

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**  
**TECHNICKÁ FAKULTA**  
**KATEDRA DOPRAVY A MANIPULÁCIE**

**1132520**

**EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNE ASPEKTY VOZIDIEL**  
**NA LPG POHON**

**2010**

**Martin Spišák**

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA

**EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNE ASPEKTY  
VOZIDIEL NA LPG POHON**

**BAKALÁRSKA PRÁCA**

Študijný program:	Prevádzka dopravných a manipulačných strojov
Pracovisko (katedra/ústav):	Katedra dopravy a manipulácie
Vedúci diplomovej práce:	Ing. Rudolf Abrahám, PhD.

Nitra 2010

**Martin Spišák**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaný Martin Spišák prehlasujem, že som túto bakalársku prácu na tému “Ekonomické a environmentálne aspekty vozidiel na LPG pohon” vypracoval samostatne s využitím uvedených literárnych zdrojov.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 15. marca 2010

**Martin Spišák**

## **Pod'akovanie**

Ďakujem pánovi Ing. Rudolfovi Abrahámovi, PhD. za cenné rady a pripomienky, ktorými mi bol nápomocný pri vypracovávaní bakalárskej práce.

Ďakujem svojej rodine za trpezlivosť a za duševnú i materiálnu podporu, ktoré mi boli taktiež veľmi nápomocné.

## **Abstrakt v štátnom jazyku**

Autor sa v tejto bakalárskej práci zaoberá ekonomickými a environmentálnymi aspektmi LPG pohonu. V prvej kapitole sa zaoberá súčasným stavom riešenej problematiky doma a v zahraničí, kde sa venuje základným pojmom ako sú: súčasný stav pohonu a vozidiel a ich vplyv na životné prostredie, palivové sústavy motorových vozidiel, niektoré typy palív spaľovaných v spaľovacích motoroch motorových vozidiel a ich vlastnosti, emisie dopravných prostriedkov. V druhej kapitole sú popísané ciele práce. V tretej kapitole popisuje metodiku práce. V štvrtej kapitole sa autor venuje konkrétnym úlohám ako sú ekonomické aspekty LPG pohonu, environmentálne aspekty LPG pohonu, porovnanie prevádzky na vybranom type vozidla, porovnanie emisných parametrov na vybranom type vozidla. Piata kapitola navrhuje možné využitie výsledkov práce v praxi. Šiesta kapitola je záverom a zhrnutím celej práce.

Kľúčové slová:

Ekonomické aspekty, emisie, LPG pohon

## **Abstrakt v cudzom jazyku**

The author of this thesis deals with the economic and environmental aspects of the LPG drive. In the first chapter, he deals with the current situation of the topic at home and abroad, he describes basic terms such as: current status of the drive and vehicles and their environmental impact, fuel systems of motor vehicles, certain types of fuel combustion in internal combustion engines of motor vehicles and their properties, emissions from vehicles. The second chapter describes the objectives of the study. In the third chapter, he describes the methodology of the study. The fourth chapter is devoted to specific tasks such as economic aspects of the LPG drive, environmental aspects of the LPG drive, the comparison of operation for the selected vehicle type, the comparison of the emission parameters for the selected type of vehicle. The fifth chapter outlines the possibility of utilization of the study in practice. The sixth chapter is a summary and the conclusions of the whole study.

### Keywords:

Economic aspects, emissions, LPG drive

# Obsah

<b>Obsah .....</b>	<b>6</b>
<b>Zoznam skratiek a značiek.....</b>	<b>7</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....</b>	<b>10</b>
1.1 Súčasný stav pohonu vozidiel a ich vplyv na životné prostredie .....	10
1.1.1 Spaľovací motor.....	10
1.1.2 Elektrický motor .....	11
1.2 Palivové sústavy motorových vozidiel.....	13
1.2.1 Palivová sústava vznetrových motorov .....	13
1.2.2 Palivová sústava zážihových motorov .....	14
1.2.3 Palivová sústava motorov s pohonom LPG .....	15
1.3 Niektoré typy palív spaľovaných v spaľovacích motoroch motorových vozidiel a ich vlastnosti .....	17
1.3.1 Benzín ako palivo v spaľovacích motoroch.....	17
1.3.2 Motorová nafta ako palivo v spaľovacích motoroch .....	18
1.3.3 LPG ako palivo v spaľovacích motoroch .....	19
1.4 Emisie dopravných prostriedkov .....	20
<b>2 Cieľ práce.....</b>	<b>23</b>
<b>3 Metodika práce.....</b>	<b>24</b>
<b>4 Výsledky práce .....</b>	<b>25</b>
4.1 Ekonomické aspekty LPG pohonu .....	25
4.2 Environmentálne aspekty LPG pohonu.....	29
4.3 Porovnanie prevádzky na vybranom type vozidla.....	30
4.4 Porovnanie emisných parametrov na vybranom type vozidla.....	30
<b>5 Návrh na využitie výsledkov .....</b>	<b>34</b>
<b>6 Záver.....</b>	<b>36</b>
<b>7 Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>37</b>

---

## Zoznam skratiek a značiek

LPG	Liquified Propan Gas, palivo
BA	automobilový benzín
CO	oxid uhoľnatý
HC	nespálené uhľovodíky
NO <sub>x</sub>	oxidy dusíka
CO <sub>2</sub>	oxid uhličité
NH <sub>3</sub>	oxid dusitý
H <sub>2</sub> O	voda
SO <sub>2</sub>	oxid siričitý
CO <sub>x</sub>	oxidy uhlíka
O <sub>3</sub>	ozón
BA - kraj	Bratislavský kraj
NR – kraj	Nitriansky kraj
BB – kraj	Banskobystrický kraj
ZA – kraj	Žilinský kraj
KE – kraj	Košický kraj
DPH	Daň z pridanej hodnoty
P.H.	povolené hodnoty
resp.	respektíve
t.j.	to jest
s.	strana
Mk	krútiaci moment
č.	číslo
cca	približne
obr.	obrázok
tab.	tabuľka
VO	voľnobežné otáčky
ZO	zvýšené otáčky



---

Max.	maximum, maximálne
Min.	minimum, minimálne
P	výkon
kW	jednotka výkonu, kilowatt
°	stupeň
°C	jednotka teploty, stupeň Celziov
$\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$	jednotka hustoty
$\text{m}^2\text{s}^{-1}$	jednotka viskozity
$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$	jednotka výhrevnosti
MPa	jednotka tlaku, megapaskal
$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	jednotka rýchlosti
km	jednotka hmotnosti, kilometer
l	jednotka objemu, liter
t	jednotka hmotnosti, tona
Ø	priemer

---

## Úvod

Pri hľadaní alternatívnych palív, ktoré by nahradili súčasné palivá ako sú benzín a nafta, sa začal využívať propán a bután ako palivo LPG. Jeho používanie je v súčasnosti v rozmachu a aj u nás na Slovensku si môžeme všimnúť pribúdajúce čerpacie LPG stanice a vozidlá so štítkovým označením LPG. Budúci ale aj súčasní vlastníci automobilu požadujú od svojho prípadne svojho budúceho automobilu nízke prevádzkové náklady, bezpečnosť, spoľahlivosť ale aj prevádzkovú jednoduchosť a spoľahlivosť. Je automobil s pohonom na LPG schopný splniť tieto požiadavky a stať sa tak alternatívou za palivo ako je benzín alebo nafta?

Dôvody prečo sme sa rozhodli pre tému Ekonomické a environmentálne aspekty vozidiel na LPG pohon sú nasledovné: Prvý dôvod je zaujímavosť témy a jej možné využitie v praxi pri výbere osobného automobilu. Druhý dôvod je príležitosť oboznámiť sa bližšie s daným typom pohonu a zistenie jeho výhod a nevýhod.

Práca sa zaoberá v prvej kapitole teóriou a súčasným stavom danej problematiky v štyroch podkapitolách. Prvá podkapitola rozoberá súčasný stav pohonu motorových vozidiel a ich vplyv na životné prostredie. Druhá podkapitola je zameraná na palivové systavy vybraných typov palív. V tretej podkapitole sa oboznamujeme s palivami benzín, nafta a LPG a ich vlastnosťami. Štvrtá podkapitola sa zaoberá emisiami, ktoré vznikajú pri prevádzke automobilov. Druhá a tretia kapitola oboznamuje s cieľmi a metodikou práce. Vo štvrtej kapitole sú spracované výsledky meraní a práce. V závere sú uvedené výsledky zistení.

---

# 1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

## 1.1 Súčasný stav pohonu vozidiel a ich vplyv na životné prostredie

### 1.1.1 Spaľovací motor

Spaľovací motor je tepelný hnací stroj, ktorý termochemickou reakciou uvoľňuje teplo, čím sa následne zvyšuje teplo a tlak plynov vo vnútri spaľovacieho priestoru a následne premieňa tlakovú energiu na energiu mechanickú. Patrí medzi najpoužívanejší typ motora pre pohon motorových vozidiel.

Výhody spaľovacieho motora sú:

- vysoká účinnosť premeny energie paliva na mechanickú prácu
- motory možno uviesť rýchlo do prevádzky (okrem veľkých motorov)
- motory sa dajú konštruovať pre rôzne palivá a účely, v rôznych veľkostiach a vyhotoveniach
- vysoká výhrevnosť niektorých palív, najmä kvapalných, spolu s vysokou účinnosťou umožňujú dosahovať nízke cenové a špecifické spotreby paliva, veľké akčné rádiusy, nízke výkonové hmotnosti, výhodný transport a uskladnenie paliva

Nevýhody spaľovacieho motora sú:

- motory (okrem raketového motora) vyžadujú pri štarte cudzí zdroj energie
- výsledná životnosť a niektoré ekonomické parametre nie sú také vysoká ako pri elektromotoroch
- hlučnosť motora
- nutnosť využitia väčšieho počtu valcov na dosiahnutie vyššieho výkonu a tým aj komplikovanejšia konštrukcia
- pri spaľovaní zmesi vznikajú emisie, ktoré zhoršujú životné prostredie

Spaľovacie motory delíme podľa rôznych kritérií:

- podľa spôsobu premeny tepelnej energie na mechanickú:
  - o piestové spaľovacie motory
    - s priamočiarym vratným pohybom piesta
    - s rotačným pohybom piesta

- 
- turbínové spaľovacie motory
  - prúdové spaľovacie motory
  - podľa pracovného cyklu:
    - prerušované
      - dvojtaktné
      - štvortaktné
    - kontinuálne
  - v piestových spaľovacích motoroch delíme podľa spôsobu zapalovania palivovej zmesi:
    - vznetové
    - zážihové
  - podľa druhu spaľovaného paliva:
    - plynové
    - kvapalné
    - tuhé
    - rôznopalivové
    - viacpalivové
  - podľa miesta prípravy zmesi
    - tvorba zmesi mimo pracovného priestoru
    - tvorba zmesi v pracovného priestore

Vplyv spaľovacích motorov na životné prostredie závisí hlavne od použitého paliva, pričom uhľovodíkové palivá patria medzi väčšie znečisťovatele. Pri spaľovaní nafty a benzínu sa do ovzdušia uvoľňujú emisie. O emisiách dopravných prostriedkov sa dozvieme viac v podkapitole 1.4. (Podolák-Lend'ák, 2003. s. 11-20).

### **1.1.2 Elektrický motor**

Je to elektrické zariadenie premieňajúce elektrický prúd na mechanickú prácu. Elektromotory využívajú fyzikálny jav elektromagnetizmus, ale existujú aj motory založené na iných javoch napr. elektrostatika, piezoelektrický jav a pod. Elektromotor

---

sa skladá zo statora a rotora, ktoré na seba vzájomne pôsobia elektromagnetickými poľami, pričom v prípade rotačného elektromotora vyvíjajú krútiaci moment.

Delenie elektromotorov:

- jednosmerný motor
  - o s permanentnými magnetmi
  - o s elektromagnetmi
  - o sériový motor
  - o derivačný motor (paralelný)
  - o sériovo-paralelný motor
- striedavý motor
  - o synchronný
    - krokový
  - o asynchronný
    - jednofázový
    - trojfázový

Jednosmerný motor – motor na jednosmerný prúd

Výhody jednosmerného elektromotora sú:

- rýchlosť motora je priamoúmerná veľkosti napájacieho napätia a zaťaženia na výstupnom hriadieli
- rýchlosť je možné regulovať zmenou vstupného napätia
- je jednoduchý a univerzálny
- oproti striedavému motoru môže dosiahnuť ľubovoľné reálne otáčky

Nevýhody jednosmerného elektromotora sú:

- veľké opotrebenie komutátora a preto vysoká náročnosť na údržbu
- po čase nutná výmena uhlíkov ([sk.wikipedia.org](http://sk.wikipedia.org)).

Elektromotory neznečisťujú prostredie takým spôsobom ako spaľovacie motory, ale aj pri elektromotoroch vznikajú emisie. Medzi tieto emisie patrí: hluk a elektromagnetické žiarenie. Viacej o emisiách je popísané v podkapitole 1.4.

---

## 1.2 Palivové sústavy motorových vozidiel

### 1.2.1 Palivová sústava vznetových motorov

Palivová sústava motorových vozidiel slúži na bezpečné uskladňovanie paliva, čistenie, prípravu a dopravu spaľovanej zmesi do spaľovacieho priestoru v požadovanom čase a množstve. Vznetové motory používajú ako palivo naftu.

Palivová sústava vznetových motorov pozostáva z týchto častí:

- nízkotlaková časť
  - o palivová nádrž
  - o palivomer
  - o filter výpar paliva
  - o potrubie
  - o hrubý čistič paliva
  - o dopravné čerpadlo
  - o dvojité čistič s hrubou a jemnou filtračnou vložkou
- vysokotlaková časť
  - o vstrekovacie čerpadlo
  - o vysokotlaké potrubie
  - o vstrekače ([www.klasici.sk](http://www.klasici.sk))

Palivová nádrž – slúži na uskladnenie paliva. Zvyčajne sa nachádza pod pravým zadným sedadlom alebo v strede auta pod zadnými sedadlami. Vyrába sa z oceleového plechu alebo plastu.

Palivomer – meria hladinu paliva v nádrži a informuje o jeho množstve

Filter výpar paliva – zachytáva výpary paliva z nádrže a pomocou aktívneho uhlíku sa tieto výpary zachytávajú a znižujú tým celkové znečistenie ovzdušia

Potrubie – slúži na dopravu paliva z nádrže a zároveň prepája jednotlivé časti palivovej sústavy

Čističe paliva (hrubý, jemný) – slúžia na čistenie paliva do rôznych nečistôt

Dopravné čerpadlo – zabezpečuje dopravu paliva v požadovanom množstve a tlaku do jednotlivých častí palivovej sústavy.

---

Vstrekovacie čerpadlo - dopravuje prečistené palivo do vstrekovačov v danom množstve a požadovanom tlaku. Oproti dopravnému čerpadlu pracuje vstrekovacie palivo s väčšími tlakmi.

Vysokotlaké potrubie – slúži na dopravu paliva zo vstrekovacieho čerpadla do vstrekovačov

Vstrekovače – v závislosti od typu motora vstrekujú palivo priamo do valca alebo do predkomôrok, kde sa zmiešavajú so vzduchom. Ich úlohou je dokonalé rozprášenie paliva.

### **1.2.2 Palivová sústava zážihových motorov**

Palivová sústava zážihových motorov je veľmi podobná ako palivová sústava vznietových motorov. Rozdiel je len príprava spaľovanej zmesi u motorov, ktoré na prípravu používajú karburátor a v tlakoch dopravovanej zmesi. Ako palivo sa používa benzín.

Palivová sústava zážihových motorov pozostáva z týchto častí:

- palivová nádrž
- palivomer
- potrubie
- čistič paliva
- dopravné čerpadlo
- karburátor
- čistič vzduchu
- sacie potrubie motora
- u novších typov vozidiel sa karburátor nahrádza vstrekovacím čerpadlom a vstrekovačmi ([www.klasici.sk](http://www.klasici.sk))

Palivová nádrž – slúži na uskladnenie paliva. Zvyčajne sa nachádza pod pravým zadným sedadlom alebo v strede auta pod zadnými sedadlami. Vyrába sa z oceľového plechu alebo plastu.

Palivomer – meria hladinu paliva v nádrži a informuje o jeho množstve

---

Filter výpar paliva – zachytáva výpary paliva z nádrže a pomocou aktívneho uhlíku sa tieto výpary zachytávajú a znižujú tým celkové znečisťovanie ovzdušia

Potrubie – slúži na dopravu paliva z nádrže a zároveň prepája jednotlivé časti palivovej sústavy

Čističe paliva (hrubý, jemný) – slúžia na čistenie paliva do rôznych nečistôt

Dopravné čerpadlo – zabezpečuje dopravu paliva v požadovanom množstve a tlaku do jednotlivých častí palivovej sústavy.

Vstrekovacie čerpadlo - dopravuje prečistené palivo do vstrekovačov v danom množstve a požadovanom tlaku. Oproti dopravnému čerpadlu pracuje vstrekovacie palivo s väčšími tlakmi.

Vysokotlaké potrubie – slúži na dopravu paliva zo vstrekovacieho čerpadla do vstrekovačov

Vstrekovače – v závislosti od typu motora vstrekujú palivo priamo do valca alebo do predkomôrok, kde sa zmiešavajú so vzduchom. Ich úlohou je dokonalé rozprášenie paliva.

Čistič vzduchu – čistí vzduch od prachu a iných nečistôt. Z čističa je vzduch dopravovaný priamo do karburátora cez vzduchové potrubie.

Karburátor – pripravuje spaľovanú zmes zmiešaním paliva so vzduchom. V súčasnosti sa karburátor nahrádza vstrekovačmi.

### **1.2.3 Palivová sústava motorov s pohonom LPG**

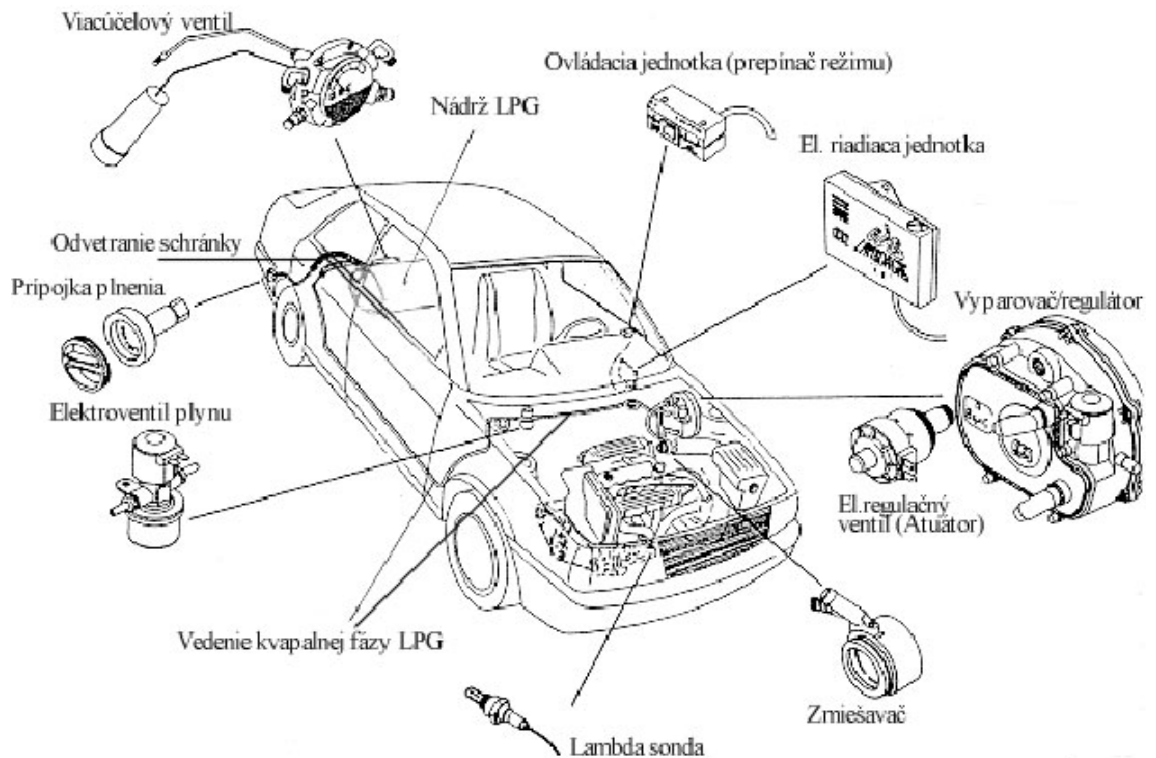
Palivová sústava motorov s pohonom na LPG (liquefied petroleum gas) plní rovnakú úlohu ako palivová sústava u automobilov so zážihovým alebo vznetovým motorom. Palivo sa skladá z propánu a butánu.

„Hlavné časti zariadenia pre vozidlá s pohonom na LPG:

- nádrž
- prípojka diaľkového plnenia
- viacúčelový multiventil s plynovou skriňou
- vyparovač s regulátorom tlaku
- uzavierací ventil LPG (elktorventil plynu)
- uzavierací ventil na benzín



- ovládacia jednotka
- zmiešavač
- elektronická riadiaca jednotka
- ostatné príslušenstvo a elektroinštalácia



Obr. 1 Schéma palivovej sústavy LPG pohonu

(zdroj: <http://www.auto.sk/>)

Nádrž – je oceľová tlaková s výrobným štítkom a prírubou prichytená o vozidlo špeciálnym rámom. Nádrž sa nachádza v batožinovom priestore vozidla alebo na úložnom priestore náhradnej pneumatiky.

Prípojka diaľkového plnenia – slúži na prepojenie tankovacej pištole pri diaľkovom čerpaní LPG

Viacúčelový multiventil s plynovou skriňou – je vsadený do príruby nádrže a obsahuje plniacu jednotku s nevratným zariadením, stavoznak s plavákom, zariadenie obmedzujúce naplnenie nádrže nad 80 % jej objemu, pretlakový - poistný ventil, prevádzkový ventil a prepádový ventil. Plynotesná skrinka chráni tento multiventil a zároveň odvetráva priestor okolo neho.

---

Vyparovač s regulátorom tlaku – prevádza premenu tekutého LPG do plynného skupenstva.

Uzavierací ventil LPG – je zlúčený aj s čističom LPG. Zatvára sa resp. otvára prívod plynu v závislosti od zvolenej polohy trojpolohového prepínača.

Uzavierací ventil na benzín – je vsadený do pôvodnej palivovej sústavy a je taktiež ovládaný trojpolohovým prepínačom.

Ovládacia jednotka (trojpolohový prepínač) – je riadiaci člen systému, pracujúci nasledovne:

- poloha 0 – prechodová poloha z benzínu na LPG alebo opačne, tlačidlo je v strede bez svetelnej indikácie
- poloha I – plynový režim, tlačidlo je na symbole „LPG“ niekedy označené ako „GAS“ v hornej polohe, indikované napr. zelenou LED diódou
- poloha II – benzínový režim, tlačidlo je na symbole „BENZÍN“ v dolnej polohe indikované napr. oranžovou diódou

Zmiešavač – nastaviteľ pripevnený na karburátor, do ktorého sa privádza odparované LPG a mieša sa so vzduchom

Elektronická riadiaca jednotka – používa sa pri automobiloch s elektronickými vstrekovacími palivami, ktoré môžu byť jednobodové alebo viacbodové

Ostatné príslušenstvo a elektroinštalácia – tvoria ich oplastované medené rúrky, gumené hadice, SK spony, vodiče, príchytky a pod.“ (Illes, 2002)

## **1.3 Niektoré typy palív spaľovaných v spaľovacích motoroch motorových vozidiel a ich vlastnosti**

### **1.3.1 Benzín ako palivo v spaľovacích motoroch**

Benzín patrí medzi uhľovodíkové kvapalné palivá. Skladá sa zo 4 až 10-tich atómov uhlíka a vodíka. Používa sa ako palivo v zážihových motoroch. Požiadavky na palivo v zážihovom motore sú predovšetkým:

- odparivosť a frakčné zloženie
- vlastnosti pri spaľovaní

Odparivosť a frakčné zloženie benzínu určuje destilačná krivka. Na destilačnej krivke sa sleduje začiatok, stred a koniec destilácie. Destilačná krivka nám pomáha

---

určiť pri akých teplotách paliva sa udržiava dobrá štartovateľnosť motora, ako rýchlo sa motor zohreje na požadovanú prevádzkovú teplotu, pri akej teplote ťažké frakcie paliva kondenzujú na stenách nasávacieho potrubia a iné.

Vlastnosti pri spaľovaní:

- výparné teplo benzínu – závisí od teploty bodu varu a od hustoty. Ich zvyšovaním sa zvyšuje výparné teplo. Palivá s vyšším výparným teplom viac ochladzujú čerstvú zmes a tým umožňujú lepšie naplnenie valca.

- odolnosť proti detonačnému spaľovaniu – mieru odolnosti proti detonáciám je ich oktánové číslo. Oktánové číslo sa vyjadruje objemovým percentom izooktánu ( $C_8H_{18}$ ) v modelovej zmesi izooktánu a n-heptánu ( $C_7H_{16}$ ), ktorá sa rovná sklonom k detonáciám. Odolnosť palív proti detonačnému spaľovaniu sa dá zvyšovať dvomi spôsobmi a to miešaním palív rôznej oktánovej hladiny alebo pridávaním malých prísad do základných palív. Do benzínu sa pridávajú étery, alkoholy a aditíva (Podolák-Lend'ák, 2003. s. 24-28).

### 1.3.2 Motorová nafta ako palivo v spaľovacích motoroch

Motorová nafta patrí medzi uhl'ovodíkové kvapalné palivá. Skladá sa zo 9 až 22 atómov uhlíka a vodíka. Používa sa ako palivo vo vznetrových motoroch.

Hlavné fyzikálno-mechanické vlastnosti motorovej nafty sú: vznietivosť, zápalná teplota, výhrevnosť, odolnosť proti nízkym teplotám, obsah kalov, minerálnych látok a síry. Ďalšie vlastností motorovej nafty:

- prieťah vznietenia – čas od vstreknutia čiastočky motorovej nafty do okamihu zapálenia tejto čiastočky. Tento čas závisí od konštrukčných a prevádzkových činiteľov, ale aj do chemického zloženia a destilačných vlastností použitého paliva. Parameter schopnosti paliva vznietiť sa, sa nazýva cetánové číslo. Výšku cetánového čísla určuje objemové percento cetánu.

- hustota motorovej nafty – pri  $20^{\circ}C$  býva hodnota od  $0,80kg.dm^{-3}$  po hodnotu  $0,88kg.dm^{-3}$ . Palivá s vyššou hustotou majú horšiu atomizáciu a vyššiu prieraznosť lúča vstreknutého paliva, vplyvom kinetickej energie, ale napriek tomu majú lepší výkon ako ľahšie palivá.

- viskozita motorovej nafty – pri  $20^{\circ}C$  sa pohybuje v rozsahu  $2,5$  až  $5,0 \cdot 10^{-6} m^2.s^{-1}$ . Malá viskozita spôsobuje horšie mazacie vlastnosti, preteká do skrine vstrekovacieho

---

čerpadla, kde sa zrieduje s olejom a opotrebováva pohybujúce sa dielce čerpadla. Napriek tomu sa palivo s nižšou viskozitou lepšie rozprašuje ale dolet kvapôčok je menší. Viskozita paliva veľmi závisí od teploty.

- výhrevnosť motorovej nafty – pohybuje sa v rozsahu 41,8 až 43,1 MJ.kg<sup>-1</sup>

- teplota vylučovania parafínov – parafín je prvý uhl'ovodík, ktorý sa s klesajúcou teplotou stáva tuhým. Keď parafín stuhne, zanáša palivové čističe a môže prerušiť dodávku paliva do motora (Podolák-Lend'ák, 2003. s. 24-30).

### 1.3.3 LPG ako palivo v spaľovacích motoroch

LPG (Liquified Petroleum Gas) je vlastne zmes uhl'ovodíkov propánu a butánu, ktoré boli skvapalnené. Skvapalniť sa dajú stlačením pod tlakom približne 1,5 MPa alebo ochladením, pretože pri bežnom tlaku a teplote je v plynnom stave. pri normálnych podmienkach sa dá skladovať v strednotlakových zásobníkoch. Výhodou skvapalnenia je, že plyn má v kvapalnom stave zlomok svojho pôvodného objemu.

LPG sa získava buď pri čistení zemného plynu, alebo pri rafinácii ropy. Pri destilovaní ropy vzniká niekoľko frakcií plynov. Medzi tieto plyny patria metán, etán, propán, bután a ľahký benzín. Svetová spotreba LPG bola v roku 1997 viac ako 177 miliónov ton, pričom najviac LPG sa spotrebuje v domácnostiach a v priemysle (Štěrba-Kryžický, 2002. s. 3-5).

Vlastnosti LPG paliva:

- Oktánové číslo: min. 89
- Obsah diénov (ako 1,3-butadien): 0,5 %.mol.
- Obsah síry po odorácií: 200 mg.kg<sup>-1</sup>
- Korozívne pôsobenie na meď: trieda 1 °korózie
- Absolútny tlak pri 40°C: max. 1,55 MPa
- Maximálna rýchlosť horenia: 0,45 m.s<sup>-1</sup> (Štěrba-Kryžický, 2002. s. 7-8)
- Teplota varu: -30 °C
- Hustota v plynnom stave: 2,060 kg.dm<sup>-3</sup>
- Zmiešavací pomer: 15,5
- Výhrevnosť paliva: 24,8 MJ.dm<sup>-3</sup> (Štěrba-Kryžický, 2002. s. 3).

---

Výhody používania LPG paliva pre pohon vozidiel:

- nižšie prevádzkové náklady z hľadiska paliva
- nižšie emisie CO<sub>2</sub>
- teoreticky vyššia životnosť olejovej náplne motoru
- pri nedostatočne zohriatom motore lepšie plnenie valcov ako pri benzínovom palive
- možnosť prevádzkovať motor na benzín aj na plyn, čím sa zväčšuje akčný rádius

Nevýhody používania LPG paliva pre pohon vozidiel:

- u nových vozidiel, ktoré musia plniť najnovšie emisné predpisy sú vyššie výdaje na prestavbu vozidla
- mierne komplikovanejšie tankovanie vozidla
- nižší výkon motora, resp. odlišná výkonová charakteristika
- vyššie nároky na bezchybnú funkciu zapaľovacej sústavy
- zvýšené opotrebenie niektorých častí motoru, pokiaľ nie je motor na tento typ prevádzky konštruovaný
- zníženie užitočného zaťaženia vozidla
- charakteristický zápach vozidla

## **1.4 Emisie dopravných prostriedkov**

Emisie dopravných prostriedkov sú sprievodné produkty bežnej prevádzky dopravných prostriedkov. Väčšinou majú nepriaznivý účinok na životné prostredie a človeka. Medzi hlavné zdroje emisií patria dopravné prostriedky poháňané spaľovacími motormi a medzi nimi tie, ktoré spaľujú uhl'ovodíkové palivá.

Emisie sú často stotožňované len s výfukovými plynmi, tie však tvoria iba ich časť. Emisie možno rozdeliť na:

- plynné
  - o výfukové plyny - ich zloženie závisí od typu motora, prevádzkových podmienok a použitého paliva

- 
- pary paliva - uvoľňujú sa pri tankovaní, alebo z palivového systému vozidla hlavne vplyvom kolísania okolitých a prevádzkových teplôt
  - pevné - prítomné u motorov spaľujúcich ťažšie palivá vo forme sadzí a pevných častíc
  - hluk - spôsobovaného činnosťou motora, ale aj odvaľovaním pneumatík, aerodynamickým hlukom karosérie pri vysokých rýchlostiach prípadne aerodynamickým treskom pri nadzvukových lietadlách.
  - elektromagnetické žiarenie - pri výkonných elektrických vozidlách, alebo niektorých zapaľovacích systémoch.

Biologické pôsobenie emisií sa hodnotí z pohľadu:

- toxicity - produkované emisie vyvolávajú otravy,
- genetiky - pozornosť je venovaná látkam s karcinogénnymi a mutagénnymi účinkami,
- ekológie - sledujú sa biotické a abiotické faktory.

Z hľadiska rozsahu pôsobenia je možné rozlišovať:

- globálne emisie - ktorých účinok presahuje okolie svojho zdroja
- lokálne emisie - ktoré pôsobia len v okolí svojho zdroja, t.j. tam kde sa nachádzajú ich najväčšie koncentrácie.

Z ekologického hľadiska predstavujú veľké nebezpečenstvo nespálené resp. odparené uhlíkovodíky a oxidy dusíka. Tieto zložky sa spolu s geomorfologickými a klimatickými faktormi a za pôsobenia slnečného žiarenia zúčastňujú na tvorbe fotochemického smogu a porušujú ozónovú vrstvu.

Z globálneho hľadiska sú podstatné emisie oxidu uhličitého, ktorý spôsobuje skleníkový efekt a vplýva na globálne otepľovanie.

Výfukové emisie motorových vozidiel:

To, aké zložky emisií obsahujú výfukové plyny, závisí od druhu použitého paliva. V prípade najčastejšie používaných pohonov, zážihových benzínových motorov a vznetrových naftových motorov sú prirodzeným produktom dokonalého spaľovania uhlíkovodíkového paliva: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

Okrem nich vznikajú škodlivé zlúčeniny:

NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, CO, CH<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, pevné častice, aldehydy

---

## Emisie hluku motorových vozidiel

Medzi zdroje hluku patrí:

- spaľovací motor
- odvaľovanie kolies po vozovke
- prúdenie vzduchu okolo vozidla
- prúdenie vzduchu cez chladiaci a ventilačný systém vozidla.

Hluk spaľovacieho motora je z veľkej časti tvorený hlukom spaľovania. Tento hluk závisí od úrovne tlakov vo valci a pri vznetrových motoroch aj od množstvom paliva dodávaného vo fáze prietahu vznietenia. (sk.wikipedia.org)

---

## 2 Cieľ práce

Cieľom práce je objektívne posúdenie a zhodnotenie ekonomických a emisných aspektov prevádzky automobilu na LPG pohon. Posudok sa týka ekonomických aspektov LPG pohonu, kam sú zahrnuté potrebné prostriedky na prevádzku LPG, prestavbu automobilu z benzínového pohonu na pohon LPG a údržbu automobilu. Ďalším cieľom je zistenie vplyvu LPG pohonu na životné prostredie. Medzi vplyvy na životné prostredie patria predovšetkým emisie, ktoré sú do ovzdušia vypúšťané a pokúsime sa spraviť porovnanie na vybranom type vozidla v dvoch prevedeniach pohonu a to pohonu na LPG a benzín.



---

## **3 Metodika práce**

3.1 Ekonomické aspekty LPG pohonu

3.2 Environmentálne aspekty LPG pohonu

3.3 Porovnanie prevádzky na vybranom type vozidla

3.4 Porovnanie emisných parametrov na vybranom type vozidla

---

## 4 Výsledky práce

### 4.1 Ekonomické aspekty LPG pohonu

Ekonomické aspekty LPG pohonu predstavujú všetky náklady ktoré sa spájajú s prestavbou, údržbou a prevádzkou automobilu jazdiaceho na LPG palivo. Z ekonomického hľadiska je dôležitá aj dostupnosť k čerpacím staniciam.

Ceny LPG sa na Slovensku sa líšia v závislosti od kraja a značky čerpacej stanici. Údaje o stave cien na Slovensku ku dňu 13.4.2010 vo vybraných krajoch a čerpacích staniach sú uvedené v tabuľke č.1 ([www.natankuj.sme.sk](http://www.natankuj.sme.sk))

Tab. 1 Ceny LPG paliva na Slovensku

[€/liter]	BA-kraj	ZA-kraj	NR-kraj	BB-kraj	KE-kraj	Ø cena
Slovnaft	0,51-0,55	0,51-0,55	0,52-0,55	0,52-0,55	0,51-0,55	0,532
OMV	0,49-0,54	0,51-0,54	0,53-0,54	0,54	0,47-0,52	0,520
FLAGA	0,49	0,5	0,47-0,51	0,47-0,49	0,47-0,49	0,486
Jurki	0,43	-	0,43	0,43	0,43	0,430
Priemerná cena	0,502	0,522	0,507	0,500	0,491	0,504

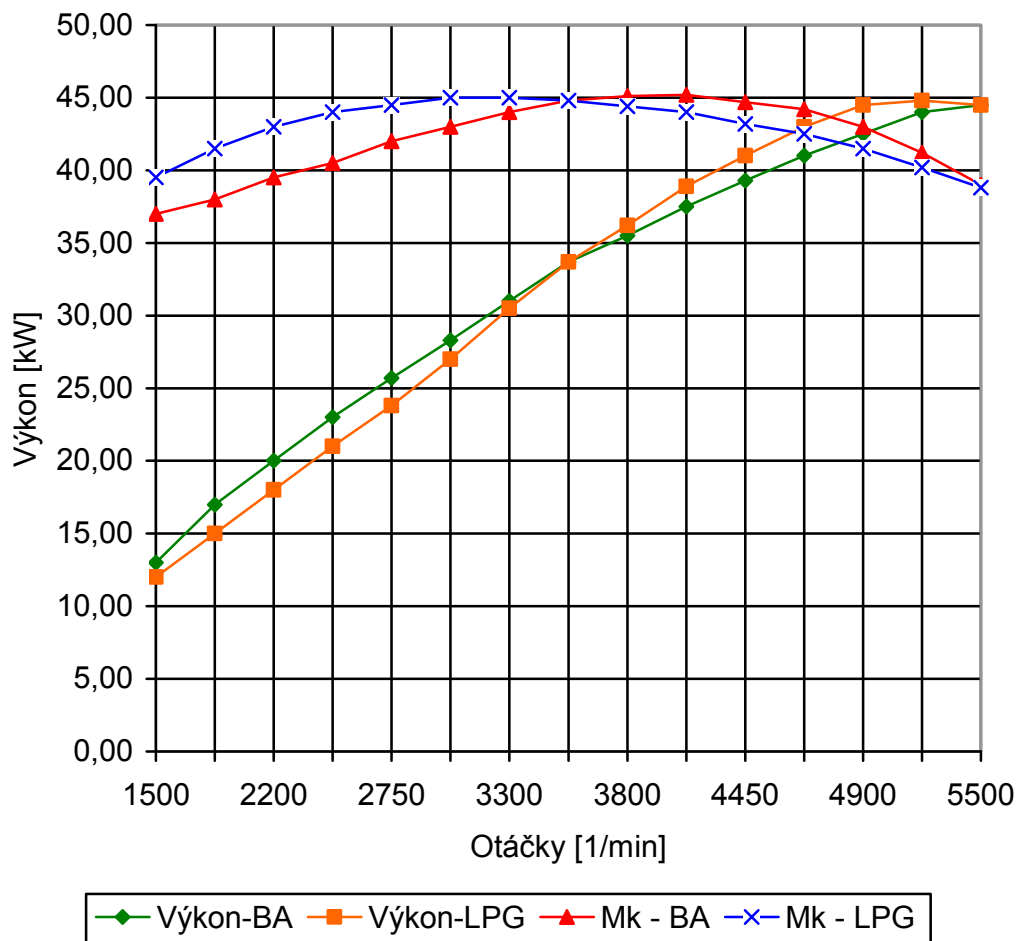
V tabuľky č.1 môžeme vidieť, aký je rozdiel v cenách v závislosti od kraja a značky čerpacej stanice. Z tejto tabuľky vyplýva, že najlacnejšie je LPG palivo na čerpacej stanici značky Jurki a to vo všetkých vybratých krajoch, okrem Žilinského kraja, kde sa čerpacia stanica nenachádza, a na všetkých čerpacích staniach tejto značky. V rámci krajov je najnižšia priemerná cena vo vybraných čerpacích staniach v Košickom kraji, kde priemerná cena je 0,491 €/liter.

Na Slovensku sa momentálne (2010) nachádza viac ako 350 čerpacích staníc, kde je možnosť čerpať LPG palivo, dostupnosť by teda mala byť v rámci Slovenska dostačujúca. V okolitých štátoch je taktiež vybudovaná pomerne hustá sieť čerpacích staníc a nových staníc pribúda ([www.natankuj.sme.sk](http://www.natankuj.sme.sk)).

Cena LPG sa mení podľa cien ropy na svetových trhoch. Je to logické, pretože LPG sa vyrába z ropy. Tak isto aj spotreba LPG sa v porovnaní s benzínovou

prevádzkou mierne zvyšuje, či už z fyzikálnej podstaty, tak aj vplyvom menej dokonalej regulácie zmesi paliva so vzduchom ako je tomu pri benzíne. Vzhľadom k nižším predajným cenám rafinérií a taktiež z dôvodu odlišnej daňovej sadzby ako pri benzíne, je výsledná cena LPG nižšia ako cena benzínu, čím prichádza k zníženiu prevádzkových nákladov vozidla.

Z grafu v knižnej publikácii (Jak na LPG) od autorov Pavla Šterby a Ondřeja Kryžického sa dozvedáme o zmene výkonových parametrov vozidla Škoda Felícia s 50 kW motorom a s tým súvisiacu zmenu spotreby paliva.



Obr. 1 Výkonové porovnanie vozidla Škoda Felícia 50 kW pri prevádzke na benzín a LPG

(zdroj: Šterba-Kryžický, 2002. s. 11)

Z grafu vidíme, že výkonové krivky pre BA a LPG sú takmer rovnaké, rozdiel medzi nimi môžeme považovať do istej miery za chybu v meraní. Môžeme si tiež všimnúť posun maximálneho krútiaceho momentu k nižším otáčkam (Šterba-Kryžický, 2002. s. 10-13).

---

Na zistenie výhodnosti investovania do prestavby automobilu a používania LPG ako paliva sme spravili nasledujúcu analýzu dvoch typov automobilov. Porovnanie spotreby paliva pre pohony BA a LPG. Informácie o cene BA sú platné ku dňu 14.4.2010 a cena LPG je priemer z cien z Tab. 1. ([www.natankuj.sme.sk](http://www.natankuj.sme.sk)).

#### **Škoda Felícia 50kW**

Spotreba automobilu pri BA palive:	7,3 l/100 km
Spotreba rovnakého automobilu pri LPG palive:	10,7 l/100km
Cena BA (natural 95):	1,210 €/l
Cena LPG:	0,504 €/l

Náklady na 100 km zistíme pri vzájomnom vynásobení spotreby paliva a ceny za konkrétne palivo.

Pre palivo BA sú potom náklady:	8,833 €/100 km
Pre palivo LPG sú potom náklady:	5,393 €/100 km
Pri jazde na LPG palivo ušetríme:	3,44 €/ 100 km
Náklady v % vzhľadom k BA:	61%

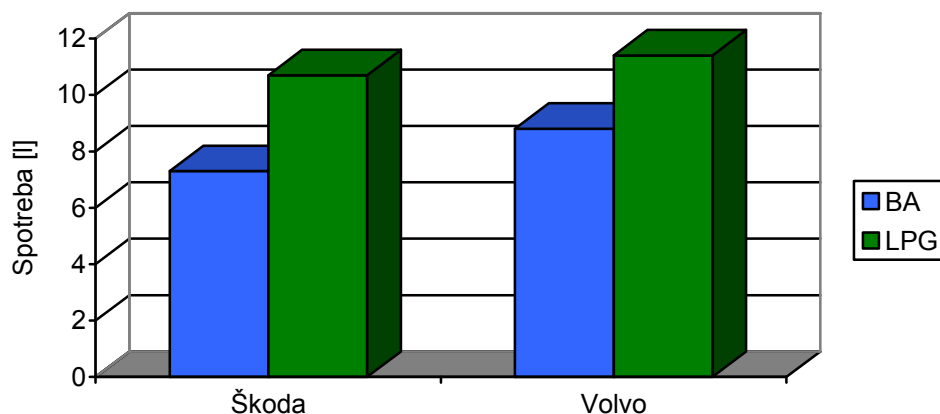
#### **Volvo S60 2.4 Bi-Fuel**

Spotreba automobilu pri BA palive:	8,8 l/100 km
Spotreba rovnakého automobilu pri LPG palive:	11,4 l/100km
Cena BA (natural 95):	1,210 €/l
Cena LPG:	0,504 €/l

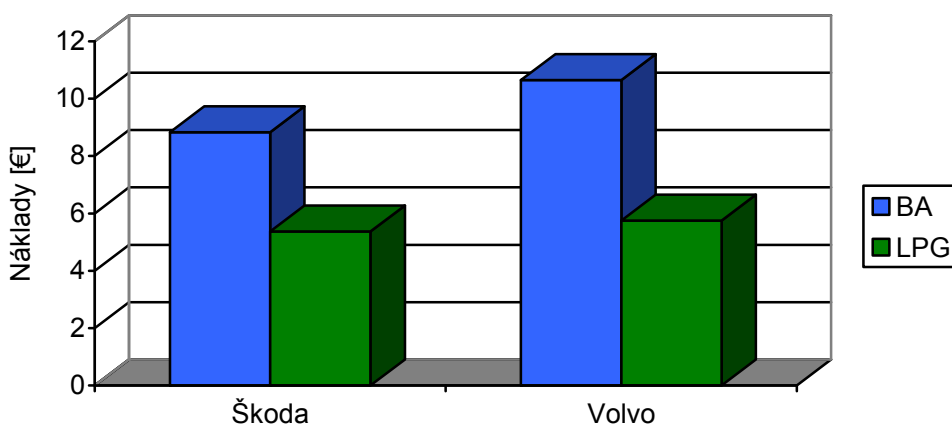
Náklady na 100 km zistíme pri vzájomnom vynásobení spotreby paliva a ceny za konkrétne palivo.

Pre palivo BA sú potom náklady:	10,648 €/100 km
Pre palivo LPG sú potom náklady:	5,746 €/100 km
Pri jazde na LPG palivo ušetríme:	4,902 €/ 100 km
Náklady v % vzhľadom k BA:	54%

Porovnanie spotreby paliva a nákladov na 100 km prevádzky BA a LPG na automobiloch Škoda a Volvo na obr. č.3 a č.4



Obr. 3 Spotreba BA a LPG na 100km



Obr. 4 Náklady na prevádzku BA a LPG na 100km

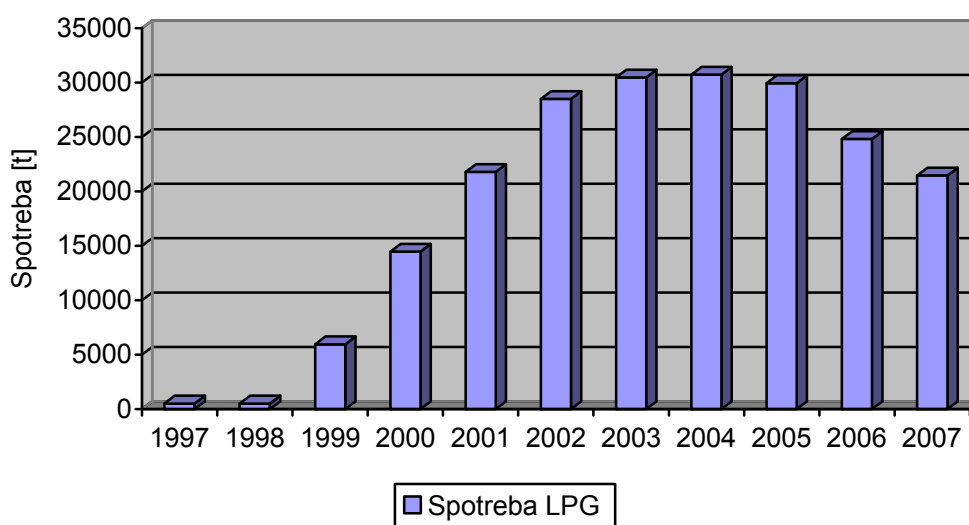
Pri automobile značky Škoda sme zistili, že pri používaní LPG ako paliva ušetríme 39% nákladov na prevádzku ako pri používaní BA. Pri automobile značky Volvo sme ušetríme až 46% nákladov na prevádzku, z čoho vyplýva, že ušetrené náklady sa pohybujú v rozmedzí cca 30-50 %.

Vstupné náklady, ktoré predstavuje prestavba automobilu z BA na LPG, sa pri automobile Škoda Felícia 1,3 50kW pohybuje pri cenách od 630 € do 950 € s 19% DPH a cena závisí od tvaru nádrže, jej umiestnenia a zložitosti montáže ([www.brc.sk](http://www.brc.sk)).

Ak zoberieme do úvahy, že pri automobile Škoda Felícia 1,3 50kW ušetríme počas prevádzky na LPG 3,44 € na 100 km, tak návratnosť pri cene prestavby 950 € je po najazdení aspoň 27620 km a pri cene prestavby 630 € je po najazdení 18320 km.

## 4.2 Environmentálne aspekty LPG pohonu

Podľa internetovej stránky [www.enviroportal.sk](http://www.enviroportal.sk), spotreba alternatívneho paliva LPG narástla v SR počas sledovaného obdobia 10 rokov niekoľkonásobne, obr. 3. Najvyššia spotreba bola v roku 2004 - 30 735 t za rok, po tomto roku spotreba začala klesať a v roku 2007 sa dostala na úroveň roku 2001. Základnou stratégiou presadzujúcou používanie obnoviteľných a nekonvenčných palív v dopravnej prevádzke je stratégia trvalo udržateľného rozvoja dopravy, ktorej jedným z hlavných atribútov je zníženie závislosti na ropе využívaním alternatívnych druhov motorového paliva a zvyšovaním energetickej účinnosti jednotlivých druhov dopravy. Motorové palivá skvapalnený ropný plyn - skvapalnený propán-bután (LPG) zatiaľ predstavujú u nás z krátkodobého, či strednodobého hľadiska určitú alternatívu voči motorovým benzínom a motorovej naftě, ako lacnejšie a environmentálne priaznivejšie pohonné látky. Treba však zdôrazniť, že sú to fosílné palivá, ktorých výroba je úzko spojená s ťažbou a spracovaním ropy, teda majú pôvod v neobnoviteľných energetických zdrojoch.



Obr. 5 Vývoj v celkovej spotrebe LPG v doprave

(zdroj: [enviroportal.sk](http://enviroportal.sk))

V súčasnosti sa začína na trhu objavovať stále viac vozidiel (hlavne autobusov) jazdiacich na LPG. Vo všeobecnosti je možné povedať, že v porovnaní s naftou, používanie LPG vo verejnej doprave vedie k zníženiu úrovne hluku a emisií. Na druhej strane spotreba paliva je vyššia v dôsledku nižšej účinnosti motora. Vozidlá sú vzhľadom na potrebu väčšej palivovej nádrže tiež ťažšie ([environmental.sk](http://environmental.sk)).

---

### 4.3 Porovnanie prevádzky na vybranom type vozidla

Prevádzka vozidiel s pohonom na LPG sa v podstate veľmi neodlišuje od prevádzky pre pohon na BA. Medzi výhody prevádzky LPG pohonu patria v prvej rade nižšie prevádzkové náklady, vyšší dojazd vozidla, pretože pri prestavbe vozidla sa benzínová nádrž necháva vo vozidle a pridáva sa nádrž pre LPG, ktorá sa štandardne používa ako 45 l alebo 60 l. Takže celkový dojazd vozidla sa pri spotrebe 10 l na 100km zvýši o 450 až 600 km. Medzi nevýhody týkajúce sa prevádzky patria: dlhšie čerpanie paliva LPG ako čerpanie BA, typický zápach vozidla, z bezpečnostných dôvodov nesmú automobily s pohonom na LPG parkovať v podzemných garážach, pretože LPG je ťažší ako vzduch a preto sa neodparuje.

### 4.4 Porovnanie emisných parametrov na vybranom type vozidla

Emisná kontrola motorových vozidiel podľa ustanovenia § 2 b vyhlášky MDPT SR č. 265/1996 Z.z. o emisných kontrolách cestných motorových vozidiel v znení vyhlášky MDPT SR č. 307/1999 a vyhlášky MDPT SR č. 21/2002 Z.z., je lehota emisnej kontroly vozidla v premávke rovnaká, ako lehota kontroly technického stavu vozidla podľa ustanovenia §2 ods. 1 vyhlášky MDPT SR č. 327/1997 Z.z. o kontrolách technického stavu vozidiel, s výnimkou vozidla so zážihovým motorom bez zdokonaleného emisného systému, ktorého lehota kontroly je 12 mesiacov po jeho prvom prihlásení do evidencie a potom každých 12 mesiacov. (Illes, 2002)

Predpis dovolených hodnôt pre každý typ automobilu je rôzny. Predpis pre automobil značky Škoda Felícia 1.36 M je zapísaný v tab. 2 a tab. 3.

Informácie o vozidle:

Typ paliva: BA/LPG

Emisný systém: RKAT

Kategória: M1

Druh vozidla: Osobné vozidlo

Značka vozidla. Škoda

Typ motora: 1.3 M

Špecifikácia motora: 50/5500

Tab. 2 Predpis pre automobil Škoda Felícia 1.3 MPi - voľnobežné otáčky

Parameter [jednotka]	Min	Max
Teplota motora [°C]	80	-
Voľnobežné otáčky - benzín [ $\text{min}^{-1}$ ]	715,0	865,0
Obsah CO - benzín [%]	-	0,5
Obsah HC - benzín [ppm]	-	100,0
Voľnobežné otáčky - plyn [ $\text{min}^{-1}$ ]	715,0	865,0
Obsah HC - plyn [%]	-	0,5

Tab. 3 Predpis pre automobil Škoda Felícia 1.3 MPi - zvýšené otáčky

Parameter [jednotka]	Min	Max
Zvýšené otáčky - benzín [ $\text{min}^{-1}$ ]	2500,0	2800,0
Obsah CO - benzín [%]	-	0,3
Hodnota lambda [-]	0,97	1,03
Voľnobežné otáčky - plyn [ $\text{min}^{-1}$ ]	2500,0	2800,0
Obsah HC - plyn [%]	-	0,3

Na porovnanie emisných parametrov sme si vybrali 2 automobily Škoda Felícia 1.36 B, z toho jeden s vyhovujúcim výsledkom emisnej kontroly a druhý automobil s nevyhovujúcim výsledkom a 2 automobily Škoda Felícia 1.36 M s vyhovujúcim výsledkom emisnej kontroly. Údaje z emisnej kontroly sú uvedené v tab. 4 a údaje CO pre BA a LPG sú spracované do grafu v obr. č.6



Tab. 4 Predpis pre automobil Škoda Felícia 1.3 voľnobežné otáčky

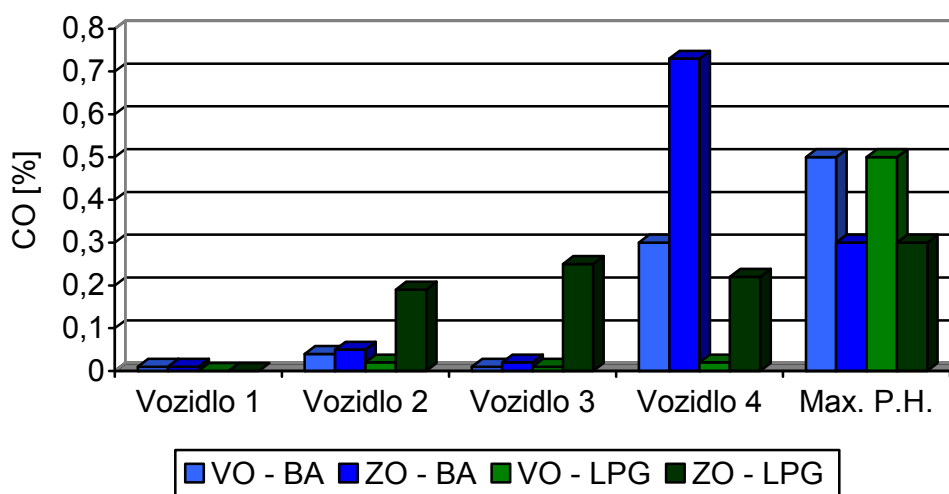
Parameter [jednotka]	Vozidlo 1	Vozidlo 2	Vozidlo 3	Vozidlo 4
Teplota motora [°C]	83	80	91	80
VO - benzín [ $\text{min}^{-1}$ ]	840,0	710,0	820	800
Obsah CO - benzín [%]	0,01	0,04	0,01	0,3
Obsah HC - benzín [ppm]	0,0	8,0	13,0	134,0
ZO - benzín [ $\text{min}^{-1}$ ]	2630,0	2710,0	2650	2700,0
Obsah CO - benzín [%]	0,01	0,05	0,02	0,73
Hodnota lambda [-]	0,999	0,997	1,006	1,05
VO - plyn [ $\text{min}^{-1}$ ]	830,0	720,0	820,0	800,0
Obsah CO - plyn [%]	0,0	0,02	0,01	0,2
ZO - plyn [ $\text{min}^{-1}$ ]	2780,0	2650	2650	2800,0
Obsah CO - plyn [%]	0,0	0,19	0,25	0,22

Vozidlo 1 – Škoda Felícia 1.3 M - vyhovuje

Vozidlo 2 – Škoda Felícia 1.3 B - vyhovuje

Vozidlo 3 – Škoda Felícia 1.3 M - vyhovuje

Vozidlo 4 – Škoda Felícia 1.3 B - nevyhovuje



Obr. 6 Porovnanie hodnôt CO pri pohone na LPG a BA

---

Z tabuľky a grafu môžeme vidieť, že obsah emisie CO pohonu na LPG pri voľnobežných otáčkach je do 0,02% a pri nevyhovujúcom vozidle 0,2%. Pri zvýšených otáčkach sa obsah CO pri spaľovaní LPG pohybuje do hodnoty 0,25%. Pri pohone na benzín sa hodnoty CO pri voľnobehu pohybujú pri hodnote do 0,04% a pri nevyhovujúcom vozidle je to hodnota 0,3%. Parametre paliva LPG pre CO sú pri voľnobežných otáčkach nižšie ako pri BA a pri ZO sú parametre CO o niečo vyššie ako pri BA palive, ale keď porovnáme hodnoty na nevyhovujúcom vozidle zistíme, že pri pohone na LPG je hodnota výrazne nižšia ako pri BA palive.

Z tabuliek z knihy Jak na LPG zistujeme, že pri porovnaní hodnôt ostaných emisií ako je NO<sub>x</sub>, HC a CO<sub>2</sub>, sú hodnoty HC a CO<sub>2</sub> nižšie pri palive LPG ako pri BA, ale hodnoty NO<sub>x</sub> sú vyššie pre LPG. (Štěrba-Kryžický, 2002. s. 12)

---

## 5 Návrh na využitie výsledkov

LPG pohon vozidla je podľa nami preštudovanej literatúry na Slovensku a v zahraničí z nášho pohľadu veľmi zaujímavý. Od júla roku 2009, keď vláda SR uzákonila 0 DPH na LPG palivo, sa tento pohon stal ekonomicky veľmi zaujímavý. Cena litra paliva sa v súčasnosti pohybuje priemerne na Slovensku na hodnote 0,504 €/l, čo je v porovnaní s predošlým obdobím, keď LPG palivo malo 19% daň o 30% lacnejší. Zároveň vláda SR zhruba pred 3 rokmi odsúhlasilo tzv. individuálnu prestavbu vozidla z BA na BA/LPG. Aj táto zmena mnohých vodičov donútila zaoberať sa myšlienkou prestavby z BA na kombinovaný pohon. V súčasnosti, je podľa vyššie uvedených faktov, možná prestavba ľubovoľného vozidla na pohon LPG. Vodiči, ktorí už majú skúsenosti s pohonom LPG a tak isto aj podľa našich environmentálnych výsledkov môžeme konštatovať, že vozidlá majú o veľa nižšie emisné zaťaženie, ako vozidlo na BA. Z výsledkov zo 4 rôznych vozidiel vyplýva, že na voľnobežných otáčkach vo všetkých prípadoch sme dosiahli nižšie emisné parametre, pri ukazovateli uhl'ovodíkov CO. Pri zvýšených otáčkach sledované vozidlá mali v dvoch prípadoch vyšší obsah CO, a to viac ako 3 násobne oproti BA vozidlu a 2 vozidlá vykazoval nižšiu produkciu CO. No však jedno vozidlo z týchto vozidiel nespĺňalo dovolený emisný parameter CO pri BA pri zvýšených otáčkach. Môžeme teda podľa teoretického pozorovania uvedených vozidiel konštatovať, že pokiaľ vozidlo má zvýšené parametre CO pri BA, má zvýšené parametre aj pri LPG, ale stále sú však v dovolených hodnotách. Takže podľa nášho subjektívneho názoru z meraní vyplynulo jednoznačne to, že pokiaľ má vozidlo katalyzátor v horšom stave, prípadne katalyzátor nemá, sú hodnoty CO o 70 % nižšie ako pri BA. Na záver môžeme konštatovať to, že u starších karburátorových motorov, je emisné zaťaženie pri LPG o 70 % nižšie ako pri BA. K tomuto konštatovaniu sme prišli za predpokladu, že vozidlo 4 má zlý katalyzátor, alebo už v horšom stave a teda svojimi parametrami sa dostáva k hodnotám bez katalyzátorového motora. Z ekonomického hľadiska nám vychádza, že náklady aj pri zvýšenej spotrebe LPG ako pri BA, sú približne o štvrtinu nižšie pri sledovanom vozidle škoda a volvo. Na záver uvedieme subjektívne nevýhody prestavby na LPG, a to, že vozidlá sú charakteristické zápachom s používaním tohto skvapalneného paliva LPG. Táto nevýhoda však u motorov so vstrekaním sa znížila na minimálnu hodnotu, ale tento nepríjemný zápach tak či tak cítiť pri čerpaní paliva. Na samotný záver nám už ostáva len konštatovať, že v oboch

---

sledovaných či environmentálnych, či ekonomických aspektoch je rozhodne pohon LPG lacnejší a čistejší.

---

## 6 Záver

Cieľom práce bolo objektívne posúdenie a zhodnotenie ekonomických a emisných aspektov prevádzky automobilu na LPG pohon. V podkapitole ekonomických aspektov LPG pohonu sme prišli k záveru, že aj napriek vyššej spotrebe pri pohone na LPG a potrebe vstupných nákladov na prestavbu automobilu, je prevádzka automobilu s LPG pohonom lacnejšia, vďaka nízkej cene LPG paliva. Pohon na LPG má priaznivejší vplyv na životné prostredie, z hľadiska hlučnosti a emisií, ako pohon na naftu alebo benzín. Preto sa už v dnešnej dobe používajú autobusy s pohonom na LPG. Z prevádzkového hľadiska má pohon na LPG určité výhody ako napr. väčší dojazd a menšia prevádzková cena, ale nevýhodou je zápach a určité obmedzenia, ktoré sú uvedené v prvej kapitole bakalárskej práce. Z emisného hľadiska je LPG pohon čistejší ako BA pohon, pretože väčšina emisných hodnôt je aj napriek väčšej spotrebe menšia. Ak pri celkovom zhodnotení zoberieme do úvahy všetky výhody a nevýhody LPG pohonu a tiež aj výsledky meraní, môžeme skonštatovať, že pohon na LPG je lacnejší a z environmentálneho hľadiska vhodnejším typom pohonu pre automobily.

---

## 7 Zoznam použitej literatúry

1. ELEKTROMOTOR. Wikipédia. [online] . [cit. 2010-04-10]. Dostupné na internete:  
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Elektromotor>.
2. EMISIE DOPRAVNÝCH PROSTRIEDKOV. Wikipédia. [online] . [cit. 2010-04-15]. Dostupné na internete:  
[http://sk.wikipedia.org/wiki/Emisie\\_dopravn%C3%BDch\\_prostriedkov](http://sk.wikipedia.org/wiki/Emisie_dopravn%C3%BDch_prostriedkov).
3. ILLES, Antim. 2002. Auto na plynový pohon LPG - I - základná schéma zariadenia. 2002. [online] . [cit. 2010-04-11]. Dostupné na internete:  
<http://www.auto.sk/spravy/?clanok=1027>.
4. ILLES, Antim. 2002. Novela vyhlášky o emisných kontrolách. [online] . [cit. 2010-04-16]. Dostupné na internete: <http://www.auto.sk/spravy/?clanok=394>.
5. PODOLÁK, Anton – LENĎÁK, Peter. 2003. Motorové vozidlá 1. 2. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2003. 180 s. ISBN 80-8069-212-2
6. PST – PROFESSIONAL SERVISING TECHNOLOGY S.R.O. [online] . [cit. 2010-04-15]. Dostupné na internete:  
<http://www.brc.sk/cennik.htm>.
7. SPAĽOVACIE MOTORY. [online] . [cit. 2010-04-11]. Dostupné na internete:  
<http://www.klasici.sk/old/skola/ss/mov/MOV2.htm>.
8. SPAĽOVACÍ MOTOR. Wikipédia. [online] . [cit. 2010-04-15]. Dostupné na internete:  
[http://sk.wikipedia.org/wiki/Spa%C4%BEovac%C3%AD\\_motor#Rozdelenie](http://sk.wikipedia.org/wiki/Spa%C4%BEovac%C3%AD_motor#Rozdelenie).
9. ŠTĚRBA, Pavel – KRYŽICKÝ, Ondřej. 2002. Jak na LPG?. Praha : Computer Press, 2002. 112 s. ISBN 80-7226-734-5
10. TKÁČ, Z. – GADUŠ, J. – JABLONICKÝ, J. – ABRAHÁM, R. – BOHÁT, M. 2008. Alternatívne palivá pre motory. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2008. 100 s. ISBN 978-80-552-0095-8
11. VYHLADÁVANIE. [online] . [cit. 2010-04-12]. Dostupné na internete:

---

<http://natankuj.sme.sk/?go=vyhladavanie&stanica=153>.

12. VYHLADÁVANIE. [online] . [cit. 2010-04-12]. Dostupné na internete:

[http://natankuj.sme.sk/?go=vyhladavanie&typ=phm&phm=5&sluzba=0&kraj=4  
&okres=0&znacka=0](http://natankuj.sme.sk/?go=vyhladavanie&typ=phm&phm=5&sluzba=0&kraj=4&okres=0&znacka=0).

13. KOREŇOVÁ, Ľubica. Využívanie ekologických palív v doprave. 2008. [online]. [cit. 2010-04-16]. Dostupné na internete: [http://enviroportal.sk/indikatory/detail.php?kategoria=99&id\\_indikator=902#1](http://enviroportal.sk/indikatory/detail.php?kategoria=99&id_indikator=902#1).