

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2016

ERIK BEER

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav techniky a automobilové dopravy



Výroba a vlastnosti paliv pro zážehové motory
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Vojtěch Kumbár, Ph.D.

Vypracoval:
Erik Beer

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji,

že jsem práci:.....

.....vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat **Ing. Vojtěchu Kumbárovi Ph.D.** a **doc. Ing. Pavlu Sedlákovi CSc.** za cenné rady, věcné připomínky a návrhy během zpracování této bakalářské práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zpracována na téma "Výroba a vlastnosti paliv pro zážehové motory". Práce zahrnuje čtyři základní body a to vlastnosti, výrobu, uskladnění a dopravu daného druhu paliva. Další bod je věnován legislativním požadavkům na daná paliva. Na úvod je shrnuta historie zážehových motorů a také historie paliv pro zážehové motory a stručný přehled dnes používaných paliv pro tyto motory. První část práce je věnována kapitole o motorovém benzínu. Další kapitola popisuje kapalný ropný plyn, třetí část stlačený a zkapalněný zemní plyn. Dále pak následuje ethanol a jeho použití jako palivo E85. Poslední kapitola je věnována méně používaným palivům v automobilové dopravě. Závěr je věnován zhodnocení a vývoji paliv na automobilovém trhu.

Klíčová slova: Výroba paliv, Vlastnosti paliv, Skladování, Přeprava, Legislativní požadavky

ABSTRACT

Bachelor thesis is entitled "Production and properties of fuels for petrol engines". Work includes at four key points and it characteristics ,production, storage and transportation of the fuel type. Another section deals with the legislative requirements for a given fuel. On the introduction summarizes the history of petrol engines and also the history of fuel for petrol engines and a brief summary of today fuels used for these engines. The first part is devoted to the chapter on motor gasoline. Another chapter describes a liquid petroleum gas, the third part of compressed and liquefied natural gas. Further follow the description of ethanol and its using as E85. The last chapter is devoted to lesser-used fuels in automotive transport. The conclusion is devoted to the evaluation and development of fuels in the automotive market.

Keywords: Fuel production, Fuel properties, Storage, Transport, Legislative Requirements

OBSAH

1 Úvod.....	9
2 Cíl práce.....	10
3 Historie zážehových motorů a paliv	11
3.1 Historie zážehových motorů	11
3.2 Historie paliv	11
4 Přehled paliv pro zážehové motory	13
5 Výroba a vlastnosti benzínu.....	14
5.1 Základní vlastnosti benzínu:	14
5.2 Výroba benzínu	16
5.3 Základní způsoby zvyšování oktanového čísla	18
5.4 Alternativní výroba benzínu.....	19
6 Doprava a skladování benzínu	22
6.1 Skladování benzínu	22
6.2 Přeprava benzínu.....	23
7 Legislativní požadavky na benzin.....	24
8 Výroba a vlastnosti LPG.....	28
8.1 Základní vlastnosti LPG.....	28
8.2 Výroba LPG	29
9 Doprava a skladování LPG	31
9.1 Skladování LPG	31
9.2 Přeprava LPG	32
10 Legislativní požadavky na LPG.....	34
11 Výroba a vlastnosti zemního plynu	35
11.1 Základní vlastnosti zemního plynu	35
11.2 Výroba zemního plynu.....	36

12	Doprava a skladování zemního plynu.....	38
12.1	Skladování zemního plynu.....	38
12.2	Přeprava zemního plynu.....	40
13	Legislativní požadavky na CNG.....	41
14	Výroba a vlastnosti ethanolu.....	42
14.1	Základní vlastnosti ethanolu	42
14.2	Výroba ethanolu	43
15	Doprava a skladování ethanolu.....	46
15.1	Skladování ethanolu	46
15.2	Přeprava ethanolu.....	46
16	Legislativní požadavky na ethanol a jeho směs.....	48
16.1	Ethanol	48
16.2	E85	48
17	Bioplyn a vodík v automobilové dopravě.....	50
17.1	Bioplyn.....	50
17.2	Vodík.....	50
18	Závěr	51
19	Literatura.....	54
20	Seznam obrázků.....	58

1 ÚVOD

Problematika paliv pro zážehové motory je v dnešní době velmi diskutované téma vzhledem k blížícímu se vyčerpání ropných zásob, stále se zvětšujícím emisním nárokům, a v neposlední řadě ekologickým dopadům spalování fosilních paliv na planetu.

Následkem těchto a jiných faktorů začalo lidstvo kromě klasických fosilních paliv hledat alternativu pohonu stále zavedených a téměř nepřekonaných spalovacích motorů, v podobě výroby a používání paliv z odpadu, vodíkových a elektronických pohonů a také hybridních pohonů.

Z hlediska využití v zážehových motorech jsou v dnešní době k pohonu, zejména automobilů, používána nejčastěji čtyři paliva, jmenovitě benzin, LPG (Liquefied Petroleum Gas - zkapalněný ropný plyn), CNG (Compressed Natural Gas - stlačený zemní plyn), E85 (směs 85% ethanol a 15% benzin) jimž bude v práci věnována největší pozornost.

V současnosti začínají pronikat na automobilový trh další paliva, zejména ve formě příměsí stávajících paliv, popřípadě slouží k pohonu nemobilních prostředků jako jsou stacionární motory bioplynových stanic.

Vzhledem a rozsahu technologických možností dneška existuje velké množství paliv ať už klasických zavedených nebo méně používaných experimentálních paliv, bude práce věnována zejména nejpoužívanější palivům automobilového průmyslu.

2 CÍL PRÁCE

Bakalářská práce je věnována problematice paliv pro zážehové motory, rozboru jejich výroby, vlastností, legislativním požadavkům a jejich přepravě a uskladnění.

Práce je věnována zejména nepoužívanějším palivům jako benzin, LPG, CNG, E85, menší část se zabývá méně používanými palivy jako je bioplyn v bioplynových stanicích a vodíkovému pohonu automobilů.

Cílem práce je poskytnout přehled o současných automobilových palivech, vzhledem k jejich využití v současných automobilových motorech a zároveň přednést legislativní požadavky na tyto paliva.

3 HISTORIE ZÁŽEHOVÝCH MOTORŮ A PALIV

3.1 Historie zážehových motorů

Za tvůrce výbušných motoru je považován Francouz belgického původu Jean Joseph Etienne Lenoir. Ten získal dne 10. 11. 1859 patent na motor poháněný svítíplynem, který sestrojil v roce 1860.

V roce 1864 založil vynálezce Nicolaus August Otto a inženýr E. Lang v Kolíně první továrnu na motory na světě, N.A.Otto & Cie. V továrně se začal rozvíjet koncept čtyřtakového motoru, na něhož Otto přišel.

Na pařížské světové výstavě roku 1867 byl tento motor poprvé představen veřejnosti, roku 1872 začala jeho sériová výroba.

Roku 1876 vyrobil Otto čtyřtakový motor se zvýšeným poměrem a roku 1877 si jej nechal patentovat. Tento typ motoru se stal základem pozdějších spalovacích motorů a dodnes je označován jako Ottův motor.

Dvoudobý plynový motor sestrojil roku 1879 Karl Benz. První patent na vozidlo obdržel Benz roku 1886.

Nevýhody Ottova motoru a to zejména malý výkon a vysokou hmotnost se snažil vylepšit Gottlieb Daimler zvýšením otáček motoru. Po úspěchu se zvýšením otáček Daimler roku 1885 zabudoval motor do první motorky dřevěné konstrukce.

Na území České republiky byl první vyrobený automobil Tatra Präsident a to roku 1897. (*Hromádka a kol., 2011*)

3.2 Historie paliv

Vývoj paliv probíhá již více než sto let. V posledních letech je při vývoji paliv kladen větší důraz na ekologické požadavky. V 19. století, zejména koncem tohoto století se používali automobily na svítíplyn a benzin. Začátkem 20. století je se začíná používat směs benzínu a lihu, například v Německu pod názvem Sprit. V období před první světovou válkou se objevují benzíny lepších kvalit pod názvy Super a Premium, jež

byly směsí aromatických uhlovodíků s benzinem, později přišly olovnaté sloučeniny, za účelem zvětšení oktanového čísla.

Za použití sloučenin olova bylo možné vyvinout vysokooktanové benziny, což umožnilo zvětšit kompresní poměr motorů a zvýšit tak jejich výkon a účinnost.

Od 70 let je vývoj kvality benzínu ovlivňován stále se zvětšujícími nároky na ekologii, proto byly vydávány legislativní programy, které formou právních předpisu upravovali složení benzínu.

Prvním krokem bylo snižování množství olova, poté přidávání kyslíkatých sloučenin. V roce 2000 bylo používání olovnatých benzinů úplně zakázáno.

LPG bylo poprvé v širší míře použito v 30 letech v Německu, kvůli tamnímu benzinovému deficitu, pokračující do poloviny 50 let. Od této doby se používání LPG měnilo dle podmínek každého státu, zejména dostupnosti čerpacích stanic, ceně plynu apod. (*Matějovský, 2005*)

Zemní plyn - methan byl poprvé použit v Ottově motoru a to roku 1872. O masivnější použití v první polovině 20. století se postaral nedostatek kapalných pohonných hmot za první i druhé světové války. Vzhledem k tomu, že mnohé státy měly dostatečná ložiska uhlí, nejsnazší byla náhrada benzínu svítiplynem.

Zemní plyn jako pohonná hmota se začal v České republice uplatňovat od roku 1981, kdy byla provedena první přestavba vozidla na zemní plyn. (*Z historie plynu v dopravě*)

Za první republiky se v Československu vyráběly a prodávaly lihobenzinové směsi. Ropnému benzínu konkurovala směs 50 % ethanolu, 30 % benzenu a 20 % benzínu, vyráběná pod obchodním názvem Dynakol, až do roku 1932. Od roku 1926 do roku 1936 bylo v Československu zavedeno ze zákona povinné přidávání 20% ethanolu. (*Vše o Ethanolu E85*)

Dnes lze použít bioethanol jako příměs benzínu v několika možných koncentracích, dle normy ČSN EN 228, lze přidat 10 % obj., pak lze tuto směs spalovat v běžných zážehových motorech. V podobě vysokoprocentní směsi E85 (85 % bioethanol a

15 % benzin) je možné používat ve speciálně upravovaných motorech. (*Hromádka a kol., 2011*)

4 PŘEHLED PALIV PRO ZÁŽEHOVÉ MOTORY

Vedle zavedených automobilových paliv existuje mnoho chemických látek, které jsou používány popřípadě mohou být používány jako paliva pro automobilové zážehové motory. Některé tyto látky jsou používány jako zdroje energie pro palivové články elektromobilů, jmenovitě vodík a methan.

Všechna tato paliva lze zařadit do těchto skupin: (*Matějovský, 2005*)

- automobilové benziny,
- petrolej,
- zkapalněné ropné plyny - LPG (propan-butanové směsi),
- zemní plyn - stlačený (CNG), zkapalněný (LNG),
- alkoholy - metanol, etanol (lív), vyšší alkoholy,
- vodík,
- exotická paliva - amoniak, nitrometan, dimethyléter, aceton - butanová směs,
- bioplyn.

Uhlovodíková paliva a další paliva obsahující uhlík pochází z fosilních zdrojů - ropa, zemní plyn, uhlí, popřípadě z biomasy různého druhu. Vodík je získáván z elektrolýzy nebo z termického rozkladu vody.

Alternativním druhům paliv rozumíme alternativním k benzinu a naftě z ropy, například alternativním palivem je i zemní plyn, LPG, methanol ze zemního plynu, a jiná specifická paliva biologického původu. (*Matějovský, 2005*)

5 VÝROBA A VLASTNOSTI BENZINU

5.1 Základní vlastnosti benzínu:

Přehled základních vlastností motorového benzínu: (*Matějovský, 2005*)

- Chemická formulace: $C_xH_{1,8x}$,
- Hustota: $720-775 \text{ kg/m}^3/15 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Výhřevnost: $42,0-43,5 \text{ MJ/kg}$,
- Teplota vznícení: $450 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Oktanové číslo vědeckou metodou: 91-100,
- Oktanové číslo motorovou metodou: 82-90.

Kromě dodržení parametrů základních vlastností jsou na automobilový benzin kladeny nároky zejména na: (*Hromádka a kol., 2011*)

- dobré antidetonační vlastnosti,
- dobrá odpařitelnost za nízkých teplot - zajištění startovatelnosti.
- nesmí obsahovat těžké frakční podíly (nad $210 \text{ }^\circ\text{C}$) - zabraňuje smývání olejových filmů ve válci a ředění oleje,
- malý obsah síry - zabraňuje korozi palivového systému, způsobuje pokles oktanového čísla a zhoršuje emise,
- nesmí obsahovat pryskyřice - zanáší trysky, usazují se v sacím potrubí,
- dlouhodobá stabilita - zajišťuje nízké ztráty při skladování.

Z výše uvedených požadavků se z hlediska motorářského a palivářského budeme věnovat Oktanovému číslu, jakožto hlavnímu kritériu benzínu. Vedlejšími vlastnostmi jsou karburační schopnost, odpařitelnost, dále pak tlak par dle Riedla a výparné teplo.

Oktanové číslo charakterizuje antidetonační vlastnosti benzínu, tzn. schopnost odolávat detonačnímu hoření.

Detonační hoření je charakterizováno místním vzplanutím části směsi, které má charakter detonace. Tlaková vlna vyvolaná detonačním hořením se šíří rychlostí zvuku spalovacím prostorem, při dopadu na dno a stěny válce vyvolá rázy v pístní skupině. Tento jev se nazývá "klepání motoru". V důsledku zvyšování hustoty spalin u stěny

spalovacího prostoru nastává zvýšení přestupu tepla, což má za následek přehřívání motoru a ztrátě výkonu. Dlouhodobý provoz při těchto podmínkách může vést k poškození motoru. (*Hromádka a kol., 2011*)

Oktanová čísla benzínu nestačí k naplnění požadavků dnešních zážehových motorů, proto je oktanové číslo zvětšováno přidáváním dalších látek tzv. **antide-tonátorů**, které mají oktanové číslo větší než 100. (*Jan, Ždánský, 2005*)

Dříve se jako antide-tonátory používali sloučeniny olova, zejména tetraethylolovo (TEO) a tetramethylolovo (TMO). Kvůli zákazu přidávání olova do benzínu se používají zejména tyto látky - tercamaylmethylether (TAME), methyltercbythylether (MTBE) a ethyltercbuthylether (ETBE). (*Hromádka a kol., 2011*)

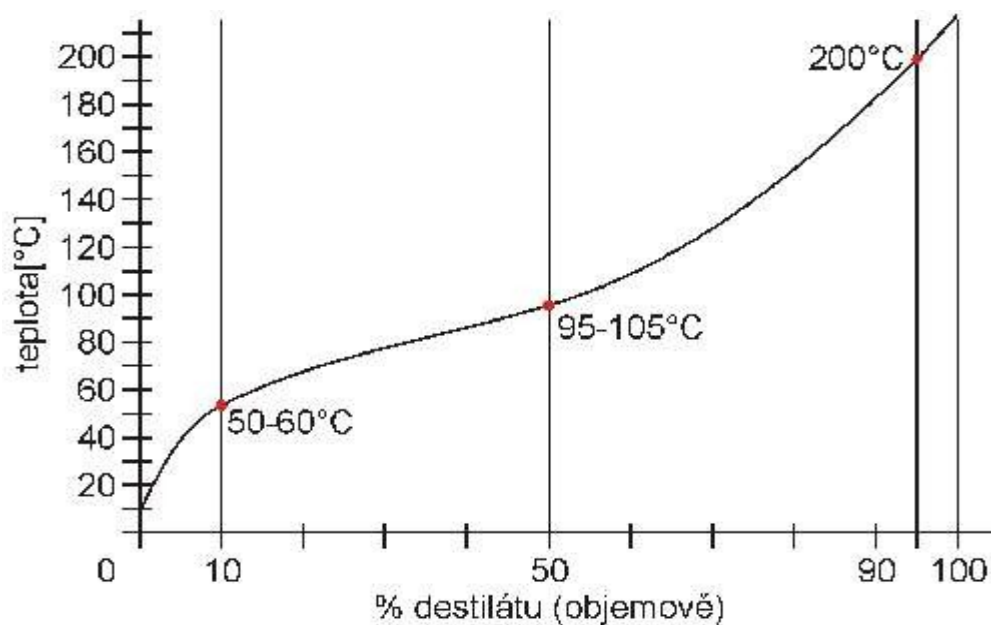
Karburační schopnost a odparnost benzínu jsou dalšími základními parametry benzínu. Vyjadřují schopnost vytvořit v karburátoru případně ve vstřikovacím zařízení směs par a jemně rozprášených kapiček.

Výše zmíněné parametry se posuzují z **destilační křivky, tlaku par dle Riedla a výparného tepla**. Destilační křivka je závislost předestilovaného množství benzínu na teplotě destilace vyjádřené graficky.

Z **destilační křivky** lze odvodit několik základních parametrů benzínu, jmenovitě: (*Jan, Ždánský, 2005*)

- **teplota začátku destilace** - teplota, při níž dojde k předestilování nejlehčích podílů, charakterizuje ztráty odparem při manipulaci s palivem (v ČR je tato teplota cca 30-35 °C),
- **10% bod** - teplota, při níž se předestilovalo 10 % objemu paliva, vyjadřuje spouštěcí schopnost benzínu, čím nižší je tato teplota, tím se snadněji odpaří lehké složky a tím snadněji nastartuje studený motor (teplota je v rozmezí 50-60 °C),
- **50% bod** - teplota, při níž se předestilovalo 50 % objemu paliva, vyjadřuje střed destilační křivky, ovlivňuje dobu zahřátí motoru od jeho spuštění na provozní teplotu,
- **95% bod** - teplota, při níž se předestilovalo 95% objemu paliva, vyjadřuje konec destilace, tedy podíl těžkých uhlovodíků v benzínu, tyto uhlovodíky

(s bodem varu nad 200 °C) se v motoru dokonale nespálí, kondenzují na stěny válce a dostávají se do motorového oleje a ředí ho.



Obr. 1 Destilační křivka

(zdroj: <http://www.czechbikers.cz>)

Tlak par dle Riedla je tlak benzinových par v uzavřené nádobě při 38 °C, čím je tento tlak větší, tím lze motor snáze spustit, zároveň jsou tímto způsobeny větší ztráty při uskladnění paliva. Tlak par se má pohybovat v rozmezí 25-75 kPa.

Výparné teplo vyjadřuje množství tepla potřebné k přeměně hmotnosti nebo objemové jednotky kapalného paliva do plynné podoby o stejné teplotě. (Jan, Ždánský, 2005)

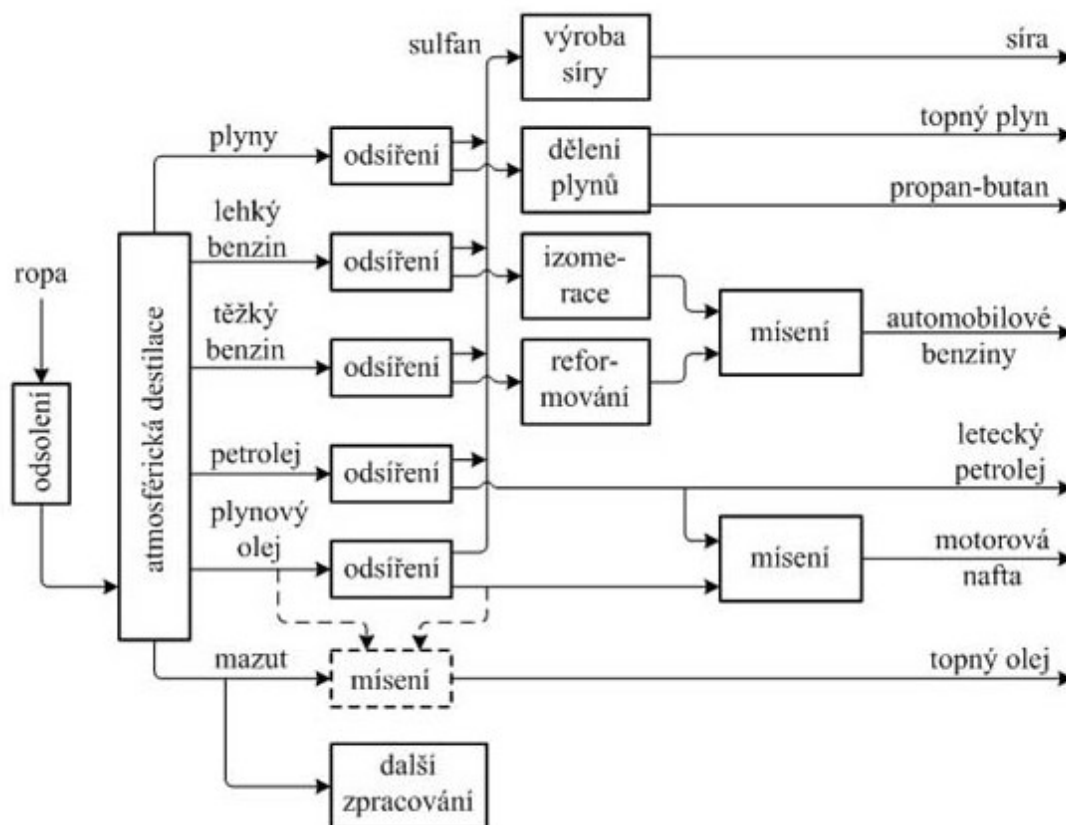
5.2 Výroba benzínu

Kapitola je věnována především výrobě benzínu z ropy jakožto nejběžnější metodě výroby tohoto paliva, následně je menší část věnována i alternativnímu získávání ropy, jakožto podkladu pro výrobu paliv pro zážehové motory.

Zpracování ropy začíná destilací, díky ní získáme užší frakce s požadovaným rozmezím varu. Šířka frakce musí být regulována, aby spadala do destilačního rozmezí

daného výrobku a zároveň aby vyhovovala požadavkům následného rafinačního procesu.

Dělení ropy se provádí ve dvou stupních na destilační koloně při atmosférickém tlaku a následně na koloně se sníženým tlakem - vakuu. Frakce motorových paliv jsou produkována v atmosférické destilaci, při vakuové destilaci jsou produkovány olejové frakce.



Obr. 2 Frakční atmosférická destilace

(zdroj: <http://oenergetice.cz>)

Lehký benzin má středně velké oktanové číslo, býval dříve používán k mísení automobilových benzinů, v dnešní době tento proces není výhodný a lehký benzin se podrobuje procesu **izomerace**.

Těžký benzin má velmi malé oktanové číslo, pro použití jakožto složky automobilového benzínu je nepoužitelný, proto se podrobuje procesu **reformování**.

Petrolej a plynový olej se používají jako základní složky motorové nafty, **mazut** je dále zpracováván ve vakuové části.

Kvůli vysokým nárokům na automobilová paliva, musí být všechny frakce paliv hluboce **odsířeny**. Frakce získané z ropy určené pro výrobu paliv kromě uhlovodíků obsahují ještě menší popřípadě větší množství sirných sloučenin, lehké frakce obsahují méně, těžší frakce více. Síra obsažená v palivových frakcích, jež je obsažena jako sirné sloučeniny se odstraňuje hydrorafinačními procesy, ty převedou sirnou sloučeninu na uhlovodík a sirovodík, který lze posléze snadno odstranit. (*Matějovský, 2005*)

5.3 Základní způsoby zvyšování oktanového čísla

Kvůli nízkému oktanovému číslu, které nevyhovuje dnešním požadavkům na benzin musí projít benziny po výrobě procesy, které mají za účel zvýšení oktanového čísla.

Reformování - proces, při kterém jsou přeměněny uhlovodíky s malým oktanovým číslem tj. n-alkany acyklany na vysokooktanové aromáty, tento proces se nazývá reformování a technologická jednotka se nazývá reforming. Produktem je tzv. reformát, který má oktanové číslo větší než 100, avšak záleží na podmínkách při procesu.

Katalytické krakování - proces, jehož podstavou je tepelné štěpení výševroucích ropných frakcí při teplotách nad 500 °C v přítomnosti katalyzátoru za vzniku převážně aromatických a nenasycených uhlovodíků, které bodem varu náleží do destilačních křivek benzinu a nafty. Produktem procesu je benzin s velkým oktanovým číslem, které je podél celé destilační křivky.

Izomerace - podstatou je katalytický proces, při kterém vznikají z nízkooktanových n-alkanů s pěti a šesti uhlíky rozvětvené izomery s velkým oktanovým číslem, díky tomuto lze vyrábět velmi kvalitní benzin, tato procedura musela být zavedena na všech rafinériích.

Alkylace - proces, jehož podstatou je syntéza vysokooktanových izo-alkanů (alkylátu), proces se používá při zvětšování oktanového čísla benzinu, který destiluje cca při 100 °C a tím i celého produktu, zejména v případě když nesmí benzin obsahovat velké procento aromátů. Alkylát je vyráběn reakcí alkanů a alkenů. Tato metoda je velmi drahá, méně zavedená. Metoda alkylace nahradila starší metodu polymerace. (*Matějovský, 2005*)

Polymerace - proces, při kterém se plynné uhlovodíky, které zůstaly po procesu krakování a reformace, pomocí katalyzátoru přeměňují na izoparafíny a aromáty odolné vůči detonačnímu hoření. Polymerace byla jedna z prvních metod zvyšování oktanového čísla. (Jan, Ždánský, 2005)

5.4 Alternativní výroba benzínu

Kapitola je věnována méně známým, přesto funkčním alternativním získáváním surovin pro výrobu benzínu, potažmo i jiných paliv, a to konkrétně **Termální depolymerizace** a **Fischer - Tropschova syntéza**.

Termální Depolymerizace - technologie byla vyvinuta za účelem ekologické likvidace odpadů které se jinak těžko zpracovávají. Na výstupu se získávají užitečné suroviny, které jsou dále obchodovatelné, popřípadě dále zpracovatelné.

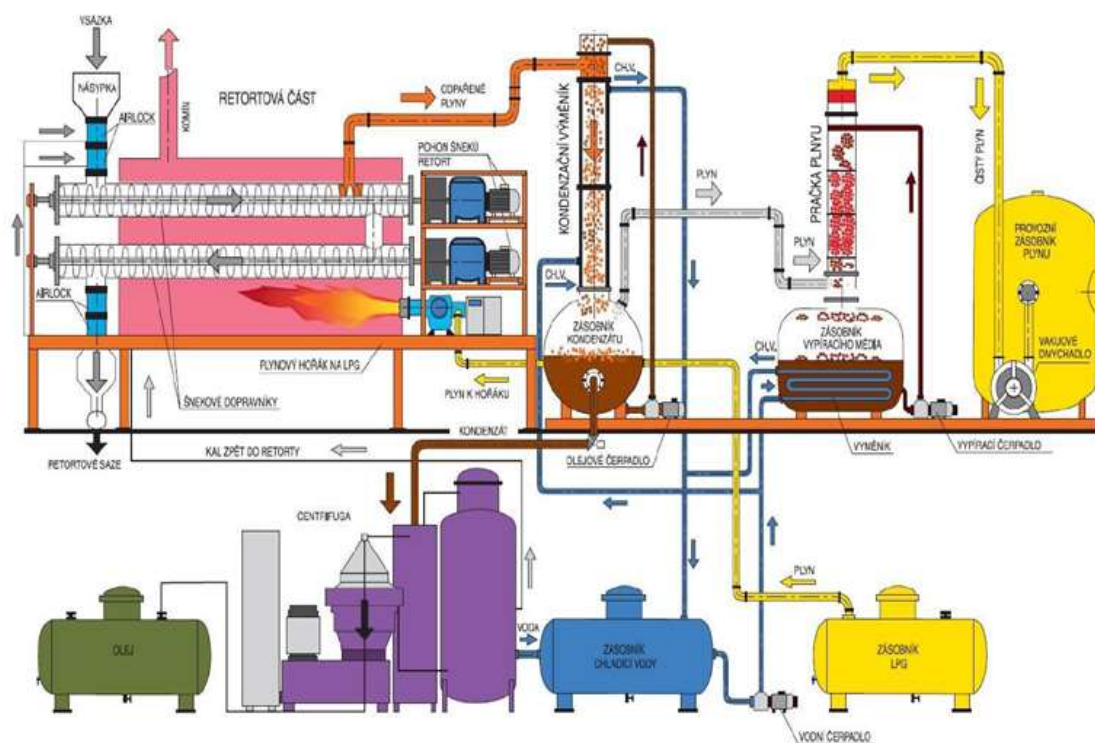
Technologie je schopna zpracovávat širokou škálu odpadu, příkladem dřevní odpad, plasty, pryže, kaučuk, ropné kaly, ale také nemocniční odpady.

Princip technologie :

- nepřímý ohřev materiálu na 500-800 °C bez přístupu vzduchu, při tlaku 10^{-3} až 10^{-4} Pa,
- za splnění těchto podmínek nastává odplynění organického materiálu,
- vzniklé páry kontinuálně odcházejí a jsou ochlazovány,
- zchlazením dojde k vzniku makromolekulárních struktur plynných a kapalných produktů a také pevného residua uhlíku,
- anorganické materiály se procesu neúčastní, odejdou beze změny z procesu a mohou být dále separovány,
- do linky nelze vložit materiál o vlhkosti nad 20 % a max. 5 % anorganických látek.

Finálním produktem bývá plyn, olej a uhlík, tyto materiály mohou být použity, popřípadě mohou být dále zpracovávány, např. plyn je využíván jako palivo pro hořáky při procesu. Olej bývá rafinován v rafinériích např. na lehký topný olej, popřípadě se surový olej používá jako palivo pro generátory. Uhlík z procesu připomíná uhlí, které

lze dále zpracovávat, např. jako otop pro domácnosti nebo jako polotovár pro výrobu paliv. (*Termální depolymerizace uhlíkatých látek*)

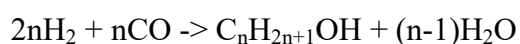
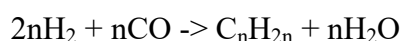
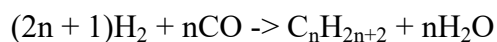


Obr. 3 Zplyňovací jednotka pro termální depolymerizaci

(zdroj: <http://www.tenergoteam.cz>)

Fischer-Tropschova syntéza - proces výroby organických látek na bázi syntézního plynu – směsi vodíku a oxidu uhelnatého, navržená v roce 1920 německými chemiky Fischerem a Tropschem. Je základem jedné z možností výroby kapalných paliv z alternativních zdrojů. Potřebný syntézní plyn může pocházet ze zpracování uhlí, zemního plynu, popřípadě z biomasy.

Produkty katalytické reakce jsou alkany, alkeny a alkoholy, vznikající podle následujících reakcí:



Podle konstrukce reaktoru, použitého katalyzátoru, složení suroviny a reakčních podmínek se mění složení reakčních produktů. Používají se katalyzátory na bázi kobaltu a nověji železa, v trubkových, fluidních nebo suspenzních reaktorech.

Pro výrobu motorových paliv mají produkty nevyhovující vlastnosti – u benzínových frakcí je to nízké oktanové číslo, u frakce odpovídající motorové naftě špatné nízkoteplotní vlastnosti. Proto musí být výsledný produkt podroben dalšímu zpracování, zpravidla izomeraci. (*Fischer-Tropschova syntéza*)

6 DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ BENZINU

6.1 Skladování benzínu

Jedním z největších dovozců a uskladňovatelů benzínu v České republice je společnost **Čepro a.s.** Jakožto jeden z nejdůležitějších hráčů na trhu je kapitola věnována zejména uskladnění, prováděné společností Čepro a.s.

Produktovodní systém společnosti Čepro a.s. spojuje potrubím sklady a střediska společnosti s rafineriemi Litvínov, Kralupy nad Vltavou a Bratislava. Systém slouží k zajištění přímého čerpání mezi jeho jednotlivými úseky. Výstavba prvních úseku se datuje k roku 1953 a současnosti měří přes 1100 km.

Potrubí je uloženo v hloubce 1,2 metru, v rizikových oblastech a v oblastech kde neumožňují podmínky jinak je potrubí vedeno na povrchu.

Dále společnost Čepro ochraňuje, dle závazků z Evropské unie, 90 denní zásobu paliv, průměrné spotřebovanou v České republice, celkem v 16 střediscích a skladech.

Společnost provozuje celkem 17 skladů. Sklady tvoří zejména nadzemní a podzemní zásobníky, manipulační nádrže, plnicí lávky automobilových cisteren a jiné, důležitou roli hraje laboratoř, která je v každém areálu skladu, která má za úkol kontrolu přijímaného a vydávaného zboží. Sklady se nacházejí blízko měst a obcí, z čehož plyne vysoká důležitost bezpečnostní připravenosti a odpovědnosti.

Přehled skladů: Třemošná, Hájek, Bělčice, Smyslov, Včelná, Hněvice, Mstetice, Hněvice, Litvínov, Cerekovice, Mové Město, Loukov, Sedlnice, Kloubouky, Střelice Šlapanov, Velká Bíteš, Potěhy. (*Produktovodní síť a sklady*)

Nejvýznamnějším z výše jmenovaných skladu je sklad **Loukov**, jehož čtyři objekty tvoří objem celkem 140 tisíc m³, jejichž cena se vyšplhala na 1,4 miliardy Kč. Každá nádrž má průměr 47,8 m a výšku hladiny 20,4 m, s tloušťkou dna 1,2 m.

Českou republikou v roce 2010 protéklo sítí Čepro a.s. 3080 milionů litrů ropných produktů. Čepro a.s. má celkem 650 nádrží, jejich kapacita tvoří 1 760 000 m³. (*V Loukově zahájí provoz největší nádrže na pohonné hmoty v České republice*)

6.2 Přeprava benzínu

Přpravou benzínu neboli zásobováním čerpacích stanic benzinem se specializuje například společnost **Petrotrans s.r.o.**

Společnost se zabývá automobilovou cisternovou dopravou pohonných hmot. Automobilovou flotilou společnost zásobuje jedny z největších řetězců v České republice příkladem Benzina, Shell, Makro a jiné. (*O nás*)

Společnost realizuje dopravu více než 70 cisternovými soupravami značek Scania Man, Renault a Iveco, které musí splňovat mezinárodní dohody ADR o přepravě nebezpečného zboží různých tříd, společně s návěsy tvoří přepravní kapacita 3 miliony litrů.

Všechna cisternová vozidla musí být vybavena měřením výdeje s teplotní kompenzací (tzn. přepočtem stočeného množství na referenční teplotu 15 °C). (*Vozový park*)

Přpravou benzínu se v České republice zabývá výše zmíněný Petrotrans s.r.o., dále pak Čepro a.s., dále menší společnosti s menším vozovým parkem například společnost ADW a jiné.

7 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA BENZIN

Legislativní požadavky na benzin určuje norma ČSN EN 228 s názvem "*Motorová paliva - Bezolovnaté automobilové benziny - Technické požadavky a metody zkoušení*".

Tato evropská norma určuje technické požadavky a metody zkoušení prodáváných a dodávaných automobilových benzinů. Norma specifikuje dva druhy bezolovnatých benzinů a to:

1. jeden druh s maximálním obsahem kyslíkatých látek 3,7 % (m/m) a maximálním obsahem ethanolu 10 % (V/V).

2. druhý druh určený pro starší automobily, které nejsou garantovány k použití bezolovnatých benzinů s vysokým obsahem biopaliva a to s max. 2,7 % (m/m) kyslíkatých látek a 5 % (V/V) ethanolu.

Označování: - pro automobilové benziny s vysokým obsahem kyslíkatých látek

- identifikaci bezolovnatého benziny v souladu s ČSN EN 228,
- specifikaci OČVM,
- uvedení, že benzin obsahuje vysoký obsah kyslíkatých látek např. dodatek "E10".

-pro automobilové benziny s nízkým obsahem kyslíkatých látek

- identifikaci bezolovnatého benzinu v souladu s ČSN EN 228,
- specifikaci OČVM,
- uvedení, že benzin obsahuje nízký obsah kyslíkatých látek .

Požadavky na složení - ethanol - bezolovnatý benzin může mít max. 10 % (V/V) ethanolu odpovídajícího normě EN 15 376. Dále mohou být použity denaturační činidla.

Barviva a značkovací látky - jsou povolené, pokud platí předpoklad, že nepůsobí vedlejší škodlivé účinky na vozidla a jejich palivovou soustavu.

Přísady - jsou povoleny, pod podmínkou že nepůsobí žádné vedlejší škody ani nemění jízdní vlastnosti a emise.

Fosfor - je zakázán z důvodu ochrany katalyzátorů automobilů.

Trikarbyony (methycyklopentadieny) manganu (MMT) - může být použit, je to přísada na bázi kovu, jejíž limit činí 2 mg/litr.

Citlivost k vodě - kvůli schopnosti některých automobilových benzinů absorbovat vodu, musí dodavatel zaručit, že při podmínkách vyskytujících se běžně v příslušné zemi, nenastane oddělení vody. Jestli existuje riziko že by se voda oddělila, musí být přidána do benzínu antikoroziční přísada.

Technické požadavky benzínu s max. 3,7 % kyslíkatých látek:

- OČVM (oktanové číslo výzkumnou metodou) - min. 95,
- OČMM (oktanové číslo motorovou metodou) - min. 85,
- obsah olova - max. 5 mg/l,
- hustota při 15 °C - 720-775 kg/m³,
- obsah síry - max 10 mg/kg,
- obsah manganu - 2 mg/l,
- oxidační stabilita - 360 minut,
- obsah pryskyřic - 5 mg/100ml,
- korozní působení na měď (3h při 50 °C) - třída 1,
- vzhled - čirý,
- uhlovodíkové složení - elfiny 18 % (V/V), aromáty 35 % (V/V),
- obsah benzenu - 1 % (V/V),
- obsah kyslíku - 3,7 % (m/m),
- obsah kyslíkatých látek - methanol - max. 3 % (V/V),
ethanol - max. 6 % (V/V),
iso - propylalkohol - max. 12 % (V/V),
iso - butylalkohol - max. 15 % (V/V),
terc - butylalkohol - max. 15 % (V/V),
ethery (5 nebo více C atomů) - max. 22 % (V/V),
jiné kyslíkaté látky - max. 15 % (V/V).

Technické požadavky benzínu s max. 2,7 % kyslíkatých látek:

- OČVM - min 95,

- OČMM - min 85,
- obsah olova- max. 5 mg/l,
- hustota při 15 °C - 720-775 kg/m³,
- obsah síry - max. 10 mg/kg,
- obsah manganu - 2 mg/l,
- oxidační stabilita - 360 minut,
- obsah pryskyřic - 5 mg/100ml,
- korozní působení na měď (3 h při 50 °C) - třída 1,
- vzhled - čirý,
- uhlovodíkové složení - elfiny 18 % (V/V), aromáty 35 % (V/V),
- obsah benzenu - 1 % (V/V),
- obsah kyslíku - 2,7 % (m/m),
- obsah kyslíkatých látek - methanol- max. 3 % (V/V),
ethanol - max. 5 % (V/V),
iso - propylalkohol - objem mísení omezen max. obsahem 2,7 % kyslíkatých látek,
iso - butylalkohol - objem mísení omezen max. obsahem 2,7 % kyslíkatých látek,
terc - butylalkohol - objem mísení omezen max. obsahem 2,7 % kyslíkatých látek,
ethery (5 nebo více C atomů) - objem mísení omezen max. obsahem 2,7 % kyslíkatých látek,
jiné kyslíkaté látky - objem mísení omezen max. obsahem 2,7 % kyslíkatých látek.

Požadavky na těkavost pro benzin s 3,7 % kyslíkatých látek:

- **tlak par**- 45-60 kPa letní směs, 70-100 kPa zimní směs,
- **odpařené množství při 70 °C** - letní 22-50 % (V/V), zimní 24-52 % (V/V),
- **odpařené množství při 100 °C** - letní, zimní směs - 46-72 % (V/V),
- **odpařené množství při 150 °C** - letní, zimní směs - min 75 % (V/V),

- **konec destilace** - letní, zimní směs - max. 210 °C,
- **destilační zbytek** - letní, zimní - max. 2 % (V/V).

Požadavky na těkavost pro benzin s 2,7 % kyslíkatých látek:

- **tlak par**- 45-60 kPa letní směs, 70-100 kPa zimní směs,
- **odpařené množství při 70 °C** - letní 20-48 % (V/V), zimní 22-50 % (V/V),
- **odpařené množství při 100 °C** - letní, zimní směs - 46-71 % (V/V),
- **odpařené množství při 150 °C** - letní, zimní směs - min 75 % (V/V),
- **konec destilace** - letní, zimní směs - max. 210 °C,
- **destilační zbytek** - letní, zimní - max. 2 % (V/V).

Požadavky na kvalitu benzínu prodávaných v České republice:

Super: OČVM - min 95,
 OCMM - min 85,
 pokud obsahuje 10 % (V/V) ethanol, respektive max. 3,7 % (m/m) kyslíkatých látek, přidává se v jeho názvu E10.

Super Plus: OČMM - min 98,

OČMM - min 88.

Normal: OČVM - min 91,

OČMM - min 82.

Speciál: pro motory s netvrzenými ventilovými sedly, musí obsahovat přísadu VSRPA (Valve Seat Recession Protection Additive) , proti nadměrnému opotřebení sedel ventilů.

speciál musí být obarven na sytě oranžovou barvu. (ČSN EN 228)

8 VÝROBA A VLASTNOSTI LPG

8.1 Základní vlastnosti LPG

Přehled základních vlastností LPG: (Matějovský, 2005)

- Chemická formulace: $C_xH_{2,6x}$,
- Hustota: $510-580 \text{ kg/m}^3/15 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Výhřevnost: $46,0 \text{ MJ/kg}$,
- Teplota vznícení: $460 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Oktanové číslo vědeckou metodou: cca 100,
- Oktanové číslo motorovou metodou: 91.

LPG - neboli **zkapalněný ropný plyn** tvoří směs zkapalněných uhlovodíků převážně se třemi až čtyřmi uhlovodíky. LPG je v kapalném stavu bezbarvá, snadno těkající látka specifického zápachu.

LPG je směs zkapalněných rafinérských plynů - uhlovodíků, obsahující převážně **Propan** a **Butan** a pak menší obsah vyšších uhlovodíků. Dále pak obsahují malé množství síry, **žádné olovo** a žádné benzenové uhlovodíky.

Propan a Butan jsou v plynném stavu těžší než vzduch, tzn. že při uniku klesá plyn k zemi, ve zkapalněné podobě se plyn při kontaktu se zemí začne vypařovat a dle povětrnostních podmínek rozptýlovat do ovzduší. Z tohoto faktu vyplývá omezení vjezdu vozidel na LPG do podzemních garáží, výjimku tvoří garáže upravené pro vjezd vozidel na LPG. LPG je nerozpustný ve vodě, z čehož vyplývá, že nemůže způsobovat znečištění povrchových či podzemních vod.

LPG je v dnešní době nejvíce rozšířeným plynem v dopravě, zejména díky převládajícím kladům provozu automobilu na plyn, příkladem: (Vlk, 2006)

- lepší emise,
- neředí mazací olej, tím pádem se méně zhoršuje mazací schopnost oleje v čase,
- nevytváří se karbonové usazeniny - zvětšení životnosti motoru,
- tišší chod motoru, snížení nákladu na ujetý kilometr,

- možnost volby chodu na benzin či LPG.

Mezi základní nevýhody patří: (Vlk, 2006)

- nižší výkon motoru, cca 5 %,
- vyšší pořizovací náklady na vůz, popřípadě na přestavbu vozu a jeho následný provoz,
- prostorová náročnost systému, zejména řešení umístění nádrže,
- omezené možnosti parkování,
- při vypuštění do prostoru nastává vypaření při $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ tzn. nebezpečí omrzlin,
- zvýšení rizika při autonehodě,
- nutnost označení vozidla nápisem LPG,
- bez absolvování příslušného kurzu, není možné tankovat sám, tankování musí provést obsluha čerpací stanice. (*Pravdy a mýty o LPG*)

Při použití LPG v motorech konstruovaných na olovnatý benzin, je vhodné aplikování aditiv nahrazujících olovo v benzínu, příkladem může být známé aditivum **FVSF (Flashlube Valve Saver Fluid** - tekutina k ochraně sedel ventilů), jehož účelem je ochrana ventilů před nadměrným opotřebením (*Flashlube Valve Saver Fluid v motorech s pohonem na plyn*)

8.2 Výroba LPG

Uhlovodíkové plyny, které jsou složkami LPG, mohou pocházet z více zdrojů. Mohou to být snadno kondenzující podíly ze zemního plynu, dále to mohou být nejtěžší podíly z ropy a těkavé frakce různých rafinérských technologií, jako je například hydrokrakovací proces.

Při výrobě je třeba, aby v složení LPG převažovaly Propan a Butan, větší množství olefinů by snižovalo oktanové číslo. Směs musí být zbavena co nejvíce sirných sloučenin, dále nesmí směs obsahovat výševroucí podíly, například zbytků olejů nebo jiných látek jakožto pozůstatků zpracování apod. Hlavním důvodem je že, tyto zbytky se v motoru neodpaří a jejich zbytky pak zanáší regulační jednotky, čemuž je třeba zabránit, v opačném případě musí být motor odstaven a vyčištěn.

Uhlovodíkové složení LPG pro automobily je v různých zemích s různou zeměpisnou polohou jiné, protože je přizpůsobováno klimatu dané země. (*Matějovský, 2005*)

Zkapalněné ropné plyny jsou doprovodným produktem ropy a také vznikají v jednotlivých technologických procesech při jejím zpracování. Od ostatních produktů se oddělují obvykle na stabilizačních kolonách. Jednotlivé proudy LPG se pak spojují, čistí, rektifikují a mísí tak, aby se získaly produkty s požadovanými vlastnostmi. Kvalita LPG se řídí příslušnými předmětovými normami. (*Zkapalněné ropné plyny*) O výrobě LPG za pomoci frakční destilace pojednává kapitola 5.2

9 DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ LPG

9.1 Skladování LPG

Jedním z největších hráčů na trhu skladování LPG je firma **Východočeské plynárenské strojírnny, a.s.**, jež je na českém trhu již 53 let. Firma poskytuje širokou nabídku skladovací techniky, zejména nádrží, autocisteren a čerpacích stanic.

Pro skladování LPG se nejčastěji používají nádrže o objemu 500-400 000 litrů, velikost se nejčastěji odvíjí dle použití. Nádrže jsou vyráběné jako stabilní orientované jako válcové, ležaté nádoby. Každá nádrž musí splňovat **evropský předpis pro tlaková zařízení č. 97/23/ES**.

Uložení nádrží je prováděno třemi způsoby a to nadzemní, polozasypaná a podzemní nádrž. (*Nádrže na LPG pro bezpečné skladování plynu*)



Obr. 4 Nadzemní zásobník 25 m³

(zdroj: <http://www.vpsr.cz>)

Jako varianta uskladnění může být považováno uskladnění v nádržích, které jsou součástí čerpací stanice pro tankování LPG. Firma nabízí výstavbu kompaktních tankovacích stanic o objemu 2700-6000 litrů. Nádrž je na jedné konstrukci s tankovacím zařízením jako kompaktní celek, který slouží k uložení do areálu čerpací stanice.

Tankovací stojan pak musí být umístěn dle technických pravidel G 304 01 - 10 m od hranice komunikace, vstupu na pozemek apod. Použití tankovacích stanic jakožto mobilních je zakázáno. (*Výstavba čerpací stanice*)



Obr. 5 Tankovací stanice

(zdroj: <http://www.vpsr.cz>)

9.2 Přeprava LPG

Přeprava LPG je nejčastěji realizována pomocí autocisteren, dále lze přepravu realizovat přes železniční síť. Z hlediska přepravy LPG bude kapitola věnována zejména autocisternové dopravě z důvodu její důležitosti pro automobily tzn., pro zásobování čerpacích stanic.

Autocisterny musí splňovat **Evropskou dohodu o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)**. Samotné autocisterny jsou nejčastěji vyráběny jako dvouosé a tříosé návěsy o objemu 36 000-62 000 litrů, dále pak jako snímatelné nebo pevné nástavby o objemu 6 000-32 000 litrů, třetí možností jsou přívěsy o objemu od 18 000 litrů. Převážná kapacita cisternových vozidel se pohybuje od 3-28 tun kapalného plynu. (*Autocisterny pro přepravu LPG*)

Přepravu kapalinných paliv jako zde zmíněný LPG lze přepravovat také po železnici, ve speciálních vlakových cisternách, například přes společnost **ČD Cargo, a.s.**

10 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA LPG

Legislativní požadavky na LPG určuje norma ČSN EN 589+A1 s názvem " *Motorová paliva - Zkapalněné ropné plyny (LPG) - Technické požadavky a metody zkoušení*"

Tato norma určuje technické požadavky a metody zkoušení pro prodávaný a dodávaný motorový LPG. Platí pro motorový LPG určený pro použití v motorových vozidlech na LPG, projektovaných na pohon motorovým LPG.

Technické požadavky na LPG:

- OČMM - min 89,
- celkový obsah dienu (včetně 1,3 - butadienu) - max. 0,5 % (mol/mol),
- sirovodík - negativní,
- koroze na měděné desce (1h při 40 °C) - třída 1,
- zbytek po odpaření - max. 60 mg/kg,
- tlak par, manometrický, při 40 °C - max. 1550 kPa,
- tlak par, manometrický, min 150 kPa, při teplotě - pro třídu A = -10 °C,
 - pro třídu B = -5 °C,
 - pro třídu C = 0 °C,
 - pro třídu D = 10 °C,
 - pro třídu E = 20 °C,
- obsah vody - nesmí být obsažena.

Třídy značí různá složení směsí pro různá roční období. (ČSN EN 589+A1)

11 VÝROBA A VLASTNOSTI ZEMNÍHO PLYNU

11.1 Základní vlastnosti zemního plynu

Přehled základních vlastnosti CNG: (*Matějovský, 2005*)

- Chemická formulace: CH₄,
- Hustota: 0,678 kg/m³/15 °C,
- Výhřevnost: 50,0 MJ/kg,
- Teplota vznícení: 650 °C,
- Oktanové číslo vědeckou metodou: cca 130,
- Oktanové číslo motorovou metodou: neuvádí se.

Zemní plyn se skládá z 85 % methanu - což je jednoduchý, bezbarvý, bez zápachu, hořlavý a se vzduchem vybuchující plyn, často vyskytující se běžně v přírodě, dále pak z 10 % dusíku a oxidu uhličitého a z 5 % vyšších uhlovodíků. Zemní plyn je používán ve dvou základních formách a to **CNG** nebo **LNG**.

CNG se používá stlačený v tlakových lahvích s plnicím tlakem 20 MPa, což umožní zmenšení plynu v poměru 200:1, v takovéto nádrži je množství energie cca 4 - 5 krát menší než u kapalných uhlovodíkových paliv.

LNG se používá zkapalněný v kryogenních nádržích při přetlaku 0,16 MPa a při -162 °C, v takovéto nádrži se objem plynu zmenší v poměru 600:1. Značnou nevýhodou tohoto použití jsou ztráty odparem, které vznikají při nárůstu tlaku v kryogenních nádržích a to tím že je nutné plyn odpouštět.

Největší výhody používání zemního plynu jsou: (*Vlk, 2006*)

- snížení emisí,
- snížení hluku motoru, nevytváří se karbonové úsady = vyšší životnost motoru a oleje,
- nemožnost kontaminace půdy při úniku z nádrží,
- nízké náklady na ujetý kilometr, u dvoupalivových systémů vyšší dojezd,
- **zemní plyn je lehčí než vzduch**, má 2x vyšší zápalnou teplotu než benzin,
- vysoká bezpečnost celého systému (odolné nádrže, bezpečnosti prvky),

- zemní plyn není vázán na ropu, má vlastní ložiska tzn. jiný limit vyčerpání než má samotná ropa.

Mezi největší nevýhody zemního plynu patří: *(Vlk, 2006)*

- řídká síť čerpacích stanic oproti ostatním palivům,
- relativně nízký dojezd vozidel,
- prostorová a hmotnostní náročnost celého palivového systému,
- nutnost revizí palivového systému, vysoké náklady na přestavbu vozidla,
- v případě LNG složitost uskladnění v automobilu,
- omezené možnosti parkování.
- omezené možnosti tankování, "nutnost" pořízení CNG karty. *(Vydání CNG karty)*
- nutnost vozidla označením nápisem CNG. *(Označení vozidel poháněných plynem)*

Kvůli malé síti čerpacích stanic, velikosti a hmotnosti nádrží se zemní plyn využívá zejména v městské hromadné dopravě, kde zde zmíněné problémy nejsou nikterak klíčové, objemné nádrže se umístí na střechu vozidla, zejména autobusů, kde nezabírají prakticky žádný užitečný prostor, dále odpadá i problém čerpacích stanic. Pohon na zemní plyn v městské dopravě zároveň řeší snižování emisí ve městě, snižuje hluk autobusů a zároveň snižuje náklady na ujetý kilometr. *(Vlk, 2006)*

11.2 Výroba zemního plynu

Zemní plyn je nejčastěji uložen v pórovitých horninách, ohraničených nepropustnými vrstvami a vodou, kde se plyn nahromadil v průběhu tisíců let nad vrstvou ropy nebo vody. Zemní plyn se těží za pomoci vrtů hlubokých do 3 - 8 km. Plyn se těží jak z ložisek na pevnině, tak z ložisek nacházejícím se pod mořským dnem. Zemní plyn se může také nacházet zároveň s nalezišti uhlí, zde se může těžit jako tzv. degazační plyn - plyn odčerpávaný z bezpečnostních důvodů, je to plyn, který se samovolně uvolňuje a tím je nebezpečný, nebo může být těžen samostatnými vrty přímo z uhelných slojí.

Vytěžený plyn je nutné přes dálkovou dopravou a distribucí upravit na požadovanou kvalitu. Upravované nedostatky se liší dle druhu a naleziště plynu, jmenovitě se jedné o vysoké podíly vyšších uhlovodíků, dále voda, sírné látky a prach. Všechny tyto

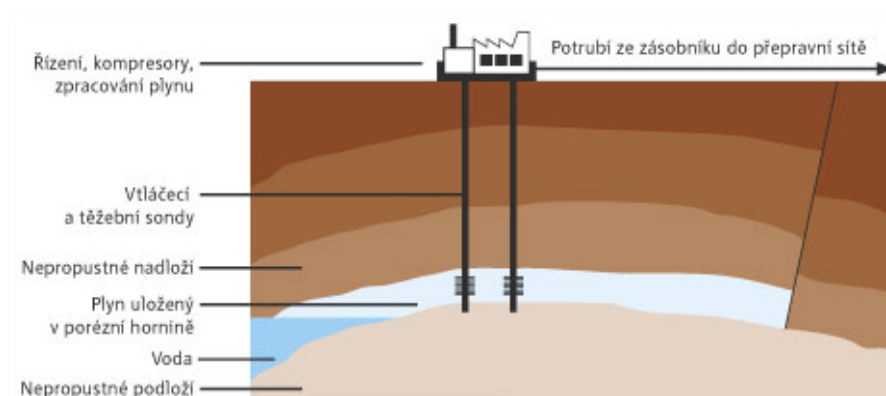
nedostatky se odstraňují, zejména kvůli jejich následkům na dopravní systémy, příkladem voda a sirné látky mohou způsobovat korozi, prach může ucpávat kompresory či regulační systémy. *(Těžba a úprava zemního plynu)*

12 DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ ZEMNÍHO PLYNU

12.1 Skladování zemního plynu

Zemní plyn je skladován nejčastěji v podzemních zásobnících dvojího typu a to **1. porézní zásobníky** nebo **2. kavernové zásobníky**.

Prvně jmenované jsou nejčastěji vytěžená ložiska ropy nebo zemního plynu. Plyn se skladuje v pórech a trhlinách, tzn. místo kde bylo vytěžena ropa nebo zemní plyn je opět využito. Další verzí porézních zásobníků jsou tzv. aquifery, jde o horniny, které plní roli přirozených vodních rezervoárů, umělým odtlačení vody do nižších úrovní vodonosné vrstvy vznikne prostor pro uskladnění zemního plynu.



Obr. 6 Schéma podzemního zásobníku plynu

(zdroj: <http://www.rwe-gasstorage.cz>)

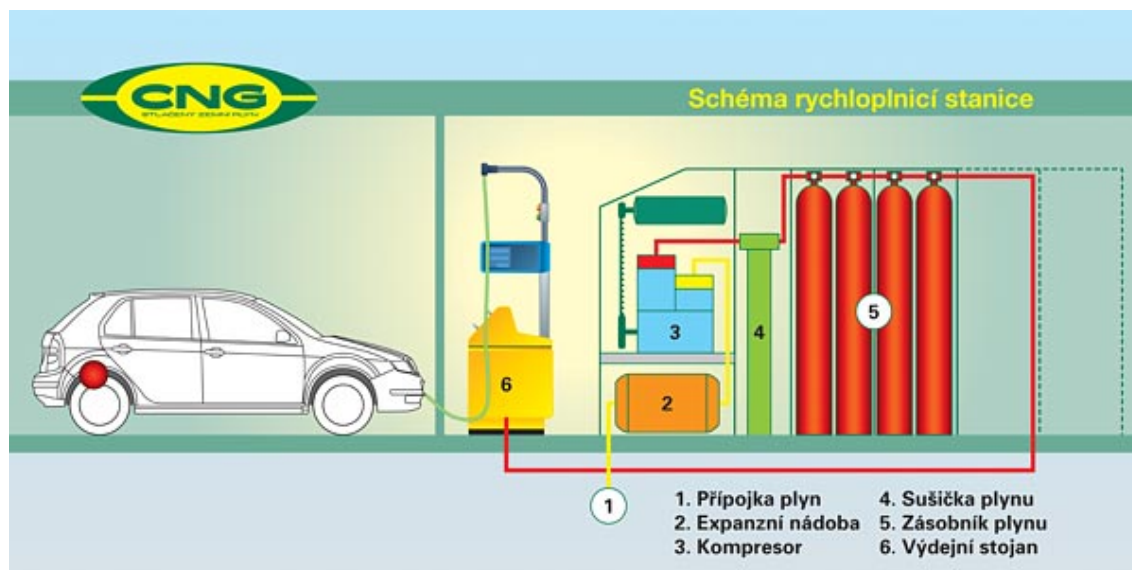
Druhý jmenovaný zásobník tvoří dutiny, které byly uměle vytvořeny, uhelné či jiné doly. Výhodou těchto zásobníků je snadné řízení toku plynu a jejich vysoký vtláčeční a těžební výkon. *(Typy podzemních zásobníků plynu)*

Výše zmíněné typy zásobníků využívá nejvýznamnější firma v oblasti skladování plynu v České republice a to **RWE Gas Storage, s.r.o.** Firma provozuje v ČR celkem 6 zásobníků a celkové kapacitě 2696 milionu m³. *(Pevná skladovací kapacita virtuálního zásobníku)*

Skladování zemního plynu je možné také v nadzemních zásobnících, ty jsou vyráběny v podobě lahví, pevných zásobníků, vodorovných i horizontálních.

Částečné uskladnění zemního plynu probíhá i v samotných plnicích zařízeních. Plnicí zařízení na CNG se vyrábějí ve dvou druzích a to 1. stanice s rychlým plněním a za 2. stanice s pomalým plněním.

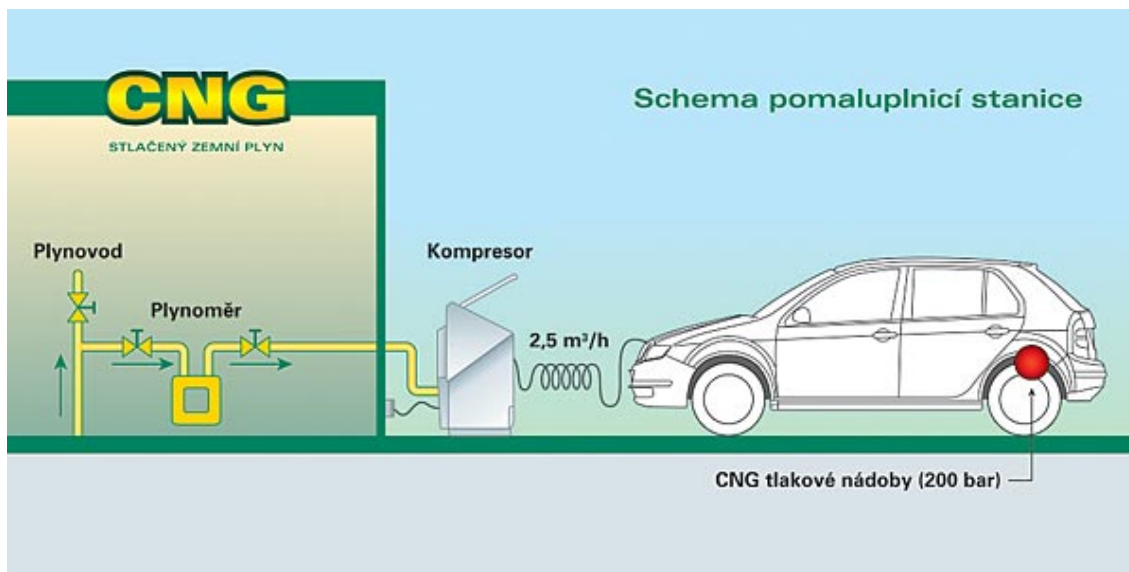
Prvně jmenované stanice jsou schopné natankovat automobil v rozmezí 3-5 minut. Využívá přípojky plynu, plyn zpracuje a poté uskladňuje ve vysokotlakých zásobnících. (*Stanice pro rychlé plnění*)



Obr. 7 Schéma stanice pro rychlé plnění

(zdroj: <http://www.cng.cz>)

Druhá plnicí stanice je schopna naplnit auto do několika hodin, stanice neuvžívá zásobníku, ale přívodu plynu zavedeného do domácnosti, tyto stanice se nazývají "domácí plničky". (*Stanice pro pomalé plnění*)



Obr. 8 Schéma stanice pro pomalé plnění

(zdroj: <http://www.cng.cz>)

Skladování zemního plynu se uskutečňuje také v čerpacích stanicích pro LNG. Tyto stanice jsou velmi podobné čerpacím stanicím na LPG, hlavní rozdíl je, že plyn musí být chlazen na teplotu $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$, čehož se dosahuje kapalným dusíkem. Takováto plnicí stanice je však přímo závislá na cisternové dopravě kapalného dusíku. (*Zkapalněný zemní plyn - LNG*)

12.2 Přeprava zemního plynu

Zemní plyn se nejčastěji dopravuje potrubím ve formě plynu nebo tankery ve formě kapaliny. Plynovody tvoří síť, která protkává celou Evropu, potrubí s průměry přesahující jeden metr jsou vedeny buď po souši nebo mohou být vedeny po mořském dně, a tím zásobovat celou Evropu z nalezišť v Severním moři nebo Africe.

Tankery jsou využívány nejčastěji pro dopravu na velké vzdálenosti, příkladem mohou být naleziště v Alžírsku, Nigerii či Austrálii. Zemní plyn se stlačí popřípadě zkapalní, naplní se do tankerů, v cíli se přečerpává do zásobníků a dále distribuuje. (*Dálková přeprava*)

13 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA CNG

Legislativní požadavky na CNG určuje norma ČSN 65 6517 s názvem "*Motorová paliva - Stlačený zemní plyn - Technické požadavky a metody zkoušení*"

Tato norma stanovuje požadavky a metody zkoušení pro stlačený zemní plyn určený k použití ve vozidlech se spalovacími, především zážehovými motory, které jsou na tento druh paliva konstruovány, tyto požadavky lze uplatnit i pro stacionární spalovací motory.

Technické požadavky na CNG:

- stlačená směs plyných uhlovodíků, zejména methanu, dále ethanolu, propanu a vyšších uhlovodíků i nehořlavých plynů jako dusík a oxid uhličitý,
- CNG - stlačený zemní plyn na 25 000 kPa v plynném stavu,
- referenční podmínky tlak, teplota, vlhkost (stav nasycení) - 101,325 kPa, 288,15 K, pro reálný, suchý plyn,
- Wobbeho číslo - 12,7 - 14,5 kWh/m²,
- relativní hustota - 0,56 - 0,7,
- obsah methanu - 85 % (m/m),
- obsah vody - max. 20 mg/kg,
- celkový obsah síry - max. 10 mg/m³ - před odorizací.

Wobbeho číslo vyjadřuje spalné teplo na bázi objemu při určitých referenčních podmínkách dělené druhou mocninou relativní hustoty, při stejných ref. podmínkách.

Odoriace je přidání látek - tzv. odorantů, jsou to velmi intenzivně zapáchající organické látky, které jsou přidávány k zemnímu plynu, jelikož je zemní plyn bez zápachu, nebylo by možné jej čichově zaznamenat, tuto úlohu zajišťují výše zmíněné odoranty. (ČSN 65 6517)

14 VÝROBA A VLASTNOSTI ETHANOLU

14.1 Základní vlastnosti ethanolu

Přehled základních vlastnosti ethanolu: (*Matějovský, 2005*)

- Chemická formulace: C_2H_5OH ,
- Hustota: $794 \text{ kg/m}^3/15 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Výhřevnost: $26,8 \text{ MJ/kg}$,
- Teplota vznícení: $420 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Oktanové číslo vědeckou metodou: 108/120,
- Oktanové číslo motorovou metodou: 90/99.

Ethanol neboli kvasný líh je alternativní palivo získávané zcela nezávisle na ropě a spolu s **methanolem** tvoří dvě nejpoužívanější alkoholová alternativní paliva na světě. Vlastnosti nižších alkoholových skupin jsou srovnatelná s vlastnosti ropných paliv.

Při použití v motorech je třeba konstrukčně upravit motory, dále je nutné používat aditiva zlepšující mazací schopnosti. Obecně je nutno zvýšit kompresní poměr motoru, upravit palivovou soustavu tak, aby odolávala korozi z vody, kterou líh dobře váže a navíc ve směsi s benzinem může voda způsobovat separaci frakcí.

Největší výhody používání ethanolu jsou: (*Vlk, 2006*)

- lepší spalování v motoru tzn. lepší emise,
- vyšší výkon a otáčky motoru,
- zcela alternativní palivo, při jeho výrobě vznikají nová pracovní místa a příležitosti na trhu,
- pro člověka není jedovatý na rozdíl od methanolu,
- velmi nízké, někdy nulové náklady na přestavbu automobilu.

Největší nevýhody používání ethanolu jsou: (*Vlk, 2006*)

- způsobuje korozi palivového systému,
- má detergentní účinek tzn. odstraňuje olej,
- výpary mohou mít omamně účinky,
- horší startovatelnost motorů, díky vyšší zápalné teplotě,

- kvůli nižší výhřevnosti vyšší spotřeba paliva.

Hlavní předností ethanolu je jeho vyšší Oktanové číslo, jednak není nutné používat přísady na jeho zvýšení, jakož tomu je u benzinu a za druhé je možné motory konstruovat s vyšší kompresním poměrem, dosáhnout tím větší účinnosti motoru.

Další výraznou předností je v poskytování práce pro výrobce ať už samotného lihu (lihovary) nebo pro lid, kteří vyrábějí vstupní komodity např. obilí, kukuřici či brambory (zemědělcům).

Poslední, neméně důležitou předností je snižování vzniku CO₂, který spotřebovávají rostliny, ze kterých je líh vyráběn, při svém růstu (při fotosyntéze), což napomáhá k stabilizaci spotřeby a produkce CO₂ na Zemi. (Vlk, 2006)

Ethanol je dnes používán jako přídavek do benzinu, kde zastává zejména funkci antidetonátoru, dále pak jako palivo s názvem **E85**, který je používán v zážehových motorech, skládá se z **85 % ethanolu a 15 % benzinu**. Dále pak může být využíván jako palivo pro vznětové motory s názvem **E95** ve složení 95 % ethanol a 5 % aditiva.

Automobily mohou být používány jen na E85 nicméně, tato auta by měla mít v technickém popisu zkratku **FFV (Flexible - Fuel Vehicle)**, takováto auta mají upravenou vstříkovací jednotku, které upraví dávku paliva dle směsi v nádrži. Na trhu jsou vozidla, která mají tuto úpravu z výroby, pokud ji automobil není vybaven, je nutné jej nechat přestavět (cca 6000-15 000Kč) nebo je nutné míchat palivo v poměru max. 50:50 s klasickým benzinem. Jízda neupraveného vozu na čistý E85 je možná, nicméně může dojít k vyššímu opotřebení motoru, potažmo až k jeho poškození. (Hromádka a kol., 2011)

14.2 Výroba ethanolu

Ethanol se vyrábí z sacharidů, tzn. z jednoduchých cukrů jako je **glukóza a fruktóza**, dále z oligosacharidů jako je **sacharóza** a polysacharidů jako je **škrob**. Všechny tyto suroviny jsou obsaženy v zemědělských plodinách, jako je obilí, cukrová řepa, cukrová třtina, kukuřice, ovoce a jiné. Cukry mohou být vyrobeny i ze zeleniny, popřípadě z **celulózy** (dřeva) . (Vlk, 2006)

Výroba zemědělského lihu probíhá nejčastěji dvěma způsoby a to: **1.pařákovou metodou** nebo za **2. infuzní metodou**.

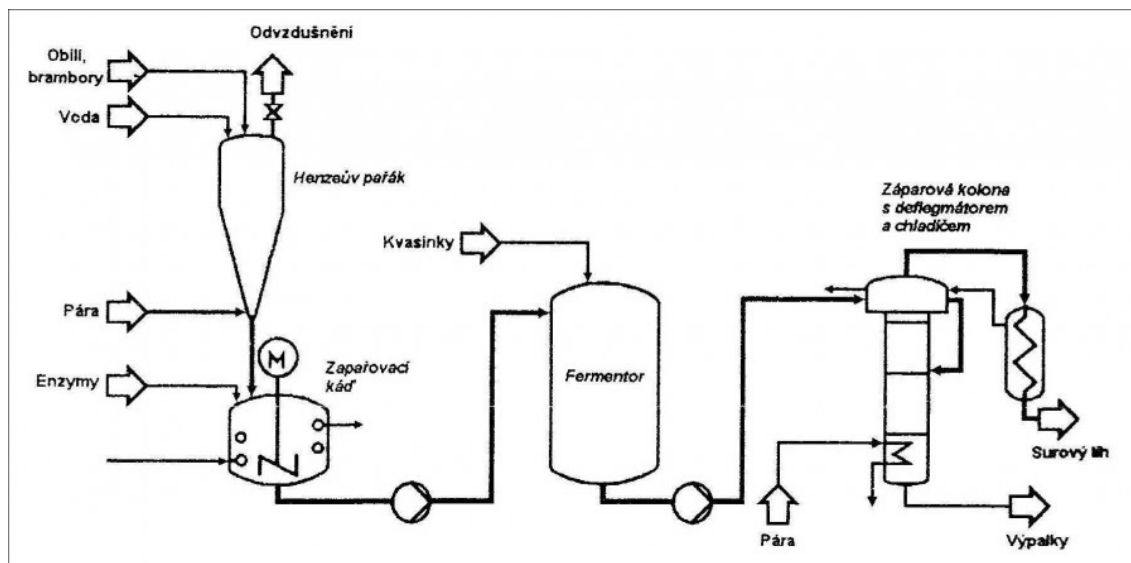
1. pařáková metoda - suroviny jsou dopraveny skrze různé dopravníky do **Henzeho pařáku**, zde probíhá zpracování materiálu, každý materiál, např. obilí nebo brambory má svůj specifický postup paření.

Poté následuje příprava lihovarského sladu, kdy jako zdroj enzymů pro zcukření používají různé druhy enzymatických látek. Účelem je vyvolat v zrně takové biochemické pochody, při nichž dochází k maximální tvorbě enzymů za současné přeměny bílkovin na látky rozpustné, důležité pro výrobu kvasinek. Slad slouží jako zdroj amylolytických a proteolytických enzymů a jako prostředek obsahující pohotové živiny a růstové látky

Dále probíhá příprava sladké zářary, jejímž cílem je ztekucení a zcukření škrobu a zásobení zářary lehce asimilovatelnými dusíkatými látkami. Ztekucení a zcukření zajišťuje sladová amylasa. Zapařování se provádí v zapařovací kádě.

Následujícím krokem je zakvašování a kvašení zářary, kdy se jako zákvas používá 6-8% sladké zářary, předem zakvašené kulturními kvasinkami. Kvašení probíhá ve kvasírně, což jsou dobře uvařené a izolované místnosti se stálou teplotou.

Finálním krokem je destilace. Zde je destilací získáván líh, ten je získáván v několika krocích, záleží na typu destilačního zařízení. Z destilační kolony odtéká surový líh do železného zásobníku a dále je pak sladován ve skladu. (*Technologie výroby lihu a destilátů*)



Obr. 9 Schéma pařákové metody získávání lihu

(zdroj: <http://web2.mendelu.cz/>)

Pařáková metoda je metoda využívaná zejména menšími lihovary.

2. infúzní metoda - infúzní metoda neboli beztlakový způsob je metoda používána pro větší lihovary. Tímto způsobem se zpravidla zpracovávají obiloviny (pšenice, kukuřice). Zrno se rozemele, smíchá s vodou, zahřeje a následně mazovatí. Dále jsou přidány enzymy a dojde ke ztekucení a zcukření škrobu. Obilí se mele buďto za sucha nebo za mokra, lepší je metoda za mokra, jelikož dochází k bobtnání zrna. Další kroky jsou pak stejné jako u pařákové metody. (*Technologie výroby lihu a destilátů*)

15 DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ ETHANOLU

15.1 Skladování ethanolu

Uskladnění ethanolu se provádí za dodržení následných podmínek, které vyplývají z Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 141/1997 Sb. a to:

- zařízením pro skladování lihu jsou nádrže, sudy, přepravní nádoby nebo obaly, které splňují požadavky stanovené zákonem o metrologii, ve kterých je skladován a přepravován změřený líh.
- zařízení pro skladování lihu se vyrábí z materiálu odolného proti působení lihu.
- nádrže musí být opatřeny označením objemu.
- nádrže mohou být naplněny maximálně do 95 %.
- armatury na dolní části nádrže se vyrábějí z ocele nebo mosazi. Nádrž se opatří průlezem o průměru minimálně 600 mm. Odvzdušňování se připojí na nejvyšší část nádrže a uzpůsobí tak, aby se v něm neusazoval líh nebo voda.
- nádrže vyšší než 2 m musí být opatřeny zařízením umožňujícím odebrání vzorků v každé čtvrtině výšky nebo ve víku otvorem uzpůsobeným pro spuštění vzorkovacího zařízení umožňujícího odebrání vzorků z různých vrstev. (*Předpis 141/1997 Sb.*)

O uskladnění lihu se příkladem v české republice stará společnost **Čepro a.s.** Společnost provozuje jeden z největších daňových skladů v české republice. Dále pak dle zákona č 180/2007 Sb. musí zároveň zajistit přimíchávání bioložek do pohonných hmot. (*Biopaliva*)

15.2 Přeprava ethanolu

Přeprava ethanolu se nejčastěji uskutečňuje v pomoci autocisterem nebo cisternových přívěsu, příkladem mohou být cisterny firmy **KOBIT s.r.o.** jež je ryze českým dodavatel cisteren.

Cisterna musí splňovat požadavky **ADR- LGBF (UN 1170)** . Konkrétní model lze namontovat na podvozek o užitečné hmotnosti min. 17 tun. Samotná nádrž je jedno-

komorová, válcového tvaru o objemu 16 700 l. Materiál cisteren je nerezová ocel, zde konkrétně ASIS 304 tloušťky 4 mm. Dále je cisterna vybavena bezpečnostní ochozem, s inspekčním otvorem, drenážními otvory pro odvod úkapů a výpustním potrubím. *(Cisternový přepravník etanolu)*



Obr. 10 Cisterna pro přepravu ethanolu

(zdroj: <http://www.kobit.cz>)

16 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA ETHANOL A JEHO SMĚS

16.1 Ethanol

Legislativní požadavky na ethanol upravuje norma **ČSN EN 15 376** s názvem *"Motorová paliva - Ethanol jako složka automobilových benzinů - Technické požadavky a metody zkoušení"*

Tato evropská norma specifikuje technické požadavky a metody zkoušení prodáváného a dováženého ethanolu určeného k použití jako doplňující složka motorových paliv v souladu s ČSN EN 228. Norma platí pro ethanol, pro mísení na všech úrovních až do 85 % (V/V) včetně.

Požadavky dle ČSN EN 15 376 jsou:

- obsah ethanolu + vyšších nasycených kyselin - 98,7 % (m/m),
- obsah vyšších nasycených (C3-C5) monoalkoholů - max. 2 % (m/m),
- obsah metnanolu - max. 2 % (m/m),
- obsah vody - max. 0,3 % (m/m),
- celková kyselost (vyjádřená jako kys. octová) - 0,007 % (m/m),
- elektrická vodivost- 2,5 $\mu\text{S/cm}$,
- vzhled - čirý,
- obsah anorganických chloridů - 1,5 mg/kg,
- obsah síranů - 3 mg/kg,
- obsah mědi - 0,1 mg/kg,
- obsah fosforu - 0,15 mg/l,
- obsah síry - 10 mg/kg. (ČSN EN 15 376)

16.2 E85

Legislativní požadavky na palivo E85 upravuje norma **ČSN P CEN/TS 15 293** s názvem *"Motorová paliva - Ethanol E85 - Technické požadavky a metody zkoušení"*

Předmětem normy je stanovit požadavky a metody zkoušení pro prodávané a dodávané automobilové palivo E85. Platí pro automobilové palivo E85 určené pro použití ve vozidlech se zážehovým motorem konstruovaným pro E85. Automobilové palivo

E85 je směs 85 % (V/V) ethanolu odpovídajícího ČSN EN 15 376 s automobilovým benzinem odpovídajícím ČSN EN 228, ale zahrnuje i možnost různých "sezónních poměrů" mísení benzínu a ethanolu s obsahem ethanolu vyšším, než 50 % (V/V).

Technické požadavky dle ČSN P CEN/TS 15 293:

- hustota při 15 °C - 760-800 kg/m³,
- oxidační stabilita - 360 min.,
- obsah pryskyřic (po promytí) - 5 mg/100ml,
- celková kyselost (hodnoceno jako kys. octová) - 0,005 % (m/m),
- koroze měděného pásku - třída 1 - hodnoceno 3h při 50 °C,
- elektrická vodivost - 1,5 μS/cm,
- obsah methanolu - 1 % (V/V),
- vyšší nasycené (C₃-C₅) monoalkoholy - 6 % (V/V),
- ethery (5 nebo více C atomů) - 11 % (V/V),
- obsah vody - 0,4 % (m/m),
- obsah mědi - 0,1 mg/kg,
- obsah anorganických chloridů - 1,2 mg/kg,
- obsah fosforu - 0,15 mg/l,
- obsah síry - 10 mg/kg,
- obsah síranů - 4 mg/kg.

Další požadavky jsou kladen na barviva, značkovací látky, dále pak jiné přísady, dle normy jsou dovoleny, pokud nemají negativní vliv na motor a palivový systém vozidla.

(ČSN P CEN/TS 15 293)

17 BIOPLYN A VODÍK V AUTOMOBILOVÉ DOPRAVĚ

17.1 Bioplyn

Bioplyn se vyrábí metanogením kvašením organických látek jako jsou např. chlévská mrva, kejda nebo čistírenské odpady.

Bioplyn je směs 55 - 75 % methanu 25 - 40 % oxidu uhličitého a 1-3 % další plynů jako je vodík, dusík a sirovodík. V této podobě se plyn používá k pohonu stabilních motorů v bioplynových stanicích.

Pro použití v automobilových motorech musí být zbaven nežádoucích látek zejména oxidu uhličitého a sirovodíku, tak aby bioplyn splňoval požadavky na zemní plyn, tzn. obsah methanu nad 95 %.

Jednou z výhod použití bioplynu v dopravě je snížení emisí a úspora nákladů, naopak jednou z největších nevýhod je nestabilní produkce tohoto plynu a nutnost plyn zbavit mechanických nečistot. Nutnost odsíření a dodržení hranice 95 % obsahu methanu. Po provedení patřičných úprav jsou vlastnosti tohoto paliva obdobné jako zemního plynu. (Vlk, 2006)

17.2 Vodík

Vodík slouží pro pohon ve vozidlech jako palivo pro spalovací motor nebo jako zdroj elektrické energie v palivových článkách elektromobilů.

Největším kladem vodíkového pohonu je jeho ekologičnost, při jeho výrobě z vody vznikají minimální emise způsobené energií, která se spotřebuje při jeho výrobě a zároveň při spalování v motoru vzniká zejména jenom voda a malé množství kyslíčků dusíku.

Vodíkový pohon ve formě paliva se v současné době kvůli jeho vyšší výrobním nákladům a poměrně velkým bezpečnostním rizikům málo rozšířen a trh se orientuje zejména na využití vodíku v palivových článkách elektromobilů. (Vlk, 2006)

18 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření přehledu paliv pro zážehové motory vzhledem k jejich podílu na trhu, jakožto dominantní paliva pro zážehové motory lze považovat benzin, stlačený ropný plyn, stlačený nebo zkapalněný zemní plyn a palivo E85 které tvoří směs ethanolu a benzínu. Další část práce tvoří menší kapitola o bioplynu, jakožto paliva v dopravě a vodíku.

Největší část práce je věnována benzínu, jenž má na trhu paliv pro zážehové motory jasnou dominanci, vzhledem k jeho ceně, ať už hovoříme o ceně paliva nebo o ceně automobilu. Cena benzínu je standardně na všech čerpacích stanicích nejvyšší, nicméně jeho cena je proměnlivá a málokdy přesáhne pomyslnou hranici únosnosti, která by změnila podíl benzínu na trhu paliv ve prospěch paliv alternativních. Dalším faktorem dominance benzínu je jeho dlouholeté zavedení v provozu, s tím jsou spjaty dlouholeté zkušenosti vývojářů motorů, automobilek a samotných uživatelů, kteří znají "benziňák" víc než sto let.

Další část práce se zabývá zkapalněným ropným plynem známým pod zkratkou LPG. Jakožto alternativní palivo splňuje LPG tuto podmínku jen z poloviny, LPG je alternativním palivem k benzínu, ale je také získáván při zpracování ropy, což fakticky znamená, že problém s vyčerpáním ropy nemůže LPG změnit. LPG je nicméně zajímavým palivem pro běžného člověka, vlastníci automobil se zážehovým motorem, přestavba takového automobilu není příliš drahá, bezpečnostní rizika používání LPG jsou v dnešní době malá, bezpečnostní prvky v automobilu na LPG jsou daleko pokročilejší než v klasickém automobilu na benzin, nicméně se nedá říct, že bezpečnostní rizika nejsou. Cena za ujetý kilometr při použití LPG je velmi nízká a vyplatí se především při ujetí velkého množství kilometrů. Toto palivo má několik zásadních nevýhod, které brání jeho širokému rozšíření, zejména jeho původ z ropy, revize celého palivového systému, omezené parkování a zároveň i menší počet čerpacích stanic.

Následující kapitola práce je věnována stlačenému a zkapalněnému zemnímu plynu, tato paliva jsou známa jako CNG a LNG. Zemní plyn ať už ve své kapalné nebo plynné formě poskytuje zajímavé řešení alternativního pohodu zejména větším dopravním prostředkům, jako jsou autobusy. Zemní plyn kvůli nízké hustotě zabírá velký objem, což zvětšuje nádrže vozidel a snižuje dojezd, tyto problémy se snaží řešit zkapal-

ňování zemního plynu, nicméně i tento způsob má své nevýhody zejména v podobě nutnosti udržování velmi nízkých teplot v nádržích. Malý dojezd, vysoká hmotnost nádrží a řídká síť čerpacích stanic výrazně snižují podíl tohoto paliva na trhu. Další nevýhodou tohoto pohonu je vysoká cena za přestavbu vozidla a nutnost revizí palivového systému. Nespornou výhodou zemního plynu je jeho vysoká bezpečnost, snížení emisí automobilu a také fakt, že zemní plyn není získáván při zpracování ropy, může tedy nahradit ropu v automobilové dopravě, nicméně jeho ložiska budou jednoho dne také vyčerpána.

Další kapitola práce se zabývá ethanolem a palivu z něho vyráběným, které je známo pod názvem E85. Toto palivo se dá nazvat zcela alternativním, jelikož není fosilního původu na rozdíl od výše jmenovaných paliv. E85 jakožto palivo nevyžaduje pro provoz v automobilech žádných nebo malých úprav, přestaveb automobilu, avšak tyto úpravy jsou velmi levné, levnější než u LPG či NG. Dále je velkou výhodou zlepšení vlastností motoru. E85 při spalování snižuje emise motoru. Vozidla používající palivo E85 nemusí podstupovat revize, nejsou omezena v parkování. Výhodou ethanolu jakožto paliva je schopnost zcela nahradit fosilní paliva, podpořit lihovary a také dát práci lidem zabírajících se pěstováním komodit, ze kterých je ethanol vyráběn, příkladem pšenice či brambory. Největší problémy při používání E85 jsou nízký počet čerpacích stanic, korozivní účinek na palivový systém a možné poškození motoru při špatném používání, jinak řečeno při používání v motoru který není oficiálně upraven pro použití na E85, tyto faktory snižují schopnost E85 rozšířit se na do takové míry aby byl konkurencí benzínu.

Poslední kapitola je věnována bioplynu a vodíkovému pohonu, obě tato paliva jsou získávána nezávisle na ropě, jsou tedy zcela alternativní. Bioplyn je používán v bioplynových stanicích na pohon stabilních motorů, v dopravě je pak používán, po úpravě, jako zemní plyn. Bioplyn nabízí podobně jako ethanol možnost zaměstnání lidí, kteří produkují suroviny k jeho výrobě. Vodík při svém spalování neprodukuje téměř žádné emise, snadno se vyrábí, ale jeho výroba je drahá a bezpečnostní rizika spojená s pohonem na vodík spalováním v motoru přeměrovali jeho použití do palivových článků elektromotorů.

Současný trend snižování emisí a snaha lidí odpoutat se ze závislosti na fosilních palivech začíná měnit situaci na trhu s palivy. Zejména hledání a používání alternativ-

ních paliv pro spalovací motory nebo pohon automobilů zcela elektrickou cestou je dnes již v pokročilé fázi. Takovýto vývoj je vzhledem k snižujícím se zásobám fosilních paliv nevyhnutelný, tudíž lze v tomto směru čekat v následujících letech velké změny, pravděpodobně čeká celý svět velká změna technologií, které budou muset zvládnout absenci fosilních paliv v automobilové dopravě a také nahradit fosilní paliva v ostatních způsobech dopravy.

19 LITERATURA

Monografie:

1. MATĚJOVSKÝ M., 2005: *Automobilová paliva*. Praha: Grada Publishing, a.s., 224 s., ISBN 80-247-0350-5
2. JAN, Z., ŽDÁNSKÝ, B., 2003 *Automobily : Příslušenství*. 4. 2. vyd. Brno: Avid.,305 s.
3. HROMÁDKO J., a kol., 2011: *Spalovací motory* Praha: Grada Publishing a.s., 296 s., ISBN 978-80-247-3475-0
4. VLK, F., 2006: *Paliva a maziva motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk., 376 s. ISBN 80-239-6461-5

Internetové zdroje:

Vše o Ethanolu E85 [online]. [cit. 28.2.2016]. Dostupné na: <http://www.flexcar.cz/vse-o-ethanolu-e85>

Z historie plynu v dopravě [online]. [cit. 28.2.2016]. Dostupné na: <http://www.cng.cz/cs/historie130/>

Termální depolymerizace uhlíkatých látek [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupné na: <http://www.tenergoteam.cz/termalni-depolymerizaci-uhlikatych-latek>

Fischer-Tropschova syntéza [online]. [cit. 6.3.2016]. Dostupné na: <http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=86>

Produktovodní síť a sklady [online]. [cit. 13.3.2016]. Dostupné na: <http://www.ceproas.cz/produktovodni-sit-a-sklady>

V Loukově zahájí provoz největší nádrže na pohonné hmoty v České republice [online]. [cit. 13.3.2016]. Dostupné na: <https://www.ceproas.cz/novinky/v-loukove-zahaji-provoz-nejvetsi-nadrze-na-pohonne-hmoty-v-ceske-republice>

O nás [online]. [cit. 13.3.2016]. Dostupné na: <http://www.petrotrans.cz/CS/ONas/Stranky/default.aspx>

Vozový park [online].[cit. 13.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.petrotrans.cz/CS/NabidkaSluzeb/Stranky/vozovy-park.aspx>

Pravdy a mýty o LPG [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na: <http://www.auto.cz/lpg-pravdy-myty-osm-veci-ktere-musite-vedet-nez-pustite-prestavby-65766>

Flashlube Valve Saver Fluid v motorech s pohonem na plyn [online].[cit. 18.3.2016]
Dostupné na: <http://www.ochranamotoru.cz/flashlube-ochrana-motoru-lpg-cng-valve-saver-fluid.php>

Zkapalněné ropné plyny [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.crc.cz/cz/zkapalnene-ropne-plyny.aspx>

Nádrže na LPG pro bezpečné skladování plynu [online].[cit. 18.3.2016].Dostupné na:
<http://www.vpsr.cz/nadrze-na-lpg>

Výstavba čerpací stanice [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.vpsr.cz/vystavba-cerpaci-stanice>

Autocisterny pro přepravu LPG [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.vpsr.cz/autocisterny-pro-prepravu-lpg>

Vydání CNG karty [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na: <http://www.cng.cz/cs/cng-card-centrum/>

Označení vozidel poháněných plynem [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/povinne-oznaceni-vozidel-s-pohonem-lpg-cng-plyn.htm>

Těžba a úprava zemního plynu [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.zemniplyn.cz/doprava/#tezba>

Dálková přeprava [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.zemniplyn.cz/doprava/#preprava>

Typy podzemních zásobníků plynu [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.rwe-gasstorage.cz/cs/druhy-zasobniku-plynu/>

Pevná skladovací kapacita virtuálního zásobníku [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:
<http://www.rwe-gasstorage.cz/cs/kapacita-virtualniho-zasobniku/>

Stanice pro pomalé plnění [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:

<http://www.cng.cz/cs/technologie-stanic-375/>

Stanice pro rychlé plnění [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:

<http://www.cng.cz/cs/technologie-stanic-376/>

Zkapalněný zemní plyn - LNG [online].[cit. 18.3.2016]. Dostupné na:

<http://www.cng.cz/cs/alternativni-pohonne-hmoty-126/>

Technologie výroby lihu a destilátů [online].[cit. 25.3.2016]. Dostupné na:

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=7366&typ=html

Předpis 141/1997 Sb. [online].[cit. 25.3.2016]. Dostupné na:

<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-141>

Biopaliva [online].[cit. 25.3.2016]. Dostupné na: <https://www.ceproas.cz/biopaliva>

Cisternový přepravník etanolu [online].[cit. 25.3.2016]. Dostupné na:

<http://www.kobit.cz/produkty-cisternovy-prepravnik-etanolu-a-skrobu-cn-16n-detail-181>

Obrázky:

<http://www.czechbikers.cz/clanky/technika-benzin.html>

<http://www.tenergoteam.cz/termalni-depolymerizaci-uhlikatych-latek>

<http://oenergetice.cz/technologie/ropa-prumysl/zpracovani-ropy-1-cast-zakladni-zpracovani-ropy/>

<http://www.vpsr.cz/zasobniky-na-lpg-o-objemu-nad-10-m3-do-200-m3>

<http://www.vpsr.cz/vystavba-cerpaci-stanice>

<http://www.cng.cz/cs/technologie-stanic-376/>

<http://www.cng.cz/cs/technologie-stanic-375/>

<http://www.rwe-gasstorage.cz/cs/podzemni-zasobniky-plynu/>

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=7366&typ=html

<http://www.kobit.cz/produkty-cisternovy-prepravnik-etanolu-a-skrobu-cn-16n-detail-181>

Normy:

ČSN EN 228

ČSN EN 589+A1

ČSN 65 6517

ČSN EN 15 376

ČSN P CEN/TS 15 293

20 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Destilační křivka.....	16
Obr. 2 Frakční atmosférická destilace	17
Obr. 3 Zplyňovací jednotka pro termální depolymerizaci.....	20
Obr. 4 Nadzemní zásobník 25 m ³	31
Obr. 5 Tankovací stanice	32
Obr. 6 Schéma podzemního zásobníku plynu	38
Obr. 7 Schéma stanice pro rychlé plnění	39
Obr. 8 Schéma stanice pro pomalé plnění	40
Obr. 9 Schéma pařákové metody získávání lihu	45
Obr. 10 Cisterna pro přepravu ethanolu.....	47