

ZEMNÝ PLYN – VÝZNAMNÁ ENERGETICKÁ SUBSTANCIA NIELEN V PRIEMYSLE, ALE AJ V CESTNEJ DOPRAVE

Lubomír Moravčík¹

1. Úvod

Už stovky rokov je zemný plyn známy ako veľmi užitočná látka. Čiňania objavili už dávno, že energiu zo zemného plynu je potrebné využiť a použiť ho napríklad k ohrevu vody. V prvých dňoch odvetvia zemného plynu sa plyn používal predovšetkým na osvetlenie pouličných lúč a občas aj obydlia. Avšak s oveľa väčšou distribúciou, ako aj technologickým pokrokom, sa zemný plyn používa aj tam, kde by nás pred tým nenapadlo, že to je možné.

2. Zemný plyn

Zemný plyn je nejedovatý, nedýchatelný, prudko horľavý plyn, ktorý je významným fosílnym palivom. Zemný plyn so vzduchom v rozmedzí 5-15 obj. % tvorí výbušnú zmes. Nemá toxické a ani otravné účinky. Je to prírodná zmes nižších alifatických uhlíkovodíkov a inertných plynov s premenlivým zložením, ktorá sa získava ťažbou z podzemných ložísk. Okrem metánu obsahuje aj propán, bután a ďalšie látky, pričom jeho zloženie sa môže výrazne líšiť. Zloženie zemného plynu na Slovensku v roku 2010 je uvedené v tabuľke č. 1 (zdroj: SPP –distribúcia, a.s.). Je ľahší ako vzduch, bezfarebný, beztvárny, bez chuti a bez zápachu, preto sa pri úprave pridáva odorant – zápachová látka, aby bol v ovzduší identifikovateľný pri zisťovaní prípadných únikov. Na rozdiel od ostatných fosílnych palív, má zemný plyn čisté spaľovanie a nižšie emisie škodlivých produktov do vzduchu. Vo svojej najčistejšej podobe je zemný plyn takmer čistý metán. Metán je molekula zložená z jedného atómu uhlíka a štyroch atómov vodíka, ktorá je označovaná ako .

¹ Ing. Lubomír Moravčík

Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií SR, Námestie slobody č. 6, P. O. Box č. 100, 810 05 Bratislava.

E-mail: lubomir.moravcik@mindop.sk

Tabuľka č. 1: Zloženie zemného plynu na Slovensku v roku 2010

Rok 2010	Zloženie zemného plynu [mol. %]									
Mesiac	Metán	Etán	Propán	izo -Bután	n -Bután	izo -Pentán	n -Pentán	Hexán + vyššie	Oxid uhličitý	Dusík
I.	96,73	1,51	0,47	0,07	0,08	0,02	0,01	0,02	0,24	0,86
II.	96,80	1,47	0,46	0,07	0,08	0,02	0,01	0,02	0,23	0,85
III.	97,04	1,34	0,43	0,06	0,07	0,01	0,01	0,01	0,18	0,83
IV.	96,94	1,40	0,42	0,06	0,07	0,01	0,01	0,01	0,24	0,83
V.	96,95	1,41	0,43	0,06	0,07	0,01	0,01	0,01	0,20	0,83
VI.	96,83	1,53	0,48	0,07	0,08	0,02	0,01	0,01	0,16	0,81
VII.	97,07	1,39	0,44	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01	0,13	0,81
VIII.	96,87	1,51	0,48	0,07	0,08	0,02	0,01	0,01	0,15	0,81
IX.	97,04	1,41	0,44	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01	0,14	0,80
X.	97,31	1,24	0,39	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0,13	0,79
XI.	97,20	1,29	0,39	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0,17	0,79
XII.	97,04	1,38	0,42	0,06	0,07	0,01	0,01	0,01	0,18	0,82

3. Použitie zemného plynu

Poskytnúť úplný zoznam všetkého, kde sa zemný plyn používa, je ťažké. Vďaka základným vlastnostiam zemného plynu, uvedených v tabuľke č. 2, sa zemný plyn využíva najmä:

- a) na varenie a ohrev vody,
- b) na vykurovanie,
- c) v elektrárňach,
- d) v kogeneračných jednotkách,
- e) v priemysle,
- f) v doprave.

Tabuľka č. 2: Vlastnosti zemného plynu

vlastnosť zemného plynu	priemerná hodnota
výhrevnosť	34,08 MJ/m ³
spálené teplo	37,82 MJ/m ³
hustota	0,69 kg/m ³
medza výbušnosti	5 – 15 %
zápalná teplota	650 °C
množstvo spaľovacieho vzduchu	9,56 m ³ vzduchu/ m ³ zemného plynu
teplota plameňa	1 957 °C

Niet pochyb o tom, že ďalšie využitie zemného plynu je už objavené vďaka technologickému pokroku. Zemný plyn sa preto, popri rope, stáva významnou energetickou surovinou. Dôkazom toho, že zemný plyn je dôležitá surovina, je aj to, že vzniklo samostatné

vedné odvetvie petrochémie, zaoberajúca sa syntézami chemikálií vyrobených z ropy a zemného plynu.

Dnes sa zemný plyn dodáva do takmer 80 % obcí na Slovensku, v ktorých žije 94 % obyvateľstva našej krajiny. To znamená, že každý z nás využíva výhody, ktoré zemný plyn poskytuje pri varení, ohreve vody alebo pri vykurovaní. Je to hlavne preto, že zemný plyn je jedným z najlacnejších foriem energie k dispozícii pre obyvateľov. V skutočnosti bol zemný plyn historicky oveľa lacnejší ako elektrina.

3.1 Zemný plyn na varenie a ohrev vody

V Slovenskej republike sa zemný plyn využíva najmä na varenie a ohrev vody. V domácnostiach sa len ojedinele využívajú iné spotrebiče, ako napr. plynové práčky a sušičky bielizne. Nutnou podmienkou pri každom používaní zemného plynu je, aby spotrebiče boli v dobrom technickom stave a aby boli vždy správne nastavené.

Výhody varenie na zemnom plyne:

- plynový sporák ihneď po zapálení plynu dáva požadovaný výkon, ktorý je možné ihneď podľa potreby regulovať,
- na plynovom sporáku je možné používať rôzne nádoby (nemusia mať rovné ani feromagnetické dno),
- varenie na zemnom plyne je lacnejšie v porovnaní s varením na propán-butáne alebo elektrine.

Určitou nevýhodou varenia na plyne je, že spaliny odchádzajú do miestnosti, v ktorej je spotrebič nainštalovaný. Pokiaľ je však plynový sporák nainštalovaný správne a nie je v miestnosti obmedzená výmena vzduchu, nemali by pri jeho prevádzke nastať žiadne problémy.

Pri ohreve úžitkovej vody závisí spotreba vody v domácnosti závisí rozhodujúcou mierou od počtu členov domácností a od ich zvyklostí. Najväčších úspor je možné dosiahnuť ich rozumným využívaním. Individuálny spôsob prípravy teplej vody je v každom prípade efektívnejším spôsobom ako dodávka teplej vody z centrálného zdroja, pretože odberateľ je ďaleko viac zainteresovaný na jeho hospodárnom využívaní. Pre individuálne zaistenie teplej vody je možné využiť prietokové alebo zásobníkové ohrievače, ktoré závisia na požadovanom množstve teplej vody a charakteere jeho odberu. Ohrev vody je možné účinne spojiť spolu s vykurovaním. Kombinované kotle môžu slúžiť, rovnako ako samotné ohrievače, pre

prietokový i zásobníkový spôsob – v prípade odberu teplej vody má ohrev vody prednosť pred vykurovaním.

3.2 Zemný plyn na vykurovanie

Pre vykurovanie zemným plynom hovoria nespočetné výhody, akými sú

- vysoká energetická účinnosť plynových spotrebičov,
- jednoduché ovládanie plynových spotrebičov, ich ľahká regulácia a automatizácia,
- vykurovanie podľa skutočných potrieb,
- priaznivý vplyv na životné prostredie.

Niektorí užívatelia dávajú prednosť lokálnemu vykurovaniu pred inštaláciou plynového kotla a teplovodného vykurovacieho systému. Pre lokálne vykurovanie existujú nasledovné argumenty:

- každá miestnosť má vlastný nezávislý zdroj tepla,
- v prípade poruchy jedného z vykurovacích telies je výkon ostatných dostatočný k vykurovaniu celého objektu,
- odpadá montáž teplovodného systému a vložkovania komínu (u vykurovacích telies pod oknom),
- pri dlhšom prerušení vykurovania stačí krátka doba na dosiahnutie požadovanej teploty,
- prevádzka nie je závislá na dodávkach elektrického prúdu, tak ako u plynového kotla.

Nevýhodou je nižšia účinnosť v porovnaní s plynovým kotlom a teplovodným systémom.

Srdcom pri centrálnom vykurovaní je plynový teplovodný kotol, ktorý ohrieva vodu pre jeho rozvod do vykurovacích radiátorov v bytoch alebo v rodinných domoch. Pre hospodárne vykurovanie je nutné plynový kotol doplniť vhodnou reguláciou pomocou rôznych termostátov, regulátorov a termostatických hlavíc. Jej účelom je zaistiť, aby plynový kotol spaľoval iba také množstvo plynu, ktoré je potrebné v danej chvíli na udržanie požadovanej tepelnej pohody v jednotlivých miestnostiach.

3.3 Zemný plyn v elektrárňach

Pretože zemný plyn má charakter čistého spaľovania, stal sa veľmi populárnym palivom na výrobu elektriny. Zatiaľ čo uhlie je najlacnejšie fosílné palivo na výrobu elektriny, je to zároveň aj najšpinavšie palivo na najvyššej úrovni znečisťujúcich látok vypúšťaných do ovzdušia. Výroba elektrickej energie je v skutočnosti tradične jedným z najviac znečisťujúcich priemyselných odvetví. Postupne sprísňujúce predpisy elektrárne nútia, aby

elektrické generátory prišli s novými spôsobmi výroby elektriny. Nová technológia umožnila zemnému plynu zohrávať stále dôležitejšiu úlohu pri výrobe čistej elektriny.

Zemný plyn môže byť použitý na výrobu elektriny rôznymi spôsobmi. Najrozšírenejším je, keď sa fosílna palivá použijú na ohrev vody v kotli a výrobu pary, ktorá potom točí turbínou na výrobu elektriny. Tento spôsob výroby má pomerne nízku energetickú účinnosť – len 33 až 35 % tepelnej energie použitej na výrobu pary sa premení na elektrickú energiu.

Na výrobu elektriny sa používajú aj plynové turbíny a spaľovacie motory. Namiesto pary na otočenie turbíny sa používajú horúce plyny zo spaľovania plynu, ktoré slúžia na výrobu elektriny. Tento spôsob je o niečo menej efektívny, ako veľké parou riadené elektrárne.

Mnohé z nových plynových elektrární sú známe kombinovaným cyklom. V týchto typoch elektrární je plynová turbína a parná jednotka všetko v jednom. Plynová turbína funguje v podstate rovnakým spôsobom ako normálne plynové turbíny. Horúce plyny vzniknuté spaľovaním zemného plynu otáčajú turbínou a tak sa vyrába elektrina. Odpadové teplo z plynovej turbíny smeruje k výrobe pary, ktorá sa potom využíva na výrobu elektriny rovnako ako parné jednotky. Takýmto efektívnym využitím tepelnej energie je kombinovaný cyklus oveľa účinnejší ako parné jednotky a plynové turbíny samé. V skutočnosti sa môže dosiahnuť tepelná účinnosť až 50 – 60 %.

3.4 Zemný plyn v kogeneračných jednotkách

Technológia kogenerácie vychádza z myšlienky čo najefektívnejšieho využitia tepelnej energie uvoľnenej spaľovaním paliva, a to v jednom technologickom reťazci. Najprv sa vyrobí elektrická energia, následne sa využije odpadové teplo pre vykurovanie (prípadne klimatizáciu), ohrev vody alebo pre iné technologické účely. Ide o integrované systémy, ktoré sú schopné využiť energiu, ktorá je obvykle stratená vo forme tepla. Takýmto spôsobom, ktorý bol normálne plytvaním energiou, sa môže dramaticky zlepšiť energetická účinnosť.

Spoločná výroba elektriny a tepla nie je úplne nová myšlienka, na tomto princípe pracujú elektrárne alebo elektrárne s odberom tepla spaľujúce uhlie. Použitie zemného plynu na tieto účely však prináša neprekonateľné výhody. Pre spaľovanie zemného plynu môže byť použitý spaľovací motor, spaľovacia turbína alebo palivový článok ako budúca technológia. Tým sa dosiahne vyššia účinnosť využitia primárneho paliva pre výrobu elektriny 40 až 50 %, celkovo 85 až 90 %.

3.5 Zemný plyn v priemysle

Zemný plyn má množstvo priemyselného využitia, vrátane poskytovania základných ingrediencií pre rôzne produkty ako sú plasty, hnojivá, mrazuvzdorné kvapaliny a textílie. V skutočnosti je priemysel najväčším spotrebiteľom zemného plynu, čo predstavuje 43 % zemného plynu vo všetkých odvetviach. Zemný plyn je po elektrine druhým najpoužívanejším zdrojom energie v priemysle.

3.6 Zemný plyn v doprave

Zemný plyn je už dlho považovaný za alternatívne palivo k dnes používaným najčastejším palivám pre sektor dopravy. V skutočnosti sa zemný plyn používa ako palivo vo vozidle už od roku 1930 (obrázok takéhoto vozidla je na obr. č. 1).

Obr. č. 1: Vozidlo na zemný plyn z roku 1930.



Zemný plyn ako motorové palivo má obrovskú budúcnosť. Nielen, že je lacný oproti benzínu, má vysoké oktánové číslo (130, zvyšuje odolnosť proti klepaniu motora), ale hlavne je to čisté palivo, ktoré bohato spĺňa súčasné, ale aj budúce emisné limity. Zemný plyn sa požíva prevažne v stlačenej forme (CNG) v tlakových nádobách, kde jeho tlak je 200 bar (=20 MPa). Pri tomto tlaku sa objem plynu zmenší v pomere 200:1. Množstvo energie k jednotke objemu je 4 až 5 krát menšia ako u klasických uhľovodíkových palív. Ďalšia možnosť je skvapalnenie zemného plynu (LNG) podchladením a jeho uchovávaním v kryogénnych nádržiach pri pretlaku 0,15 MPa. Pri tomto spôsobe sa objem plynu zmenší približne 600 krát. Na dosiahnutie kvapalného stavu je potrebná teplota -162°C.

Zemný plyn je ľahší ako vzduch. Pri úniku teda nehrozí nebezpečenstvo, ako tomu je pri LPG, ktorý je ťažší ako vzduch a pri úniku dochádza k hromadeniu pri zemi alebo

k naplneniu podzemných priestorov. Vysoké oktánové číslo umožňuje u jednopalivových systémov využitie vyšších kompresných pomerov a, v porovnaní s benzínovým motorom, umožňuje u plynového motora dosiahnutie vyššej účinnosti pri nižšej spotrebe. U dvojpalivových systémov je pri prevádzke na zemný plyn výkon cca o 5 % menší v porovnaní s benzínovým motorom. Z ekologického hľadiska nedochádza pri plnení k úniku a ani k prípadnej kontaminácii pôdy.

Z hľadiska znečisťovania životného prostredia je záťaž zo spaľovania minimálna – až 30 % menej CO₂, nízke emisie NO_x i CO, nulové emisie síry, nulové emisie karcinogénnych aromatických látok a hlavne takmer nulové emisie pevných častíc (PM).

V súčasnosti patrí zemný plyn medzi najrozšírenejšie alternatívne palivá. Jeho výhody sú ekonomické, ekologické, bezpečnostné i strategické. Žiadne iné alternatívne palivo, dokonca ani benzín, sa nemôže pýšiť takou všestrannosťou ako zemný plyn. Medzi súčasnými 12 miliónmi vozidiel na zemný plyn sú motocykle, trojkolky, štvorkolky, osobné a dodávkové vozidlá, nákladné vozidlá, autobusy, traktory, letiskové ťahače, smetiarske automobily, čistiace vozidlá, rolby na ľad, lokomotívy a dokonca aj stopäťdesiattonové cestné vlaky. Počet vozidiel na zemný plyn exponenciálne rastie. Odhaduje sa, že by vozidlá na zemný plyn do roku 2020 mali predstavovať až 9 % všetkých vozidiel vo svete. Na cestách by sa tak malo objaviť až 50 miliónov nových vozidiel na zemný plyn. Do roku 2020 by malo na svete jazdiť až 65 miliónov vozidiel na zemný plyn.

Každé alternatívne palivo, ktoré sa snaží konkurovať už zabehnutým tradičným pohonným hmotám, trpí neexistenciou dostatočnej infraštruktúry potrebnej na rozšírenie jej využitia. Ide najmä o problém malého počtu plniacich staníc. Na Slovensku je v súčasnosti alarmujúco málo čerpacích staníc na CNG, kým naproti v Českej republike je to až 30 čerpacích staníc. V celom svete je v prevádzke takmer 12 000 plniacich staníc. Počet plniacich staníc vo vybraných štátoch je uvedený v tabuľke č. 3.

Tabuľka č. 3: Počet plniacich staníc na CNG vo vybraných štátoch (zdroj: SPP –distribúcia, a.s.).

Krajina	počet plniacich staníc
Slovensko	6
Česká republika	30
Rakúsko	98
Nemecko	720
Francúzsko	125
Ukrajina	200
USA	1600

Taliansko	609
Argentína	1687
India	198
Bangladeš	129

V súčasnosti existujú plniace stanice na pomalé plnenie (výkon kompresora 1 – 10 m³/hod., plnenie vozidla 3 – 12 hod.) a na rýchle plnenie (výkon kompresora 50 – 2 000 m³/hod., zásobník na CNG s objemom 100 – 15 000 m³ CNG, plnenie vozidla 3 – 15 min.). Rýchle plnenie používa väčšina plniacich staníc CNG, určených na verejné plnenie vozidiel CNG, väčšie firemné flotily a veľké počty autobusov.

Zemný plyn je najmä vďaka svojim výhodám predurčený na to, aby sa stal alternatívnym palivom v cestnej doprave. Už v roku 2001 Európska komisia vypracovala a prijala program pre využitie alternatívnych pohonných látok v doprave a taktiež navrhla tzv. „balíček opatrení“, ktorého realizácia by mala splnenie tohto programu zabezpečiť. Program predpokladá, že do roku 2020, by malo byť nahradených 20 – 23 % motorových palív vyrábaných na báze ropy alternatívnymi palivami, a to biopalivami, zemným plynom a vodíkom. Toto nahrádzanie má byť vykonané postupne (viď tabuľka č. 4). Napríklad zemný plyn v roku 2020 by mal tvoriť 10 % celkovej spotreby motorových palív EÚ. Tento zámer vychádza z potreby zníženia závislosti na ropy, ďalej z potreby zníženia emisií výfukových plynov a, v neposlednom rade, aj z potreby zníženia mernej spotreby paliva u spaľovacích motorov.

Tabuľka č. 4: Rozvoj alternatívnych palív podľa Európskej komisie uvedený
v Bielej knihe dopravnej politiky

Druh paliva		2005	2010	2015	2020
zemný plyn	%		2	5	10
biopalivá	%	2	6	7	8
vodík	%			2	5
celkom	%	2	8	14	23

4. Výhody zemného plynu v cestných vozidlách

Hlavné výhody pohonu na zemný plyn vo vozidlách

- ekologické výhody,
- ekonomické výhody,
- prevádzkové výhody,
- bezpečnostné výhody,
- jednoduchosť.

Ekologické výhody vyplývajú predovšetkým z chemického zloženia zemného plynu. Vozidlá na zemný plyn produkujú výrazne menej škodlivých látok ako vozidlá s klasickým palivom. Skúsenosti ukázali, že prevádzka týchto vozidiel sa, oproti prevádzke vozidiel s dieselovými motormi, z hľadiska životného prostredia vyznačuje predovšetkým nasledujúcimi výhodami:

- výrazné zníženie emisií pevných častíc (PM), ktoré sú považované, z dôvodov mutagénnych a karcinogénnych účinkov, za najzávažnejšie; dymivosť pri zemnom plyne je prakticky eliminovaná,
- zníženie ďalších, dnes sledovaných, zložiek emisií – oxidov dusíka (NO_x) a emisií oxidu uhľnatého (CO),
- zníženie emisií oxidu uhličitého (CO₂) skleníkového plynu cca o 10 až 15 %,
- zníženie nemetánových, aromatických a polyaromatických uhlíkovodíkov (PAU),
- zníženie tvorby ozónu v atmosfére nad zemou,
- spaliny neobsahujú oxid siričitý (SO₂),
- nie je potrebné pridávať aditíva a karcinogénne prísady,
- tichší chod motora a nižšia úroveň hluku,
- pri tankovaní nevznikajú straty paliva, napr. odparovaním,
- nemožnosť kontaminácie pôdy pri úniku paliva.

Ekonomické výhody vyplývajú z ceny za zemný plyn. Náklady na pohonné hmoty sú nižšie (2 až 3 krát).

Prevádzkové výhody, ide najmä o:

- lepšie zmiešavanie zemného plynu so vzduchom, čo umožňuje lepšiu rovnomernosť palivovej zmesi a možnosť pracovať s vysokým súčiniteľom prebytku vzduchu,
- väčší celkový dojazd vozidla u dvojpaliivových vozidiel,
- vyššiu životnosť motora a motorového oleja - vnútorné časti motora nie sú zanášané karbónovými usadeninami.

Bezpečnostné výhody sú pri zemnom plyne zjavné. Zemný plyn je, oproti benzínu, naftu a LPG, ľahší ako vzduch. Zápalná teplota je oproti benzínu dvojnásobná. Tlakové nádrže na zemný plyn vyrobené z ocele, hliníka, alebo kompozitných materiálov sú bezpečnejšie ako benzínové nádrže.

Ďalšou výhodou je **jednoduchosť** distribúcie plynu ku konečnému spotrebiteľovi. Zemný plyn je prepravovaný vybudovanými plynovodmi. Používaním sa znižuje počet

nákladných cisternových vozidiel s kvapalnými palivami. Zemný plyn má väčšiu perspektívu oproti palivám z ropy (benzín, nafta, LPG), vzhľadom na väčšie zásoby zemného plynu ako sú zásoby ropy.

5. Záver

Zemný plyn si našiel svoje miesto vo využití nielen ako chemická surovina v priemysle, či vo veľkej energetike (elektrárne), v malej energetike (vykurovanie, na varenie a ohrev vody), ale aj v doprave ako palivo. Jeho prednosti ho zaraďujú medzi významné fosílné palivá. Priority zemného plynu sú založené na vysokej účinnosti spaľovania, najnižšej produkcii polutantov a skleníkových plynov.

Literatúra:

- [1] VLK, F.: *Paliva a maziva motorových vozidel*, Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladateľstvá a vydavateľstvá, 2006, 376 str., ISBN 80-239-6461-5
- [2] HLAVŇA, V. a kol.: *Dopravný prostriedok a životné prostredie*, Edičné stredisko VŠDS v Žiline, 1996, 251 str., ISBN 80-7100-306-9
- [3] MORAVČÍK, L.: Alternatívne pohony cestných motorových vozidiel, In. *Doprava a spoje – elektronický časopis Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline*, ISSN 1336-7676, 2010, č. 1/2010, str. 174-182
- [4] Greencar2009 – Alternatívne pohonné hmoty, konferencia, Nitra 5.10.2009
- [5] <http://www.spp.sk>
- [6] <http://www.zemniplyn.cz>
- [7] <http://www.naturalgas.org>

Lektoroval:

Prof. Ing. Štefan Liščák, CSc., Žilinská Univerzita, Žilina

Zadané na uverejnenie: **30. mája 2011**