoru. V případě vznětového motoru se tento rozdíl projeví při nájezdu nad 210 000 km.

U těchto informací je však potřeba vzít na vědomí, že se jedná o výpočty, které zahrnují pouze náklady na ujetí dané vzdálenosti. V praxi se však začnou projevovat různá opotřebení a problémy, vznikající s končící životností použitých materiálů. V případě elektromobilu to jsou zejména samotné baterie, jejichž životnost je odhadována na 160 až 200 tisíc kilometrů. Koupě nových baterií pak může představovat investici o hodnotě několika desítek tisíc korun. V případě automobilu se vznětovým motorem je potřeba zvážit životnost a opotřebení motorových součásti, mezi které patří například turbodmychadlo, vstřikovací soustava (zejména vstřikovací trysky), filtry pevných částic (DPF) atd. Mnoha problémům, které mohou v provozu nastat lze však zabránit ohleduplným provozováním vozu – například v případě turbodmychadla lze životnost ovlivnit jeho dochlazováním po jízdě, v případě vstřikovacích trysek tankováním kvalitní motorové nafty a u filtru pevných částic je potřeba dodržovat stanovené postupy od výrobce, které se týkají zejména vypalování DPF.

Pro roční nájezd vozidel o vzdálenosti 25 000 km jsou výpočty finanční náročnosti provozu uvedeny v Tab. 6.3, ve které je předpokládáno vlastnictví vozidla po dobu maximálně 5 let.

Tab. 6.3 Finanční náročnost provozu po dobu 5 let

Rok	E-Golf 100 kW	Golf GTE 150 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
1	8 083,77	28 266,81	26 750,00	63 095,76	43 750,00
2	16 167,54	56 533,62	53 500,00	126 191,52	87 500,00
3	24 251,31	84 800,43	80 250,00	189 287,29	131 250,00
4	32 335,08	113 067,24	107 000,00	252 383,05	175 000,00
5	40 418,86	141 334,05	133 750,00	315 478,81	218 750,00

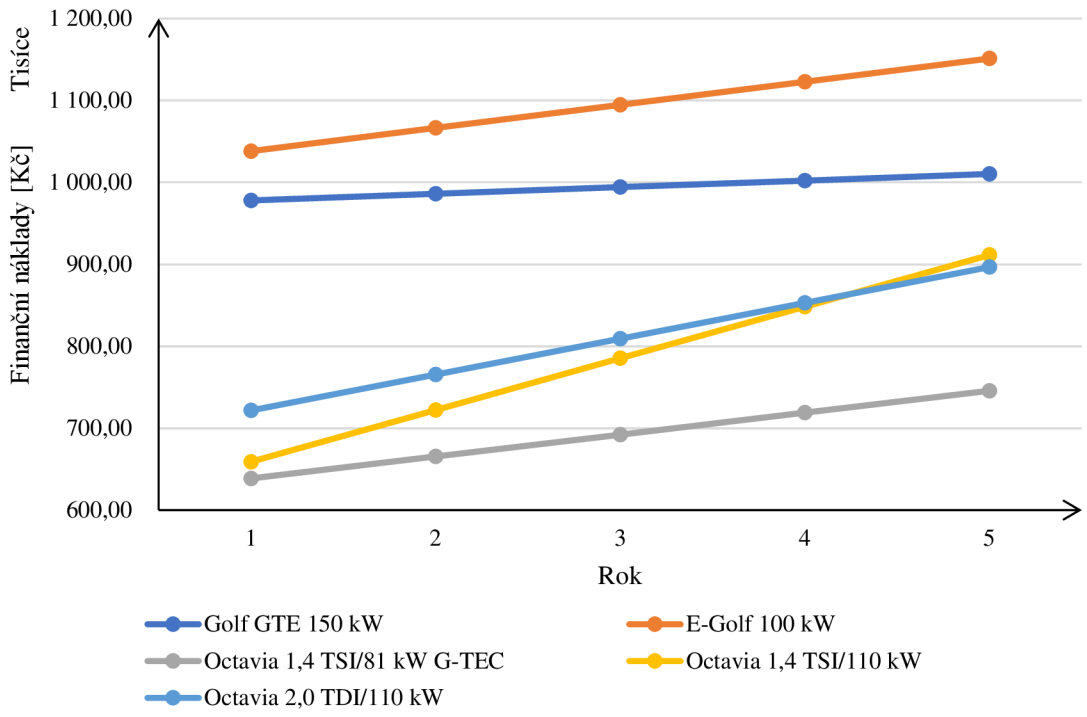
V Tab. 6.4 je cena finanční náročnosti provozu vyjádřena i s kupní cenou daného vozu.

Tab. 6.4 Finanční náročnost provozu po dobu 5 let i s kupní cenou vozu

Rok	E-Golf 100 kW	Golf GTE 150 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
1	977 983,77	1 038 166,81	638 650,00	658 995,76	721 650,00
2	986 067,54	1 066 433,62	665 400,00	722 091,52	765 400,00
3	994 151,31	1 094 700,43	692 150,00	785 187,29	809 150,00
4	1 002 235,08	1 122 967,24	718 900,00	848 283,05	852 900,00
5	1 010 318,86	1 151 234,05	745 650,00	911 378,81	896 650,00

Na základě hodnot uvedených v Tab. 6.4 lze usoudit, že jako nejlepší investicí do vozidla, od kterého je očekávána doba užívání 5 let je koupě Škody Octavie G-TEC, která dosahuje suverénně nejlevnějšího provozu (o 111 841,11 Kč rozdíl oproti variantě se vznětovým motorem), což je velká výhoda. Mezi nevýhody koupě této motorizace je rozsáhlost sítě plnících stanic na CNG v tuzemsku a omezení vjezdu do krytých garáží na některých místech.

Finanční náročnost provozu po dobu 5 let i s kupní cenou vozu jsou graficky zobrazeny v Obr. 6.3.



Obr. 6.3 Finanční náročnost provozu po dobu 5 let i s kupní cenou vozu

7 NÁVRH POMĚROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ TYPOVÝCH VOZIDEL VOZOVÉHO PARKU S OHLEDEM NA FINANČNÍ/EKOLOGICKÝ ASPEKT

Návrh poměrového uspořádání typových vozidel je proveden s ohledem na vypočtené hodnoty, které vychází z reálných hodnot v provozu. Souhrn těchto hodnot je uveden v Tab. 7.1. Všechny ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Tab. 7.1 Souhrn reálných hodnot z provozu

Vozidlo	**Průměrná spotřeba na 100 km**	**Cena za 1 km jízdy [Kč]**	**Emise CO_2 [g/km]**	**Kupní cena vozu [Kč]**
Golf GTE 150 kW	7 kWh; 3,3 l[39]	1,13	75,70	1 009 900
E-Golf 100 kW	17,3 kWh[38]	0,32	0	969 900
Octavia kombi 1,4 TSI/81 kW G-TEC	5,99 l a 6,12 m^3	1,07	121,40	611 900
Octavia kombi 1,4 TSI/110 kW	8,33 l	2,52	191,14	595 900
Octavia kombi 2,0 TDI/110 kW	5,91 l	1,75	156,04	677 900

V současné době je složení vozů ve firemní flotile následující, viz Tab. 7.2: Octavia kombi 1,4 TSI/81 kW G-TEC je zastoupena v počtu 94 kusů, Octavia kombi 1,4 TSI/110 kW je zastoupena v počtu 4 kusy a Octavia kombi 2,0 TDI/110 kW je zastoupena v celkovém počtem celkem 26 kusů. Tato vozidla za jeden kalendářní rok ujela celkovou vzdálenost 3 244 863,00 km s celkovou cenou pohonných hmot 4 011 968,83 Kč. Za tuto vzdálenost vozidla vyprodukovala celkem 419,27 tun CO_2.

Celková kupní cena všech vozidel by při současném uspořádání činila 77 527 600,00 Kč, což v součtu s náklady na ujetí 3 244 863,00 km s celkovou cenou pohonných hmot 4 011 968,83 Kč značí výslednou hodnotu za jeden rok celkem 83 539 568,83 Kč. Při stejném nájezdu po dobu pěti let je výsledná cena provozu vozidel celkem 97 587 444,15 Kč, a to bez jakýchkoliv jiných nákladů. V případě níže uvedených nákladů na provoz v Tab. 7.2, jsou ceny uvedeny bez silniční daně.

Tab. 7.2 Současné složení vozidel

Motorizace	**Počet [ks]**	**PHM za rok provozu [Kč]**	**Produkce CO_2 za 1 rok [t]**	**Koupě vozu vč. PHM[Kč]**	**Koupě vozu vč. PHM po dobu 5 let[Kč]**
1,4 TSI/81 kW G-TEC	94	2 680 935,13	21,89	60 199 535,13	70 923 275,65
1,4 TSI/110 kW	4	289 055,85	92,97	2 672 655,85	3 828 879,25
2,0 TDI/110 kW	26	1 041 977,85	304,41	18 667 377,85	22 835 289,25
Celkem	**124**	**4 011 968,83**	**419,27**	**81 539 568,83**	**97 587 444,15**

Pro ujetí celkové vzdálenosti 3 244 863,00 km by bylo, co se týče ekonomiky provozu a ekologie při době obnovy vozového parku 5 let nejlepší, kdyby byla celá flotila tvořena pouze vozy Škoda Octavia kombi G-TEC.

V případě ideálního poměrového uspořádání, viz Tab. 7.3 by celková cena pro ujetí 3 244 863 km činila 3 472 003,41 Kč, což je o 539 965,42 Kč méně než v případě současného stavu. Celkově by tato vozidla za rok vyprodukovala 393,93 tun CO_2, což je o 25,34 tun CO_2 méně než v případě současného stavu. Níže uvedené náklady na provoz v Tab. 7.3, jsou ceny uvedeny bez silniční daně.

Tab. 7.3 Ideální složení vozidel

Motorizace	**Počet [ks]**	**PHM za rok provozu [Kč]**	**Produkce CO_2 za 1 rok [t]**	**Koupě vozu vč. PHM [Kč]**	**Koupě vozu vč. PHM po dobu 5 let [Kč]**
1,4 TSI/81 kW G-TEC	124	3 472 003,41	393,93	79 347 603,41	93 235 617,05

Vzhledem k situaci v České republice, kde rozsáhlost sítě plnících stanic na CNG není velká a také s ohledem na omezení vjezdu CNG vozidel do krytých garáží na některých místech, přistoupil autor této diplomové práce na variantu, ve které by mělo být použito celkem třech typových vozidel: E-Golf 100 kW o počtu 2 kusy, Octavia kombi 1,4 TSI/81 kW G-TEC o počtu 106 kusů a Octavia kombi 2,0 TDI/110 kW o počtu 16 kusů.

Elektromobily jsou v tomto případě zvoleny jako prostředek vhodný do města i na vzdálenosti do 100 km. Komfortem jízdy se elektromobil rovná konvenčním vozidlům, představuje zároveň možný směr, kterým se bude automobilismus vyvíjet. K vyřazení z výběru došlo u vozidla Octavia kombi 1,4 TSI/110 kW z důvodu neekonomičnosti provozu způsobeném vysokou spotřebou a dále u vozidla Golf GTE 150 kW, který má vysokou pořizovací cenu.

V případě výše navrhovaného poměrového uspořádání, viz Tab. 7.4 by celková cena pro ujetí 3 244 863 km činila 3 717 461,60 Kč, což je o 294 507,24 Kč méně než v případě současného stavu. Celkově by tato vozidla vyprodukovala 402,08 tun CO_2, což je o 17,19 tun CO_2 méně než v případě současného stavu. Uvedené náklady na provoz v Tab. 7.4, jsou ceny uvedeny bez silniční daně.

Tab. 7.4 Navrhované složení vozidel

Motorizace	**Počet [ks]**	**PHM za rok provozu [Kč]**	**Produkce CO_2 za 1 rok [t]**[8]	**Koupě vozu vč. PHM [Kč]**	**Koupě vozu vč. PHM po dobu 5 let [Kč]**
100 kW	2	16 747,68	0	1 956 547,68	2 035 538,40
1,4 TSI/81 kW G-TEC	106	2 968 002,92	336,74	67 829 402,92	79 701 414,58
2,0 TDI/110 kW	16	732 711,00	65,33	11 579 111,00	14 509 955,00
Celkem	**124**	**3 717 461,60**	**402,08**	**81 365 061,60**	**96 234 907,98**

Kupní cena všech vozidel dle návrhu je celkem 77 647 600,00 Kč, což je vyšší cena než v případě současného stavu. Nákup vozidel o vyšší kupní ceně se v tomto případě ekonomicky vyplatí, protože po přičtení celkových nákladů pro ujetí 3 244 863,00 km s celkovou cenou pohonných hmot 3 717 461,60 Kč je výsledná cena za jeden rok provozu 81 365 061,60 Kč. Již první rok provozu tak dojde k úspoře 174 507,23 Kč. Při stejném nájezdu po dobu pěti let je výsledná cena provozu vozidel celkem 96 234 907,98 Kč, což je úspora celkem 1 352 536,18 Kč.

[8] Přímé emise CO_2

8 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byla zpracována problematika stanovení emisí CO_2 výfukových plynů u CNG, benzinových a naftových vozidel. V úvodu práce je čtenář seznámen s problematikou, které se autor věnuje – základní pohonné hmoty, které jsou v současné době využívány v současných pohonných jednotkách automobilů, dále je čtenář seznámen s problematikou výfukových plynů, které vznikají provozem automobilů a v poslední řadě do tohoto tématu nahlédne přes emisní normy.

V teoretické části práce se autor zabýval rešerší do problematiky teoretického stanovení produkce oxidu uhličitého, který vzniká spalováním různých paliv pohonnými jednotkami automobilů. Autor se v teoretické části věnoval dvěma metodám výpočtu produkce CO_2 pro vozidla spalující motorový benzín, motorovou naftu a stlačený zemní plyn. Z těchto dvou metod byla autorem jako nejvhodnější pro následné výpočty dle reálných hodnot zvolena metoda z kapitoly 4.2, která pracuje s každoročně aktualizovanými údaji, čímž se jeví se jako nejvíce relevantní. Jedna kapitola v teoretické části práce je věnována výpočtu produkovaného CO_2, který je vytvářen výrobou elektřiny pro pohon elektromobilu – dle energetického mixu pro rok 2016 v České republice.

Ve druhé polovině diplomové práce jsou zpracovány výpočty produkce CO_2 u všech vozidel, pro které byly poskytnuty reálné údaje z provozu. Celkově se jedná o vozy z firemní flotily o celkovém počtu 124 vozidel, ve složení 4 vozidla se spalovacím motorem spalujícím čistě motorový benzín Natural 95, dále celkem 26 vozidel se vznětovým motorem spalujícím motorovou naftu a v poslední řadě 94 vozidel se spalovacím motorem, který spaluje jak motorový benzín Natural 95 tak i CNG.

Reálná data jsou v práci vyhodnocena na základě zvolené metody a výsledné vypočtené hodnoty porovnány s hodnotami, které udává výrobce automobilů v technické specifikaci. Samotné porovnání je rozděleno na dvě části, a to nejprve na porovnání průměrné kombinované spotřeby a v druhé části na porovnání produkce CO_2. V první části, která je věnována porovnání průměrné kombinované spotřeby při jízdě došlo ke zjištění velkých rozdílů mezi vypočtenými hodnotami a hodnotami od výrobce. Konkrétně největšího rozdílu dosáhla spotřeba motorového benzínu Natural 95 u vozidel se spalovacím motorem. Vypočtená hodnota z reálných dat činila rozdíl ve spotřebě o 3,03 l/100 km. V tomto případě byla vypočtená hodnota vyšší než udávaná hodnota výrobcem automobilu. V případě vznětového motoru nebylo zjištěno příliš vysokého rozdílu, v případě motorizace vozidel na CNG rozdíly byly v porovnání se zmíněnými nejmenší.

Jelikož se zpravidla vypočtené hodnoty průměrné kombinované spotřeby od hodnot, které udává výrobce automobilů lišily, výsledné hodnoty produkce CO_2 byly také rozdílné. Největší rozdíl byl shledán u vozidla se spalovacím motorem, a to s průměrnou

hodnotou 191,1 g CO_2/km, což je o 67,1 g CO_2/km vyšší hodnota než ta, kterou udává výrobce automobilu. U vznětového motoru činila průměrná hodnota 156,0 g CO_2/km, což je o 43,0 g CO_2/km vyšší než udávaná hodnota výrobcem automobilu. Jako nejvíce ekologické bylo vyhodnoceno vozidlo spalující jak CNG, tak i motorový benzín Natural 95 s hodnotou 121,4 g CO_2/km, což je hodnota o 16,4 g CO_2/km vyšší, než udává výrobce.

Na základě získaných dat a následných výpočtech produkovaného CO_2 byla vyhodnocena procentní úspora dle paliva. Při tomto vyhodnocení byla celková hodnota roční produkce CO_2 všech 124 vozidel porovnána s možností, kdy by byla každá pohonná jednotka nasazena zvlášť. Na základě reálných dat byly také vyhodnoceny finanční náklady provozu firemní flotily vozidel s ohledem na aktuální ceny pohonných hmot. Výše zmíněné hodnoty byly ve všech případech provedeny pro každé jednotlivé vozidlo.

V závěru diplomové práce se autor věnoval výpočtům týkajících se ekonomického stránky nákupu vozidel, kdy vyjádřil finanční náklady na provoz vozidel z technické specifikace výrobce, tak i na základě vypočtené průměrné spotřeby z reálných dat. V této části práce k vozidlům přidal i variantu elektromobilu a hybridního automobilu, které se však z důvodu vysoké kupní ceny ukázaly jako ne příliš vhodná varianta pro nákup vozu. Poslední kapitola je věnována návrhu poměrového uspořádání typových vozidel vozového parku s ohledem na finanční/ekologický aspekt. V této části bylo autorem navrženo rozložení firemní flotily, se kterým je možné docílit snížení produkce CO_2 o 17,19 tun CO_2 a zároveň dosáhnout finanční úspory 174 507,23 Kč již v prvním roce provozu.

PŘÍLOHY

V Tab. 0.1 jsou uvedeny záznamy týkající se produkce CO_2 u vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem.

Tab. 0.1 Tabulka vozidla Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem

Pořadové číslo	**Km**	**Skutečná spotřeba [l]**	**Průměrná spotřeba [l/100 km]**	**Emise CO_2 výpočet [g CO_2/km]**	**Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]**	**Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]**	**Rozdíl výrobce a výpočet [%]**	**Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]**
1.	23 259,00	1 677,80	7,21	165,53	124	166,41	25,5	3,85
2.	31 007,00	3 090,10	9,97	228,68	124	229,91	46,1	7,09
3.	40 230,00	3 538,30	8,80	201,82	124	202,90	38,9	8,12
4.	16 805,00	1 234,20	7,34	168,53	124	169,43	26,8	2,83
Suma	**111 301,00**	**9 540,40**						**21,89**
Průměr	**27 825,25**	**2 385,10**	**8,33**	**191,14**	**124**	**192,16**	**34,31**	**5,47**

V Tab. 0.2 jsou uvedeny záznamy týkající se finančních nákladů vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem.

Tab. 0.2 Finanční náklady vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem

Pořadové číslo	**Rok výroby**	**Sleva na dani [%]**	**Km**	**Skutečná spotřeba [l]**	**Průměrná spotřeba [l/100 km]**	**Cena PHM celkem [Kč]**	**Cena na 1 km [Kč]**	**Silniční daň [Kč]**	**Cena na 1 km včetně daně [Kč]**
1.	2015	48	23 259	1 677,8	7,21	50 834,13	2,19	1 248,00	2,24
2.	2015	48	31 007	3 090,1	9,97	93 624,11	3,02	1 248,00	3,06
3.	2016	48	40 230	3 538,3	8,80	107 203,71	2,66	1 248,00	2,70
4.	2017	48	16 805	1 234,2	7,34	373 93,90	2,23	1 248,00	2,30
Suma			**111 301,00**	**9 540,4**		**289 055,85**		**4 992,00**	
Průměr		**48**	**27 825,25**	**2 385,1**	**8,33**	**72 263,96**	**2,52**	**1 248,00**	**2,57**

V Tab. 0.3 jsou uvedeny záznamy týkající se produkce CO_2 u vozidel Škoda Octavia kombi se vznětovým motorem.

Tab. 0.3 Tabulka vozidla Škoda Octavia kombi s vznětovým motorem

Pořadové číslo	**Km**	**Skutečná spotřeba [l]**	**Průměrná spotřeba [l/100 km]**	**Emise CO_2 výpočet [g CO_2/km]**	**Emise CO2 výrobce [g CO_2/km]**	**Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]**	**Rozdíl výrobce a výpočet [%]**	**Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]**
1.	9 319,00	456,30	4,90	125,05	109	16,54	15,2	1,17
2.	9 577,00	467,70	4,88	127,58	109	19,08	17,5	1,22
3.	6 508,00	310,70	4,77	128,10	109	19,60	18,0	0,83
4.	19 236,00	1 029,90	5,35	142,76	109	34,31	31,5	2,75
5.	25 462,00	1 318,10	5,18	137,22	109	28,75	26,4	3,49
6.	16 557,00	925,80	5,59	145,58	109	37,15	34,1	2,41

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba [l]	Průměrná spotřeba [l/100 km]	Emise CO_2 výpočet [g CO_2/km]	Emise CO2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
7.	8 819,00	675,30	7,66	194,72	109	86,48	79,3	1,72
8.	37 257,00	2 043,20	5,48	145,53	109	37,09	34,0	5,42
9.	12 950,00	675,50	5,22	139,03	109	30,57	28,0	1,80
10.	5 810,00	355,10	6,11	177,30	109	68,99	63,3	1,03
11.	21 425,00	1 127,60	5,26	137,75	109	29,28	26,9	2,95
12.	32 049,00	1 916,50	5,98	154,89	109	46,49	42,7	4,96
13.	24 348,00	1 633,40	6,71	178,24	109	69,93	64,2	4,34
14.	37 168,00	2 550,40	6,86	183,97	109	75,69	69,4	6,84
15.	25 744,00	1 811,50	7,04	186,23	109	77,95	71,5	4,79
16.	14 459,00	747,60	5,17	131,42	109	22,93	21,0	1,90
17.	36 835,00	2 216,10	6,02	158,87	109	50,49	46,3	5,85
18.	22 153,00	1 559,20	7,04	190,39	109	82,13	75,4	4,22
19.	13 540,00	922,80	6,82	181,92	109	73,63	67,6	2,46
20.	36 388,00	2 523,20	6,93	180,93	109	72,64	66,6	6,58
21.	29 105,00	1 813,20	6,23	159,52	109	51,14	46,9	4,64
22.	35 820,00	2 374,60	6,63	176,53	109	68,22	62,6	6,32
23.	17 975,00	1 015,60	5,65	150,08	109	41,67	38,2	2,70
24.	30 195,00	1 629,60	5,40	138,45	109	29,99	27,5	4,18

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba [l]	Průměrná spotřeba [l/100 km]	Emise CO_2 výpočet [g CO_2/km]	Emise CO2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
25.	28 420,00	1 476,80	5,20	133,50	109	25,02	23,0	3,79
26.	30 276,00	1 759,60	5,81	151,51	109	43,10	39,5	4,59
Suma	**587 395,00**	**35 335,30**						**92,97**
Průměr	**22 592,12**	**1 359,05**	**5,92**	**156,04**	**109,00**	**47,04**	**28,79**	**3,58**

V Tab. 0.4 jsou uvedeny záznamy týkající se finančních nákladů vozidel Škoda Octavia kombi se vznětovým motorem.

Tab. 0.4 Finanční náklady vozidel Škoda Octavia kombi se vznětovým motorem

Pořadové číslo	Rok výroby	Sleva na dani [%]	Km	Skutečná spotřeba [l]	Průměrná spotřeba [l/100 km]	Cena PHM celkem [Kč]	Cena na 1 km [Kč]	Silniční daň [Kč]	Cena na 1 km včetně daně [Kč]
1.	2012	40	9 319	456,3	4,90	13 455,51	1,44	1 800,00	1,64
2.	2012	40	9 577	467,7	4,88	13 791,68	1,44	1 800,00	1,63
3.	2012	40	6 508	310,7	4,77	9 162,01	1,41	1 800,00	1,68
4.	2013	40	19 236	1 029,9	5,35	30 370,00	1,58	1 800,00	1,67
5.	2013	40	25 462	1 318,1	5,18	38 868,53	1,53	1 800,00	1,60
6.	2013	40	16 557	925,8	5,59	27 300,27	1,65	1 800,00	1,76
7.	2013	40	8 819	675,3	7,66	19 913,45	2,26	1 800,00	2,46
8.	2013	40	37 257	2 043,2	5,48	60 250,49	1,62	1 800,00	1,67
9.	2013	40	12 950	675,5	5,22	19 919,35	1,54	1 800,00	1,68
10.	2013	40	5 810	355,1	6,11	10471,29	1,80	1 800,00	2,11
11.	2013	40	21 425	1 127,6	5,26	33 251,00	1,55	1 800,00	1,64

Pořadové číslo	Rok výroby	Sleva na dani [%]	Km	Skutečná spotřeba [l]	Průměrná spotřeba [l/100 km]	Cena PHM celkem [Kč]	Cena na 1 km [Kč]	Silniční daň [Kč]	Cena na 1 km včetně daně [Kč]
12.	2014	48	32 049	1 916,5	5,98	56 514,32	1,76	1 560,00	1,81
13.	2015	48	24 348	1 633,4	6,71	48 166,19	1,98	1 560,00	2,04
14.	2015	48	37 168	2 550,4	6,86	75 206,95	2,02	1 560,00	2,07
15.	2015	48	25 744	1 811,5	7,04	53 418,05	2,07	1 560,00	2,14
16.	2015	48	14 459	747,6	5,17	22 045,45	1,52	1 560,00	1,63
17.	2015	48	36 835	2 216,1	6,02	65 349,02	1,77	1 560,00	1,82
18.	2015	48	22 153	1 559,2	7,04	45 978,15	2,08	1 560,00	2,15
19.	2015	48	13 540	922,8	6,82	27 211,80	2,01	1 560,00	2,12
20.	2016	48	36 388	2 523,2	6,93	74 404,87	2,04	1 560,00	2,09
21.	2016	48	29 105	1 813,2	6,23	53 468,18	1,84	1 560,00	1,89
22.	2016	48	35 820	2 374,6	6,63	70 022,91	1,95	1 560,00	2,00
23.	2016	48	17 975	1 015,6	5,65	29 948,32	1,67	1 560,00	1,75
24.	2016	48	30 195	1 629,6	5,40	48 054,13	1,59	1 560,00	1,64
25.	2017	48	28 420	1 476,8	5,20	43 548,32	1,53	1 560,00	1,59
26.	2017	48	30 276	1 759,6	5,81	51 887,61	1,71	1 560,00	1,77
Suma			**587 395,00**	**35 335,30**	**153,88**	**1 041 977,85**	**45,38**	**43 200,00**	
Průměr			**22 592,12**	**1 359,05**	**5,92**	**40 076,07**	**1,75**	**1 661,54**	**1,85**

V Tab. 0.5 jsou uvedeny záznamy týkající se produkce CO_2 u vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem na CNG. Záznamy s pořadovým číslem 37, 38, 76 a 77 byly ze statistik vyřazeny z důvodu nájezdu menšího než 5 000 km.

Tab. 0.5 Tabulka vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem na CNG

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3/ 100 km]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Emise CO_2 část CNG [g CO_2/km]	Emise CO_2 část benzín [g CO_2/ km]	Emise CO_2 Výpočet celkem [g CO_2/km]	Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
1.	48 631,00	60,04	2 798,96	0	0,00	5,54	0,00	127,20	127,20	132,00	4,80	-3,8	0,06
2.	33 158,00	196,78	1 751,52	81	6,67	6,67	124,97	150,62	129,85	107,70	-22,15	17,1	3,34
3.	28 733,00	162,09	1 526,31	92,5	5,67	5,67	107,84	129,45	109,46	104,25	-5,21	4,8	3,32
4.	48 763,00	728,18	2 789,62	95	5,59	5,59	105,74	126,28	106,76	103,50	-3,26	3,1	2,44
5.	34 063,00	333,20	1 711,00	100	4,60	0,00	87,75	0,00	87,75	102,00	14,25	-16,2	0,06
6.	35 110,00	248,34	1 911,16	97,6	6,17	6,17	118,80	141,87	119,35	102,72	-16,63	13,9	1,62
7.	32 887,00	264,76	1 682,04	97	6,27	6,27	118,18	141,01	118,86	102,90	-15,96	13,4	2,30
8.	15 448,00	72,82	1 355,08	92	5,70	5,70	107,04	129,24	108,82	104,40	-4,42	4,1	0,73
9.	35 283,00	88,43	2 017,07	35,9	7,45	7,45	143,25	172,47	161,98	121,23	-40,75	25,2	7,47
10.	30 230,00	-	1 936,00	98,3	5,88	5,88	112,55	132,65	112,89	102,51	-10,38	9,2	5,70
11.	32 826,00	215,92	1 801,98	95,8	5,77	5,77	110,24	133,42	111,21	103,26	-7,95	7,2	3,64
12.	32 070,00	184,22	1 754,98	98,6	5,92	5,92	113,25	131,47	113,51	102,42	-11,09	9,8	3,55
13.	37 364,00	239,40	1 898,10	95,6	5,91	5,91	113,68	138,12	114,75	103,32	-11,43	10,0	3,68
14.	36 358,00	156,35	1 900,95	92,3	5,93	5,93	109,79	131,66	111,47	104,31	-7,16	6,4	1,06
15.	38 622,00	225,59	2 053,11	99,5	6,41	6,41	121,67	134,16	121,74	102,15	-19,59	16,1	2,08
16.	22 164,00	88,11	1 207,59	90,9	6,53	6,53	123,92	149,08	126,21	104,73	-21,48	17,0	1,82

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3/ 100 km]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Emise CO_2 část CNG [g CO_2/km]	Emise CO_2 část benzín [g CO_2/ km]	Emise CO_2 Výpočet celkem [g CO_2/km]	Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
17.	18 000,00	65,56	1 009,24	35	5,91	5,91	113,82	137,21	129,02	121,50	-7,52	5,8	4,06
18.	28 489,00	300,47	1 289,33	89,2	5,94	5,94	113,44	136,34	115,92	105,24	-10,68	9,2	3,79
19.	18 853,00	241,13	896,27	88,2	5,96	5,96	113,66	136,62	116,37	105,54	-10,83	9,3	3,72
20.	20 555,00	333,32	938,88	96,9	5,75	5,75	110,50	131,84	111,16	102,93	-8,23	7,4	2,50
21.	24 828,00	122,59	1 372,41	100	5,70	0,00	106,95	0,00	106,95	102,00	-4,95	4,6	1,78
22.	34 890,00	14,75	1 828,95	60,4	6,69	6,69	132,78	159,48	143,35	113,88	-29,47	20,6	2,53
23.	21 120,00	148,98	1 024,12	76,2	5,99	5,99	115,76	139,46	121,40	109,14	-12,26	10,1	2,21
24.	14 580,00	93,11	876,79	89,1	5,78	5,78	112,63	136,23	115,20	105,27	-9,93	8,6	3,81
25.	19 249,00	225,67	955,83	94,7	6,94	6,94	132,97	161,42	134,48	103,59	-30,89	23,0	2,81
26.	19 288,00	34,28	1 108,42	94,5	6,68	6,68	123,57	149,29	124,99	103,65	-21,34	17,1	3,40
27.	7 417,00	65,53	368,47	98,4	5,89	5,89	111,87	130,50	112,17	102,48	-9,69	8,6	4,93
28.	13 220,00	45,06	659,04	96,5	6,51	6,51	123,99	147,27	124,81	103,05	-21,76	17,4	4,53
29.	13 087,00	134,51	861,89	98,6	5,97	5,97	113,75	135,11	114,05	102,42	-11,63	10,2	3,87
30.	12 997,00	31,83	852,27	91,5	6,10	6,10	116,84	139,85	118,80	104,55	-14,25	12,0	4,61
31.	7 195,00	61,81	424,89	96,3	6,51	6,51	124,59	151,34	125,58	103,11	-22,47	17,9	3,41
32.	13 149,00	128,02	633,98	84	5,17	5,17	98,86	117,76	101,88	106,80	4,92	-4,8	5,19
33.	12 409,00	109,96	638,04	97,9	5,79	5,79	112,04	132,10	112,46	102,63	-9,83	8,7	3,72

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3/ 100 km]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Emise CO_2 část CNG [g CO_2/km]	Emise CO_2 část benzín [g CO_2/ km]	Emise CO_2 Výpočet celkem [g CO_2/km]	Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
34.	6 357,00	25,75	347,45	70,1	6,45	6,45	128,91	154,97	136,71	110,97	-25,74	18,8	1,68
35.	6 204,00	46,64	332,56	88,2	6,14	6,14	115,11	138,24	117,84	105,54	-12,30	10,4	3,61
36.	9 361,00	175,93	490,47	97,6	6,41	6,41	123,53	145,79	124,06	102,72	-21,34	17,2	3,00
37.	385,00	11,65	15,45	99,4	6,24	6,24	118,78	154,64	119,00	102,18	-16,82	14,1	5,83
38.	1 310,00	9,49	74,51	90,2	6,12	6,12	115,37	138,13	117,60	104,94	-12,66	10,8	2,81
39.	26 010,64	160,34	1 417,60	95,2	6,17	6,17	119,41	143,12	120,55	103,44	-17,11	14,2	5,72
40.	48 631,00	60,04	2 798,96	95,1	6,09	6,09	117,75	142,64	118,97	103,47	-15,50	13,0	3,69
41.	33 158,00	196,78	1 751,52	93,2	5,96	5,96	113,51	137,59	115,15	104,04	-11,11	9,6	4,07
42.	28 733,00	162,09	1 526,31	72,7	5,95	5,95	108,06	129,85	114,01	110,19	-3,82	3,4	1,72
43.	48 763,00	728,18	2 789,62	87,9	5,62	5,62	107,61	128,98	110,19	105,63	-4,56	4,1	3,65
44.	34 063,00	333,20	1 711,00	97,8	5,95	5,95	114,16	134,23	114,61	102,66	-11,95	10,4	8,10
45.	35 110,00	248,34	1 911,16	87,7	5,92	5,92	112,80	135,54	115,60	105,69	-9,91	8,6	3,32
46.	32 887,00	264,76	1 682,04	97,7	5,71	5,71	108,83	129,28	109,30	102,69	-6,61	6,0	3,04
47.	15 448,00	72,82	1 355,08	98,4	5,54	5,54	105,87	126,55	106,20	102,48	-3,72	3,5	3,61
48.	35 283,00	88,43	2 017,07	87,6	5,93	5,93	113,05	135,58	115,84	105,72	-10,12	8,7	3,67
49.	30 230,00	-	1 936,00	97,3	5,70	5,70	110,48	134,94	111,14	102,81	-8,33	7,5	3,50
50.	32 826,00	215,92	1 801,98	98,4	5,49	5,49	103,83	128,48	104,22	102,48	-1,74	1,7	4,65

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3/ 100 km]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Emise CO_2 část CNG [g CO_2/km]	Emise CO_2 část benzín [g CO_2/ km]	Emise CO_2 Výpočet celkem [g CO_2/km]	Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
51.	32 070,00	184,22	1 754,98	98	5,85	5,85	110,73	130,80	111,13	102,60	-8,53	7,7	2,78
52.	37 364,00	239,40	1 898,10	99,4	5,99	5,99	114,25	136,70	114,39	102,18	-12,21	10,7	3,20
53.	36 358,00	156,35	1 900,95	93,5	6,51	6,51	121,46	145,11	123,00	103,95	-19,05	15,5	2,24
54.	38 622,00	225,59	2 053,11	82,9	6,56	6,56	122,44	147,36	126,70	107,13	-19,57	15,4	1,68
55.	22 164,00	88,11	1 207,59	98,3	5,72	5,72	106,68	127,80	107,04	102,51	-4,53	4,2	2,26
56.	18 000,00	65,56	1 009,24	97,1	6,61	6,61	125,16	152,58	125,95	102,87	-23,08	18,3	3,74
57.	28 489,00	300,47	1 289,33	85,4	5,80	5,80	110,43	133,39	113,78	106,38	-7,40	6,5	3,37
58.	18 853,00	241,13	896,27	99,1	5,77	5,77	111,38	128,35	111,53	102,27	-9,26	8,3	3,48
59.	20 555,00	333,32	938,88	92,4	7,19	7,19	136,79	165,54	138,98	104,28	-34,70	25,0	2,58
60.	24 828,00	122,59	1 372,41	86,8	6,23	6,23	118,79	142,68	121,95	105,96	-15,99	13,1	3,51
61.	34 890,00	14,75	1 828,95	97,9	5,88	5,88	110,72	132,12	111,17	102,63	-8,54	7,7	5,41
62.	21 120,00	148,98	1 024,12	89,9	5,88	5,88	111,92	135,26	114,28	105,03	-9,25	8,1	3,79
63.	14 580,00	93,11	876,79	90,4	5,88	5,88	111,93	135,18	114,16	104,88	-9,28	8,1	3,28
64.	19 249,00	225,67	955,83	79,3	7,21	7,21	137,26	165,54	143,12	108,21	-34,91	24,4	6,98
65.	19 288,00	34,28	1 108,42	83,7	6,00	6,00	113,82	137,29	117,64	106,89	-10,75	9,1	4,01
66.	7 417,00	65,53	368,47	88,5	6,15	6,15	117,28	140,49	119,94	105,45	-14,49	12,1	4,21
67.	13 220,00	45,06	659,04	86,4	5,92	5,92	112,83	136,06	115,99	106,08	-9,91	8,5	3,81

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3/ 100 km]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Emise CO_2 část CNG [g CO_2/km]	Emise CO_2 část benzín [g CO_2/ km]	Emise CO_2 Výpočet celkem [g CO_2/km]	Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
68.	13 087,00	134,51	861,89	94,9	9,24	9,24	178,34	214,37	180,18	103,53	-76,65	42,5	2,78
69.	12 997,00	31,83	852,27	95,8	5,97	5,97	114,41	139,21	115,45	103,26	-12,19	10,6	4,07
70.	7 195,00	61,81	424,89	100	6,40	0,00	121,07	0,00	121,07	102,00	-19,07	15,7	3,66
71.	13 149,00	128,02	633,98	89,3	6,15	6,15	117,53	141,05	120,04	105,21	-14,83	12,4	3,94
72.	12 409,00	109,96	638,04	90,5	6,05	6,05	114,55	138,06	116,78	104,85	-11,93	10,2	3,75
73.	6 357,00	25,75	347,45	88,8	5,72	5,72	109,02	131,27	151,07	105,36	-45,71	30,3	5,64
74.	6 204,00	46,64	332,56	92,4	5,66	5,66	108,69	130,46	110,35	104,28	-6,07	5,5	4,01
75.	9 361,00	175,93	490,47	90,1	5,90	5,90	115,93	139,95	118,31	104,97	-13,34	11,3	4,57
76.	385,00	11,65	15,45	93,2	5,85	5,85	117,68	141,75	119,32	104,04	-15,28	12,8	2,64
77.	1 310,00	9,49	74,51	93,9	5,97	5,97	121,39	145,66	122,87	103,83	-19,04	15,5	2,21
78.	26 010,64	160,34	1 417,60	81,1	5,58	5,58	111,14	133,77	115,42	107,67	-7,75	6,7	3,29
79.	48 631,00	60,04	2 798,96	78,8	6,03	6,03	122,15	147,32	127,49	108,36	-19,13	15,0	2,40
80.	33 158,00	196,78	1 751,52	73,8	6,19	6,19	124,59	149,94	131,23	109,86	-21,37	16,3	2,70
81.	28 733,00	162,09	1 526,31	91,8	6,02	6,02	120,24	144,95	122,26	104,46	-17,80	14,6	3,04
82.	48 763,00	728,18	2 789,62	99,2	5,28	5,28	99,08	123,32	99,28	102,24	2,96	-3,0	3,46
83.	34 063,00	333,20	1 711,00	87,3	5,55	5,55	112,25	135,68	115,22	105,81	-9,41	8,2	2,43
84.	35 110,00	248,34	1 911,16	90,4	6,65	6,65	131,39	157,55	133,90	104,88	-29,02	21,7	1,95

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m³]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m³/ 100 km]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Emise CO_2 část CNG [g CO_2/km]	Emise CO_2 část benzín [g CO_2/ km]	Emise CO_2 Výpočet celkem [g CO_2/km]	Emise CO_2 výrobce [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [g CO_2/km]	Rozdíl výrobce a výpočet [%]	Celkové emise CO_2 za rok [t CO_2]
85.	32 887,00	264,76	1 682,04	80,9	6,14	6,14	119,79	144,11	124,43	107,73	-16,70	13,4	2,40
86.	15 448,00	72,82	1 355,08	97	5,92	5,92	115,31	139,99	116,06	102,90	-13,16	11,3	2,24
87.	35 283,00	88,43	2 017,07	84,9	5,85	5,85	129,83	156,12	133,80	106,53	-27,27	20,4	0,99
88.	30 230,00	-	1 936,00	93,6	5,33	5,33	106,38	128,83	107,81	103,92	-3,89	3,6	1,43
89.	32 826,00	215,92	1 801,98	86,5	7,61	7,61	150,55	181,96	154,79	106,05	-48,74	31,5	2,03
90.	32 070,00	184,22	1 754,98	96,4	6,80	6,80	133,51	161,84	134,53	103,08	-31,45	23,4	1,75
91.	37 364,00	239,40	1 898,10	87,3	6,76	6,76	147,73	178,30	151,61	105,81	-45,80	30,2	1,09
92.	36 358,00	156,35	1 900,95	83,2	5,80	5,80	120,79	145,22	124,89	107,04	-17,85	14,3	1,64
93.	38 622,00	225,59	2 053,11	85,3	6,03	6,03	124,32	149,45	128,01	106,41	-21,60	16,9	1,59
94.	22 164,00	88,11	1 207,59	93,1	5,87	5,87	130,21	156,94	132,06	104,07	-27,99	21,2	0,84
95.	18 000,00	65,56	1 009,24	87,7	6,11	6,11	135,22	163,58	138,71	105,69	-33,02	23,8	0,86
96.	28 489,00	300,47	1 289,33	73,6	7,12	7,12	140,11	169,08	147,76	109,92	-37,84	25,6	1,38
97.	18 853,00	241,13	896,27	57	7,04	7,04	183,32	220,39	199,26	114,90	-84,36	42,3	0,08
98.	20 555,00	333,32	938,88	88,7	6,41	6,41	129,30	155,01	132,20	105,39	-26,81	20,3	0,17
Suma	**2 546 167**	**15667,55**	**138801,6**										**304,41**
Průměr	**27 086,88**	**166,68**	**1 476,61**	**89,72**	**6,12**	**5,99**	**118,44**	**139,40**	**121,40**	**105,08**	**-16,32**	**12,66**	**3,24**

V Tab. 0.6 jsou uvedeny záznamy týkající se finančních nákladů vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem na CNG. Záznamy s pořadovým číslem 1, 5, 97 a 98 byly ze statistik vyřazeny z důvodu nájezdu menšího než 5 000 km.

Tab. 0.6 Finanční náklady vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem na CNG

Pořadové číslo	**Km**	**Skutečná spotřeba benzín [l]**	**Skutečná spotřeba CNG [m^3]**	**Poměr CNG [%]**	**Průměrná spotřeba CNG [m^3]**	**Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]**	**Cena PHM celkem [Kč]**	**Cena na 1 km [Kč]**
1.	451	25,00	-	0	0,00	5,54	757,45	1,68
2.	25 690	325,43	1 387,37	81	6,67	6,67	31 912,04	1,24
3.	30 347	129,02	1 591,28	92,5	5,67	5,67	29 202,33	0,96
4.	22 860	63,91	1 214,29	95	5,59	5,59	21 237,37	0,93
5.	730	-	33,60	100	4,60	0,00	534,07	0,73
6.	13 546	20,06	815,84	97,6	6,17	6,17	13 575,50	1,00
7.	19 365	36,42	1 177,68	97	6,27	6,27	19 822,61	1,02
8.	6 747	30,79	354,11	92	5,70	5,70	6 561,45	0,97
9.	46 104	2 202,41	1 233,49	35,9	7,45	7,45	86 335,03	1,87
10.	50 471	50,49	2 919,31	98,3	5,88	5,88	47 931,84	0,95
11.	32 759	79,35	1 810,05	95,8	5,77	5,77	31 174,79	0,95
12.	31 292	25,93	1 826,37	98,6	5,92	5,92	29 815,63	0,95
13.	32 094	83,42	1 812,38	95,6	5,91	5,91	31 335,00	0,98
14.	9 552	43,64	523,16	92,3	5,93	5,93	9 637,84	1,01
15.	17 104	5,48	1 091,42	99,5	6,41	6,41	17 514,11	1,02
16.	14 394	85,53	854,37	90,9	6,53	6,53	16 171,53	1,12
17.	31 440	1 206,86	649,85	35	5,91	5,91	46 894,62	1,49
18.	32 663	209,63	1 731,37	89,2	5,94	5,94	33 871,31	1,04
19.	31 927	224,57	1 678,53	88,2	5,96	5,96	33 484,05	1,05
20.	22 458	40,02	1 250,88	96,9	5,75	5,75	21 095,11	0,94
21.	16 614	-	946,60	100	5,70	0,00	15 046,11	0,91

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Cena PHM celkem [Kč]	Cena na 1 km [Kč]
22.	17 637	467,16	712,54	60,4	6,69	6,69	25 479,82	1,44
23.	18 244	260,04	832,56	76,2	5,99	5,99	21 112,15	1,16
24.	33 071	208,42	1 703,68	89,1	5,78	5,78	33 394,53	1,01
25.	20 921	76,98	1 375,52	94,7	6,94	6,94	24 196,14	1,16
26.	27 164	99,81	1 714,99	94,5	6,68	6,68	30 283,70	1,11
27.	43 960	41,41	2 546,69	98,4	5,89	5,89	41 734,02	0,95
28.	36 328	82,83	2 283,67	96,5	6,51	6,51	38 808,26	1,07
29.	33 968	28,41	2 000,89	98,6	5,97	5,97	32 664,72	0,96
30.	38 800	201,27	2 166,63	91,5	6,10	6,10	40 536,48	1,04
31.	27 129	65,34	1 700,66	96,3	6,51	6,51	29 011,53	1,07
32.	50 982	422,08	2 215,92	84	5,17	5,17	48 010,04	0,94
33.	33 087	40,23	1 875,57	97,9	5,79	5,79	31 030,92	0,94
34.	12 321	237,65	557,15	70,1	6,45	6,45	16 056,11	1,30
35.	30 596	221,56	1 656,04	88,2	6,14	6,14	33 035,39	1,08
36.	24 200	37,22	1 513,68	97,6	6,41	6,41	25 187,51	1,04
37.	48 969	18,34	3 037,76	99,4	6,24	6,24	48 840,51	1,00
38.	23 885	143,32	1 319,08	90,2	6,12	6,12	25 308,90	1,06
39.	47 432	140,59	2 788,31	95,2	6,17	6,17	48 579,48	1,02
40.	31 057	92,74	1 799,96	95,1	6,09	6,09	31 420,06	1,01
41.	35 318	143,15	1 962,05	93,2	5,96	5,96	35 523,81	1,01
42.	15 044	244,55	651,25	72,7	5,95	5,95	17 761,00	1,18
43.	33 142	225,50	1 638,10	87,9	5,62	5,62	32 869,59	0,99
44.	70 713	92,49	4 111,61	97,8	5,95	5,95	68 155,90	0,96
45.	28 698	208,80	1 488,80	87,7	5,92	5,92	29 990,64	1,05

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m^3]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m^3]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Cena PHM celkem [Kč]	Cena na 1 km [Kč]
46.	27 783	36,51	1 550,69	97,7	5,71	5,71	25 754,18	0,93
47.	33 998	30,15	1 854,25	98,4	5,54	5,54	30 386,61	0,89
48.	31 720	233,13	1 646,97	87,6	5,93	5,93	33 241,85	1,05
49.	31 492	48,43	1 745,37	97,3	5,70	5,70	29 209,86	0,93
50.	44 650	39,24	2 413,36	98,4	5,49	5,49	39 549,04	0,89
51.	25 000	29,24	1 432,96	98	5,85	5,85	23 662,73	0,95
52.	27 977	10,05	1 665,45	99,4	5,99	5,99	26 776,70	0,96
53.	18 198	76,99	1 107,51	93,5	6,51	6,51	19 936,45	1,10
54.	13 286	148,92	721,98	82,9	6,56	6,56	15 987,85	1,20
55.	21 123	20,54	1 187,66	98,3	5,72	5,72	19 500,05	0,92
56.	29 715	56,95	1 906,85	97,1	6,61	6,61	32 034,67	1,08
57.	29 622	250,90	1 467,60	85,4	5,80	5,80	30 929,16	1,04
58.	31 188	16,21	1 784,69	99,1	5,77	5,77	28 858,57	0,93
59.	18 549	101,35	1 232,25	92,4	7,19	7,19	22 657,25	1,22
60.	28 815	236,91	1 557,89	86,8	6,23	6,23	31 940,48	1,11
61.	48 631	60,04	2 798,96	97,9	5,88	5,88	46 308,27	0,95
62.	33 158	196,78	1 751,52	89,9	5,88	5,88	33 802,27	1,02
63.	28 733	162,09	1 526,31	90,4	5,88	5,88	29 171,51	1,02
64.	48 763	728,18	2 789,62	79,3	7,21	7,21	66 403,26	1,36
65.	34 063	333,20	1 711,00	83,7	6,00	6,00	37 291,56	1,09
66.	35 110	248,34	1 911,16	88,5	6,15	6,15	37 901,96	1,08
67.	32 887	264,76	1 682,04	86,4	5,92	5,92	34 757,65	1,06
68.	15 448	72,82	1 355,08	94,9	9,24	9,24	23 745,21	1,54
69.	35 283	88,43	2 017,07	95,8	5,97	5,97	34 740,40	0,98

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m³]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m³]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Cena PHM celkem [Kč]	Cena na 1 km [Kč]
70.	30 230	-	1 936,00	100	6,40	0,00	30 772,53	1,02
71.	32 826	215,92	1 801,98	89,3	6,15	6,15	35 184,19	1,07
72.	32 070	184,22	1 754,98	90,5	6,05	6,05	33 476,80	1,04
73.	37 364	239,40	1 898,10	88,8	5,72	5,72	37 423,47	1,00
74.	36 358	156,35	1 900,95	92,4	5,66	5,66	34 952,58	0,96
75.	38 622	225,59	2 053,11	90,1	5,90	5,90	39 468,94	1,02
76.	22 164	88,11	1 207,59	93,2	5,85	5,85	21 864,05	0,99
77.	18 000	65,56	1 009,24	93,9	5,97	5,97	18 028,15	1,00
78.	28 489	300,47	1 289,33	81,1	5,58	5,58	29 597,47	1,04
79.	18 853	241,13	896,27	78,8	6,03	6,03	21 551,88	1,14
80.	20 555	333,32	938,88	73,8	6,19	6,19	25 022,31	1,22
81.	24 828	122,59	1 372,41	91,8	6,02	6,02	25 528,56	1,03
82.	34 890	14,75	1 828,95	99,2	5,28	5,28	29 517,87	0,85
83.	21 120	148,98	1 024,12	87,3	5,55	5,55	20 792,15	0,98
84.	14 580	93,11	876,79	90,4	6,65	6,65	16 757,55	1,15
85.	19 249	225,67	955,83	80,9	6,14	6,14	22 030,14	1,14
86.	19 288	34,28	1 108,42	97	5,92	5,92	18 656,86	0,97
87.	7 417	65,53	368,47	84,9	5,85	5,85	7 842,28	1,06
88.	13 220	45,06	659,04	93,6	5,33	5,33	11 840,64	0,90
89.	13 087	134,51	861,89	86,5	7,61	7,61	17 775,11	1,36
90.	12 997	31,83	852,27	96,4	6,80	6,80	14 511,10	1,12
91.	7 195	61,81	424,89	87,3	6,76	6,76	8 626,32	1,20
92.	13 149	128,02	633,98	83,2	5,80	5,80	13 955,75	1,06
93.	12 409	109,96	638,04	85,3	6,03	6,03	13 473,10	1,09

Pořadové číslo	Km	Skutečná spotřeba benzín [l]	Skutečná spotřeba CNG [m³]	Poměr CNG [%]	Průměrná spotřeba CNG [m³]	Průměrná spotřeba benzín [l/100 km]	Cena PHM celkem [Kč]	Cena na 1 km [Kč]
94.	6 357	25,75	347,45	93,1	5,87	5,87	6 302,87	0,99
95.	6 204	46,64	332,56	87,7	6,11	6,11	6 699,13	1,08
96.	9 361	175,93	490,47	73,6	7,12	7,12	13 126,31	1,40
97.	385	11,65	15,45	57	7,04	7,04	598,59	1,55
98.	1 310	9,49	74,51	88,7	6,41	6,41	1 471,89	1,12
Suma	**2 546 167**	**15 667,55**	**138 801,65**				**2 680 935,13**	
Průměr	**27 086,88**	**166,68**	**1 476,61**	**89,72**	**6,12**	**5,99**	**28 520,59**	**1,07**

Tab. 0.7 Finanční náklady na provoz vozidel dle údajů od výrobců

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
-	1 009 900,00	969 900,00	611 900,00	595 900,00	677 900,00
1	1 009 900,73	969 900,24	611 900,98	595 901,51	677 901,36
50	1 009 936,69	969 911,87	611 948,94	595 975,75	677 967,82
100	1 009 973,37	969 923,74	611 997,89	596 051,49	678 035,65
250	1 010 083,44	969 959,34	612 144,72	596 278,73	678 239,12
500	1 010 266,87	970 018,69	612 389,44	596 657,45	678 578,23
1 000	1 010 633,75	970 137,37	612 878,88	597 414,90	679 256,46
2 000	1 011 367,50	970 374,75	613 857,76	598 929,81	680 612,92
3 000	1 012 101,25	970 612,12	614 836,64	600 444,71	681 969,39
4 000	1 012 835,00	970 849,49	615 815,52	601 959,62	683 325,85
5 000	1 013 568,75	971 086,87	616 794,40	603 474,52	684 682,31
10 000	1 017 237,50	972 273,73	621 688,80	611 049,04	691 464,62
15 000	1 020 906,25	973 460,60	626 583,20	618 623,56	698 246,93
20 000	1 024 575,00	974 647,46	631 477,59	626 198,09	705 029,23

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
25 000	1 028 243,75	975 834,33	636 371,99	633 772,61	711 811,54
30 000	1 031 912,49	977 021,19	641 266,39	641 347,13	718 593,85
35 000	1 035 581,24	978 208,06	646 160,79	648 921,65	725 376,16
40 000	1 039 249,99	979 394,93	651 055,19	656 496,17	732 158,47
45 000	1 042 918,74	980 581,79	655 949,59	664 070,69	738 940,78
50 000	1 046 587,49	981 768,66	660 843,98	671 645,21	745 723,09
55 000	1 050 256,24	982 955,52	665 738,38	679 219,73	752 505,39
60 000	1 053 924,99	984 142,39	670 632,78	686 794,26	759 287,70
65 000	1 057 593,74	985 329,26	675 527,18	694 368,78	766 070,01
70 000	1 061 262,49	986 516,12	680 421,58	701 943,30	772 852,32
75 000	1 064 931,24	987 702,99	685 315,98	709 517,82	779 634,63
80 000	1 068 599,98	988 889,85	690 210,37	717 092,34	786 416,94
85 000	1 072 268,73	990 076,72	695 104,77	724 666,86	793 199,24
90 000	1 075 937,48	991 263,58	699 999,17	732 241,38	799 981,55
95 000	1 079 606,23	992 450,45	704 893,57	739 815,90	806 763,86
100 000	1 083 274,98	993 637,32	709 787,97	747 390,43	813 546,17
105 000	1 086 943,73	994 824,18	714 682,37	754 964,95	820 328,48
110 000	1 090 612,48	996 011,05	719 576,76	762 539,47	827 110,79
115 000	1 094 281,23	997 197,91	724 471,16	770 113,99	833 893,10
120 000	1 097 949,98	998 384,78	729 365,56	777 688,51	840 675,40
125 000	1 101 618,73	999 571,65	734 259,96	785 263,03	847 457,71
130 000	1 105 287,47	1 000 758,51	739 154,36	792 837,55	854 240,02
135 000	1 108 956,22	1 001 945,38	744 048,76	800 412,07	861 022,33
140 000	1 112 624,97	1 003 132,24	748 943,15	807 986,60	867 804,64
145 000	1 116 293,72	1 004 319,11	753 837,55	815 561,12	874 586,95
150 000	1 119 962,47	1 005 505,97	758 731,95	823 135,64	881 369,26

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
155 000	1 123 631,22	1 006 692,84	763 626,35	830 710,16	888 151,56
160 000	1 127 299,97	1 007 879,71	768 520,75	838 284,68	894 933,87
165 000	1 130 968,72	1 009 066,57	773 415,15	845 859,20	901 716,18
170 000	1 134 637,47	1 010 253,44	778 309,54	853 433,72	908 498,49
175 000	1 138 306,22	1 011 440,30	783 203,94	861 008,24	915 280,80
180 000	1 141 974,97	1 012 627,17	788 098,34	868 582,77	922 063,11
185 000	1 145 643,71	1 013 814,03	792 992,74	876 157,29	928 845,41
190 000	1 149 312,46	1 015 000,90	797 887,14	883 731,81	935 627,72
195 000	1 152 981,21	1 016 187,77	802 781,54	891 306,33	942 410,03
200 000	1 156 649,96	1 017 374,63	807 675,93	898 880,85	949 192,34
205 000	1 160 318,71	1 018 561,50	812 570,33	906 455,37	955 974,65
210 000	1 163 987,46	1 019 748,36	817 464,73	914 029,89	962 756,96
215 000	1 167 656,21	1 020 935,23	822 359,13	921 604,41	969 539,27
220 000	1 171 324,96	1 022 122,10	827 253,53	929 178,94	976 321,57
225 000	1 174 993,71	1 023 308,96	832 147,93	936 753,46	983 103,88
230 000	1 178 662,46	1 024 495,83	837 042,32	944 327,98	989 886,19
235 000	1 182 331,20	1 025 682,69	841 936,72	951 902,50	996 668,50
240 000	1 185 999,95	1 026 869,56	846 831,12	959 477,02	1 003 450,81
245 000	1 189 668,70	1 028 056,42	851 725,52	967 051,54	1 010 233,12
250 000	1 193 337,45	1 029 243,29	856 619,92	974 626,06	1 017 015,43
255 000	1 197 006,20	1 030 430,16	861 514,32	982 200,59	1 023 797,73
260 000	1 200 674,95	1 031 617,02	866 408,72	989 775,11	1 030 580,04
265 000	1 204 343,70	1 032 803,89	871 303,11	997 349,63	1 037 362,35
270 000	1 208 012,45	1 033 990,75	876 197,51	1 004 924,15	1 044 144,66
275 000	1 211 681,20	1 035 177,62	881 091,91	1 012 498,67	1 050 926,97
280 000	1 215 349,95	1 036 364,48	885 986,31	1 020 073,19	1 057 709,28

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
285 000	1 219 018,69	1 037 551,35	890 880,71	1 027 647,71	1 064 491,59
290 000	1 222 687,44	1 038 738,22	895 775,11	1 035 222,23	1 071 273,89
295 000	1 226 356,19	1 039 925,08	900 669,50	1 042 796,76	1 078 056,20
300 000	1 230 024,94	1 041 111,95	905 563,90	1 050 371,28	1 084 838,51
305 000	1 233 693,69	1 042 298,81	910 458,30	1 057 945,80	1 091 620,82
310 000	1 237 362,44	1 043 485,68	915 352,70	1 065 520,32	1 098 403,13
315 000	1 241 031,19	1 044 672,55	920 247,10	1 073 094,84	1 105 185,44
320 000	1 244 699,94	1 045 859,41	925 141,50	1 080 669,36	1 111 967,74
325 000	1 248 368,69	1 047 046,28	930 035,89	1 088 243,88	1 118 750,05
330 000	1 252 037,44	1 048 233,14	934 930,29	1 095 818,40	1 125 532,36
335 000	1 255 706,19	1 049 420,01	939 824,69	1 103 392,93	1 132 314,67
340 000	1 259 374,93	1 050 606,87	944 719,09	1 110 967,45	1 139 096,98
345 000	1 263 043,68	1 051 793,74	949 613,49	1 118 541,97	1 145 879,29
350 000	1 266 712,43	1 052 980,61	954 507,89	1 126 116,49	1 152 661,60
355 000	1 270 381,18	1 054 167,47	959 402,28	1 133 691,01	1 159 443,90
360 000	1 274 049,93	1 055 354,34	964 296,68	1 141 265,53	1 166 226,21
365 000	1 277 718,68	1 056 541,20	969 191,08	1 148 840,05	1 173 008,52
370 000	1 281 387,43	1 057 728,07	974 085,48	1 156 414,57	1 179 790,83
375 000	1 285 056,18	1 058 914,94	978 979,88	1 163 989,10	1 186 573,14
380 000	1 288 724,93	1 060 101,80	983 874,28	1 171 563,62	1 193 355,45
385 000	1 292 393,68	1 061 288,67	988 768,67	1 179 138,14	1 200 137,76
390 000	1 296 062,42	1 062 475,53	993 663,07	1 186 712,66	1 206 920,06
395 000	1 299 731,17	1 063 662,40	998 557,47	1 194 287,18	1 213 702,37
400 000	1 303 399,92	1 064 849,26	1 003 451,87	1 201 861,70	1 220 484,68
405 000	1 307 068,67	1 066 036,13	1 008 346,27	1 209 436,22	1 227 266,99
410 000	1 310 737,42	1 067 223,00	1 013 240,67	1 217 010,74	1 234 049,30

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
415 000	1 314 406,17	1 068 409,86	1 018 135,06	1 224 585,27	1 240 831,61
420 000	1 318 074,92	1 069 596,73	1 023 029,46	1 232 159,79	1 247 613,91
425 000	1 321 743,67	1 070 783,59	1 027 923,86	1 239 734,31	1 254 396,22
430 000	1 325 412,42	1 071 970,46	1 032 818,26	1 247 308,83	1 261 178,53
435 000	1 329 081,17	1 073 157,32	1 037 712,66	1 254 883,35	1 267 960,84
440 000	1 332 749,91	1 074 344,19	1 042 607,06	1 262 457,87	1 274 743,15
445 000	336 418,66	1 075 531,06	1 047 501,45	1 270 032,39	1 281 525,46
450 000	1 340 087,41	1 076 717,92	1 052 395,85	1 277 606,91	1 288 307,77
455 000	1 343 756,16	1 077 904,79	1 057 290,25	1 285 181,44	1 295 090,07
460 000	1 347 424,91	1 079 091,65	1 062 184,65	1 292 755,96	1 301 872,38
465 000	1 351 093,66	1 080 278,52	1 067 079,05	1 300 330,48	1 308 654,69
470 000	1 354 762,41	1 081 465,39	1 071 973,45	1 307 905,00	1 315 437,00
475 000	1 358 431,16	1 082 652,25	1 076 867,85	1 315 479,52	1 322 219,31
480 000	1 362 099,91	1 083 839,12	1 081 762,24	1 323 054,04	1 329 001,62
485 000	1 365 768,66	1 085 025,98	1 086 656,64	1 330 628,56	1 335 783,93
490 000	1 369 437,41	1 086 212,85	1 091 551,04	1 338 203,09	1 342 566,23
495 000	1 373 106,15	1 087 399,71	1 096 445,44	1 345 777,61	1 349 348,54
500 000	1 376 774,90	1 088 586,58	1 101 339,84	1 353 352,13	1 356 130,85

Tab. 0.8 Finanční náklady na provoz vozidel dle reálných údajů o spotřebě

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
-	1 009 900,00	969 900,00	611 900,00	595 900,00	677 900,00
1	1 009 901,13	969 900,32	611 901,09	595 902,52	677 901,74
50	1 009 956,53	969 916,17	611 954,40	596 026,19	677 987,14

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
100	1 010 013,07	969 932,34	612 008,80	596 152,38	678 074,28
250	1 010 182,67	969 980,84	612 172,01	596 530,96	678 335,69
500	1 010 465,34	970 061,68	612 444,01	597 161,92	678 771,38
1000	1 011 030,67	970 223,35	612 988,03	598 423,83	679 642,76
2000	1 012 161,34	970 546,70	614 076,06	600 947,66	681 385,52
3000	1 013 292,02	970 870,05	615 164,09	603 471,49	683 128,28
4000	1 014 422,69	971 193,40	616 252,12	605 995,32	684 871,03
5000	1 015 553,36	971 516,75	617 340,15	608 519,15	686 613,79
10 000	1 021 206,72	973 133,51	622 780,30	621 138,30	695 327,58
15 000	1 026 860,09	974 750,26	628 220,44	633 757,46	704 041,38
20 000	1 032 513,45	976 367,02	633 660,59	646 376,61	712 755,17
25 000	1 038 166,81	977 983,77	639 100,74	658 995,76	721 468,96
30 000	1 043 820,17	979 600,53	644 540,89	671 614,91	730 182,75
35 000	1 049 473,53	981 217,28	649 981,03	684 234,07	738 896,54
40 000	1 055 126,90	982 834,03	655 421,18	696 853,22	747 610,34
45 000	1 060 780,26	984 450,79	660 861,33	709 472,37	756 324,13
50 000	1 066 433,62	986 067,54	666 301,48	722 091,52	765 037,92
55 000	1 072 086,98	987 684,30	671 741,62	734 710,68	773 751,71
60 000	1 077 740,34	989 301,05	677 181,77	747 329,83	782 465,50
65 000	1 083 393,71	990 917,80	682 621,92	759 948,98	791 179,30
70 000	1 089 047,07	992 534,56	688 062,07	772 568,13	799 893,09
75 000	1 094 700,43	994 151,31	693 502,22	785 187,29	808 606,88
80 000	1 100 353,79	995 768,07	698 942,36	797 806,44	817 320,67
85 000	1 106 007,15	997 384,82	704 382,51	810 425,59	826 034,46
90 000	1 111 660,52	999 001,58	709 822,66	823 044,74	834 748,26
95 000	1 117 313,88	1 000 618,33	715 262,81	835 663,90	843 462,05

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
100 000	1 122 967,24	1 002 235,08	720 702,95	848 283,05	852 175,84
105 000	1 128 620,60	1 003 851,84	726 143,10	860 902,20	860 889,63
110 000	1 134 273,96	1 005 468,59	731 583,25	873 521,35	869 603,42
115 000	1 139 927,33	1 007 085,35	737 023,40	886 140,51	878 317,22
120 000	1 145 580,69	1 008 702,10	742 463,54	898 759,66	887 031,01
125 000	1 151 234,05	1 010 318,86	747 903,69	911 378,81	895 744,80
130 000	1 156 887,41	1 011 935,61	753 343,84	923 997,96	904 458,59
135 000	1 162 540,78	1 013 552,36	758 783,99	936 617,12	913 172,38
140 000	1 168 194,14	1 015 169,12	764 224,13	949 236,27	921 886,18
145 000	1 173 847,50	1 016 785,87	769 664,28	961 855,42	930 599,97
150 000	1 179 500,86	1 018 402,63	775 104,43	974 474,57	939 313,76
155 000	1 185 154,22	1 020 019,38	780 544,58	987 093,73	948 027,55
160 000	1 190 807,59	1 021 636,13	785 984,73	999 712,88	956 741,34
165 000	1 196 460,95	1 023 252,89	791 424,87	1 012 332,03	965 455,14
170 000	1 202 114,31	1 024 869,64	796 865,02	1 024 951,18	974 168,93
175 000	1 207 767,67	1 026 486,40	802 305,17	1 037 570,34	982 882,72
180 000	1 213 421,03	1 028 103,15	807 745,32	1 050 189,49	991 596,51
185 000	1 219 074,40	1 029 719,91	813 185,46	1 062 808,64	1 000 310,30
190 000	1 224 727,76	1 031 336,66	818 625,61	1 075 427,79	1 009 024,10
195 000	1 230 381,12	1 032 953,41	824 065,76	1 088 046,95	1 017 737,89
200 000	1 236 034,48	1 034 570,17	829 505,91	1 100 666,10	1 026 451,68
205 000	1 241 687,84	1 036 186,92	834 946,05	1 113 285,25	1 035 165,47
210 000	1 247 341,21	1 037 803,68	840 386,20	1 125 904,40	1 043 879,26
215 000	1 252 994,57	1 039 420,43	845 826,35	1 138 523,56	1 052 593,06
220 000	1 258 647,93	1 041 037,18	851 266,50	1 151 142,71	1 061 306,85
225 000	1 264 301,29	1 042 653,94	856 706,65	1 163 761,86	1 070 020,64

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
230 000	1 269 954,65	1 044 270,69	862 146,79	1 176 381,01	1 078 734,43
235 000	1 275 608,02	1 045 887,45	867 586,94	1 189 000,17	1 087 448,23
240 000	1 281 261,38	1 047 504,20	873 027,09	1 201 619,32	1 096 162,02
245 000	1 286 914,74	1 049 120,96	878 467,24	1 214 238,47	1 104 875,81
250 000	1 292 568,10	1 050 737,71	883 907,38	1 226 857,62	1 113 589,60
255 000	1 298 221,46	1 052 354,46	889 347,53	1 239 476,77	1 122 303,39
260 000	1 303 874,83	1 053 971,22	894 787,68	1 252 095,93	1 131 017,19
265 000	1 309 528,19	1 055 587,97	900 227,83	1 264 715,08	1 139 730,98
270 000	1 315 181,55	1 057 204,73	905 667,97	1 277 334,23	1 148 444,77
275 000	1 320 834,91	1 058 821,48	911 108,12	1 289 953,38	1 157 158,56
280 000	1 326 488,27	1 060 438,24	916 548,27	1 302 572,54	1 165 872,35
285 000	1 332 141,64	1 062 054,99	921 988,42	1 315 191,69	1 174 586,15
290 000	1 337 795,00	1 063 671,74	927 428,57	1 327 810,84	1 183 299,94
295 000	1 343 448,36	1 065 288,50	932 868,71	1 340 429,99	1 192 013,73
300 000	1 349 101,72	1 066 905,25	938 308,86	1 353 049,15	1 200 727,52
305 000	1 354 755,08	1 068 522,01	943 749,01	1 365 668,30	1 209 441,31
310 000	1 360 408,45	1 070 138,76	949 189,16	1 378 287,45	1 218 155,11
315 000	1 366 061,81	1 071 755,51	954 629,30	1 390 906,60	1 226 868,90
320 000	1 371 715,17	1 073 372,27	960 069,45	1 403 525,76	1 235 582,69
325 000	1 377 368,53	1 074 989,02	965 509,60	1 416 144,91	1 244 296,48
330 000	1 383 021,89	1 076 605,78	970 949,75	1 428 764,06	1 253 010,27
335 000	1 388 675,26	1 078 222,53	976 389,89	1 441 383,21	1 261 724,07
340 000	1 394 328,62	1 079 839,29	981 830,04	1 454 002,37	1 270 437,86
345 000	1 399 981,98	1 081 456,04	987 270,19	1 466 621,52	1 279 151,65
350 000	1 405 635,34	1 083 072,79	992 710,34	1 479 240,67	1 287 865,44
355 000	1 411 288,71	1 084 689,55	998 150,48	1 491 859,82	1 296 579,23

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
360 000	1 416 942,07	1 086 306,30	1 003 590,63	1 504 478,98	1 305 293,03
365 000	1 422 595,43	1 087 923,06	1 009 030,78	1 517 098,13	1 314 006,82
370 000	1 428 248,79	1 089 539,81	1 014 470,93	1 529 717,28	1 322 720,61
375 000	1 433 902,15	1 091 156,57	1 019 911,08	1 542 336,43	1 331 434,40
380 000	1 439 555,52	1 092 773,32	1 025 351,22	1 554 955,59	1 340 148,19
385 000	1 445 208,88	1 094 390,07	1 030 791,37	1 567 574,74	1 348 861,99
390 000	1 450 862,24	1 096 006,83	1 036 231,52	1 580 193,89	1 357 575,78
395 000	1 456 515,60	1 097 623,58	1 041 671,67	1 592 813,04	1 366 289,57
400 000	1 462 168,96	1 099 240,34	1 047 111,81	1 605 432,20	1 375 003,36
405 000	1 467 822,33	1 100 857,09	1 052 551,96	1 618 051,35	1 383 717,15
410 000	1 473 475,69	1 102 473,84	1 057 992,11	1 630 670,50	1 392 430,95
415 000	1 479 129,05	1 104 090,60	1 063 432,26	1 643 289,65	1 401 144,74
420 000	1 484 782,41	1 105 707,35	1 068 872,40	1 655 908,81	1 409 858,53
425 000	1 490 435,77	1 107 324,11	1 074 312,55	1 668 527,96	1 418 572,32
430 000	1 496 089,14	1 108 940,86	1 079 752,70	1 681 147,11	1 427 286,11
435 000	1 501 742,50	1 110 557,62	1 085 192,85	1 693 766,26	1 435 999,91
440 000	1 507 395,86	1 112 174,37	1 090 633,00	1 706 385,42	1 444 713,70
445 000	1 513 049,22	1 113 791,12	1 096 073,14	1 719 004,57	1 453 427,49
450 000	1 518 702,58	1 115 407,88	1 101 513,29	1 731 623,72	1 462 141,28
455 000	1 524 355,95	1 117 024,63	1 106 953,44	1 744 242,87	1 470 855,07
460 000	1 530 009,31	1 118 641,39	1 112 393,59	1 756 862,03	1 479 568,87
465 000	1 535 662,67	1 120 258,14	1 117 833,73	1 769 481,18	1 488 282,66
470 000	1 541 316,03	1 121 874,89	1 123 273,88	1 782 100,33	1 496 996,45
475 000	1 546 969,39	1 123 491,65	1 128 714,03	1 794 719,48	1 505 710,24
480 000	1 552 622,76	1 125 108,40	1 134 154,18	1 807 338,63	1 514 424,03
485 000	1 558 276,12	1 126 725,16	1 139 594,32	1 819 957,79	1 523 137,83

Stav km	Golf GTE 150 kW	E-Golf 100 kW	Octavia 1,4 TSI/81 kW G-TEC	Octavia 1,4 TSI/110 kW	Octavia 2,0 TDI/110 kW
490 000	1 563 929,48	1 128 341,91	1 145 034,47	1 832 576,94	1 531 851,62
495 000	1 569 582,84	1 129 958,67	1 150 474,62	1 845 196,09	1 540 565,41
500 000	1 575 236,20	1 131 575,42	1 155 914,77	1 857 815,24	1 549 279,20

LITERATURA

[1] *Vyhláška o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot): 133/2010 Sb*. Praha: Ministerstva průmyslu a obchodu, 2010, ročník 2010, číslo 48.

[2] *Charakteristika automobilových paliv: Prezentace z přednášky předmětu Spalovací motory* [online]. Praha: Technická fakulta České zemědělské univerzity v Praze, 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: http://oppa-smad.tf.czu.cz/?q=system/files/2.Pr_.ppt

[3] *BEZPEČNOSTNÍ LIST Motorová nafta s FAME* [online]. Bratislava: SLOVNAFT a.s. ČLEN SKUPINY MOL, 2017 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: https://www.ceproas.cz/public/files/userfiles/Produkty_sluzby/Motorov%C3%A1%20nafta%20(Slovnaft%20a.s.)%2014_11_2011.pdf

[4] *Vlastnosti zemního plynu* [online]. Český plynárenský svaz, 2011 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: http://cng4you.cz/cng-info/co-je-zemni-plyn.html

[5] *BEZPEČNOSTNÍ LIST PROPAN-BUTAN* [online]. Hustopeče: Flaga, 2004 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: http://www.flaga.cz/images/flaga-cz/bezpecnostni-listy/PROPAN_BUTAN_1965_SM%C4%9AS_B_LEDEN_2017.pdf

[6] *Zákon o ochraně ovzduší: 201/2012 Sb*. Praha: Parlament České republiky, 2012, ročník 2012, číslo 201.

[7] *Příloha nařízení Komise, 5365/17* [online]. Brusel: Rada Evropské unie, 2017 [cit. 2017-11-27].
Dostupné z: http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5365-2017-ADD-2/cs/pdf

[8] HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3475-0.

[9] *The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems*. Turkey, 2014. Dostupné také z: https://doi.org/10.1007/s10098-014-0793-9. Research article. Mersin University, Mersin, Turkey; Selcuk University, Konya, Turkey.

[10] *EU: Cars: Greenhouse Gas Emissions* [online]. Ecopoint DieselNet, 2017 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: https://www.dieselnet.com/standards/eu/ghg.php

[11] *Trends and projections in the Czech Republic 2017: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets* [online]. Kodaň: European Environment Agency, 2017 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.eea.europa.eu/themes/climate/trends-and-projections-in-europe/trends-and-projections-in-europe-2017/country-profiles-greenhouse-gases-and-energy/czech-republic-ghg-and-energy.pdf/view

[12] *Imisní limity* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2017 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity_CZ.html

[13] Co je oxid uhelnatý? [online]. Kidde Safety Europe, 2018 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: http://www.kidde.eu/rady-a-vzdelani/co-je-oxid-uhelnaty

[14] *ZNEČIŠTĚNÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ AUTOMOBILOVÝMI EMISEMI* [online]. Praha: Chemické listy, 1998 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1998_10_794-798.pdf

[15] PÁV, Karel. *Emise ve výfukových plynech PSM* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.kvm.tul.cz/getFile/id:2627

[16] ŠUTA, Miroslav. *Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví*. 3., dopl. vyd. Brno: ZO ČSOP Veronica, c2010. ISBN 978-80-87308-01-1.

[17] *EU: Cars and Light Trucks* [online]. Ecopoint DieselNet, 2017 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: https://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php

[18] *EU: Cars: Greenhouse Gas Emissions—ACEA Agreements* [online]. Ecopoint DieselNet, 2017 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: https://www.dieselnet.com/standards/eu/ghg_acea.php

[19] *Dohoda ACEA: IP/98/734* [online]. Brusel: European Commission, 1998 [cit. 2017-12-09]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-98-734_en.htm?locale=en
[20] *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 443/2009*. Štrasburk: EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE, 2009, ročník 2007, číslo 0297.
[21] *Reducing CO_2 emissions from passenger cars* [online]. 2017: EUROPEAN COMMISSION, 2017 [cit. 2017-11-27].
Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en
[22] *Invention and Transfer of Environmental Technologies* [online]. Paříž: OECD Publishing, 2011 [cit. 2017-11-27]. ISBN 9789264115620. Dostupné z: http://www.oecd-ilibrary.org/environment/invention-and-transfer-of-environmental-technologies_9789264115620-en
[23] *Katalog OCTAVIA* [online]. Mladá Boleslav: Škoda Auto, 2017 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: http://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/3030d9ae-decf-4b75-852c-69c0bc8ce9a4/nova-octavia-katalog.5cf2ce16b82a111a7e664f378b396a97.pdf
[24] *Vyhláška 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku*. Praha: Ministerstva průmyslu a obchodu, 2012, Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=79198&nr=480~2F2012&rpp=15#local-content
[25] *Nařízení Komise (EU) č. 601/2012 o monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES*. Brusel: Evropská komise, 2012.Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32012R0601
[26] *Národní hodnoty EF, výhřevností a oxidačních faktorů* [online]. Praha, 2017: Ministerstvo životního prostředí, 2017 [cit. 2017-11-27].
Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vypoctove_faktory_emise/$FILE/oeok-NIR_vypocetni_faktory-20170101.pdf
[27] *PRINCIPLES GOVERNING IPCC WORK* [online]. Vídeň: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1998 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc-principles.pdf
[28] *Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel: EPA420-F-05-001* [online]. Washington DC: U. S. Environmental Protection Agency, 2005 [cit. 2017-12-09]. Dostupné z: https://www.nrc.gov/docs/ML1204/ML120440122.pdf
[29] *Greenhouse Gases Equivalencies Calculator – Calculations and References* [online]. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2017 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references
[30] *Národní energetický mix* [online]. Praha: OTE, 2016 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: http://www.ote-cr.cz/statistika/narodni-energeticky-mix
[31] *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Technology-specific Cost and Performance Parameters* [online]. Cambridge: Cambridge University Press, 2014 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf
[32] ROMARE, Mia a Lisbeth DAHLLÖF. *The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries: A Study with Focus on Current Technology and Batteries for light-duty vehicles*. Stockholm: IVL Swedish Environmental Research Institute, 2017.Dostupné z: https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243%20The%20life%20cycle%20energy%20consumption%20and%20CO2%20emissions%20from%20lithium%20ion%20batteries%20.pdf. IVL Swedish Environmental Research Institute.
[33] *Ceník VW Golf* [online]. Volkswagen Česká republika, 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://cdn.volkswagen.cz/media/Kwc_Basic_DownloadTag_Component/27647_brochures-77667-child-download-downloadTag/default/3a8afe5b/1502280310/novy-e-golf-cenik.pdf

[34] *Průměrné ceny pohonných hmot v ČR* [online]. Český statistický úřad, 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/61691345/tdbcr041318_1.xlsx/35850b52-1e97-485d-9fd6-7c10a1725530?version=1.1

[35] *Ceny CNG: cena CNG k 18.4.2018* [online]. Innogy, 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.cng.cz/ceny

[36] *Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku: 309/2016 Sb*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016, ročník 2016, číslo 309.

[37] *Zákon České národní rady o dani silniční: 16/1993 Sb*. Praha: Česká národní rada, 1993, ročník 1993, číslo 16.

[38] *ADAC Autotest: VW e-Golf Fünftürige Schrägheckclimousine der unteren Mittelklasse* [online]. ADAC e.V, 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT5678_VW_e-Golf/VW_e-Golf.pdf

[39] *ADAC Autotest: VW Golf GTE DSG Fünftürige Schrägheckclimousine der unteren Mittelklasse* [online]. ADAC e.V, 2015 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT5233_VW_Golf_GTE_DSG/VW_Golf_GTE_DSG.pdf

[40] *Ceník Variant 24 Listopad 2017 dodávky elektřiny E.ON Energie, a.s. pro zákazníky kategorie D – Domácnosti, distribuční území E.ON Distribuce, a.s.* [online]. České Budějovice: E.ON Energie, a.s, 2017 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.eon.cz/ke-stazeni/produkty/ceniky-variant-na-24-mesicu-zari/cenik-variant-24-listopad-2017-distribucni-uzemi-e-on-d-pdf/Cen%C3%ADk%20Variant%2024%20Listopad%202017%20-%20distribu%C4%8Dn%C3%AD%20%C3%BAzem%C3%AD%20E.ON_D.PDF

[41] *VW Golf GTE: Řízení procesu nabíjení baterie* [online]. Volkswagen Česká republika, 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://www.volkswagen.cz/golf-gte-1/nabijeni-baterie

[42] ADAC autotest Skoda Octavia Combi 1.4 TSI G-TEC Style: Fünftüriger Kombi der Mittelklasse [online]. ADAC, 2016 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT5514_Skoda_Octavia_Combi_1_4_TSI_G_TEC_Style_Erdgasbetrieb/Skoda_Octavia_Combi_1_4_TSI_G_TEC_Style_Erdgasbetrieb.pdf

[43] *ADAC autotest Skoda Octavia Combi 2.0 TDI Green tec Elegance: Fünftürige Kombilimousine der Mittelklasse* [online]. ADAC, 2014 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: https://www.adac.de/_ext/itr/tests/autotest/AT5194_Skoda_Octavia_Combi_2_0_TDI_Green_tec_Elegance/Skoda_Octavia_Combi_2_0_TDI_Green_tec_Elegance.pdf

[44] *ADAC autotest Skoda Octavia Combi 1.4 TSI Style: Fünftüriger Kombi der Mittelklasse* [online]. ADAC, 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: https://www.adac.de/_ext/itr/tests/Autotest/AT5613_Skoda_Octavia_Combi_1.4_TSI_Style/Skoda_Octavia_Combi_1.4_TSI_Style.pdf

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Příznaky otravy oxidem uhelnatým ve vztahu ke koncentraci a době expozice [13] ... 16

Tab. 3.1: Přehled emisních norem Euro pro osobní vozidla [17] ... 20

Tab. 4.1: Vybrané parametry[23] a porovnání hodnot ... 25

Tab. 4.2: Referenční hodnoty pro výpočet[1], [25], [26] ... 27

Tab. 4.3: Vybrané parametry stanovené výrobcem [23] ... 27

Tab. 4.4: Porovnání hodnot stanovených výrobcem a hodnot vypočtených metodou výhřevnosti paliv ... 30

Tab. 4.5: Porovnání hodnot stanovených a hodnot vypočtených metodou IPCC ... 33

Tab. 4.6. Energetický mix v roce 2016[30] ... 35

Tab. 4.7 Produkce CO_2 dle energetického mixu v České republice v roce 2016 ... 36

Tab. 4.8. Technické údaje elektromobilu[33] ... 36

Tab. 4.9. Porovnání vypočtených přímých a nepřímých emisí ... 37

Tab. 5.1 Porovnání teoretických a reálných hodnot ... 41

Tab. 5.2 Porovnání hodnot spotřeby s testy ADAC[42], [43], [44] ... 43

Tab. 5.3 Porovnání a procentní vyjádření výpočtů ... 47

Tab. 5.4 Procentní vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva ... 47

Tab. 5.5 Shrnutí finančních nákladů na provoz vozidel v roce 2017 ... 49

Tab. 5.6 Roční sazby silniční daně pro osobní automobily[37] ... 51

Tab. 5.7 Shrnutí finančních nákladů na provoz vozidel v roce 2017, včetně silniční daně ... 51

Tab. 6.1 Finanční náklady na provoz vozidel dle údajů od výrobců[23][33] ... 54

Tab. 6.2 Finanční náklady na provoz vozidel dle reálných hodnot spotřeby ... 56

Tab. 6.3 Finanční náročnost provozu po dobu 5 let ... 58

Tab. 6.4 Finanční náročnost provozu po dobu 5 let i s kupní cenou vozu ... 58

Tab. 7.1 Souhrn reálných hodnot z provozu ... 60

Tab. 7.2 Současné složení vozidel ... 60

Tab. 7.3 Ideální složení vozidel ... 61

Tab. 7.4 Navrhované složení vozidel ... 62

Tab. 0.1 Tabulka vozidla Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem ... 65

Tab. 0.2 Finanční náklady vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem ... 66

Tab. 0.3 Tabulka vozidla Škoda Octavia kombi s vznětovým motorem ... 66

Tab. 0.4 Finanční náklady vozidel Škoda Octavia kombi se vznětovým motorem ... 68

Tab. 0.5 Tabulka vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem na CNG 70
Tab. 0.6 Finanční náklady vozidel Škoda Octavia kombi se spalovacím motorem na CNG 76
Tab. 0.7 Finanční náklady na provoz vozidel dle údajů od výrobců 80
Tab. 0.8 Finanční náklady na provoz vozidel dle reálných údajů o spotřebě 84

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Složení výfukových plynů zážehového motoru[8] 14
Obr. 2.2 Složení výfukových plynů vznětového motoru[8] 15
Obr. 3.1: Hodnoty snížení emisí CO_2 stanovené dohodou ACEA[17] 22
Obr. 4.1: Hodnota emisí vycházející z nařízení Evropské Unie č. 443/2009 24
Obr. 4.2: Porovnání hodnot na základě výpočtu dle nařízení EU č. 443/2009 25
Obr. 4.3: Porovnání hodnot stanovených a hodnot vypočtených metodou výhřevnosti paliv 30
Obr. 4.4: Porovnání hodnot stanovených a hodnot vypočtených metodou IPCC 34
Obr. 4.5 Porovnání vypočtených výsledků 39
Obr. 5.1 Grafické zobrazení spotřeby paliva 44
Obr. 5.2 Zobrazení vyhodnocení úspory CO_2 dle paliva a použitých hodnot 48
Obr. 6.1 Grafické zobrazení finančních nákladů na provoz vozidel dle údajů od výrobců 55
Obr. 6.2 Grafické zobrazení finančních nákladů na provoz vozidel dle reálných údajů o spotřebě 57
Obr. 6.3 Finanční náročnost provozu po dobu 5 let i s kupní cenou vozu 59

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

CNG	Compressed Natural Gas (Stlačený zemní plyn)
LPG	Liquified Petroleum Gas (Zkapalněný ropný plyn)
LNG	Liquified Natural Gas (Zkapalněný zemní plyn)
E85	Bioethanol
MMBTU	Milion Brithish Thermal Unit (Britská tepelná jednotka)
DPF	Diesel Particulate Filter (Filtr pevných částic)
EGR	Exhaust Gas Recirculation (Recilkulace spalin)
ACEA	Association des Constructeurs Européens d Automobiles
JAMA	Japanese Automobile Manufacturers Association
KAMA	Korean Automobile Manufacturers Association
EPA	Environmental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Mezivládní panel pro změny klimatu)
PEMS	Portable Emissions Measurement System (Přenosný emisní měřící systém)
CFPP	Cold Filter Plugging Point (Teplota filtrovatelnosti)
C	Carbon (Uhlík)
CO_2	Carbon dioxide (Oxid uhličitý – Skleníkový plyn)
CO	Carbon Monoxide (Oxid uhelnatý)
HC	Hydrocarbons (Uhlovodíky)
NOx	Oxides of Nitrogen (Oxidy dusíku)
PM	Particulate matter (Pevné částice)
PN	Particle number (Prašné částice)
EEA	European Environment Agency (Evropská agentura pro životní prostředí)
EIA	Environmental Impact Assessment (Vyhodnocení vlivů na životní prostředí)
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)