

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
ZAVOD ZA NAFTNO INŽENJERSTVO

Boris Klabučar

**Stlačeni prirodni plin u transportu**

Zagreb 2017.

## **Sadržaj**

1	Uvod.....	1
2	Stlačeni prirodni plin.....	2
3	Prednosti SPP tehnologije.....	3
4	Mane SPP tehnologije.....	4
5	SPP u Europi.....	6
6	Zaključak.....	7
	Popis literature.....	8

# 1 Uvod

Cilj ovog rada je prikazati tehnologiju stlačenog prirodnog plina (*engl. Compressed Natural Gas*), nabrojati prednosti i mane, te pokazati zastupljenost ove tehnologije u Europi i svijetu. CNG se koristi u transportu kao alternativa vozilima na benzin i dizel kao ekološki prihvatljivije rješenje. Od LPG tehnologije razlikuje se po kemijskom sastavu goriva, agregatnom stanju, gustoći energije u gorivu, načinu skladištenja i distribucijskoj mreži.

Energetska tranzicija u kojoj se nalazimo zahtjeva prelazak na nove niskougljične tehnologije. Jedna od njih je i tehnologija stlačenog prirodnog plina čije su najveće prednosti jeftina cijena i značajno manje emisije stakleničkih plinova i krutih čestica u odnosu na tekuća fosilna goriva. CNG vozila se mogu kupiti od proizvođača u obliku modela koji su posebno dizajnirani za tu tehnologiju ili se postojeća benzinska/dizel vozila mogu prenamijeniti za CNG. Sama konverzija vozila je ekonomski prihvatljiva jer ne zahtjeva velike promjene na motoru. Metan u obliku stlačenog plina je pogonsko gorivo ovog sustava te daje vozilu povećanu sigurnost jer u slučaju curenja, za razliku od tekućih goriva, istječe u atmosferu čime se ne zadržava na mjestu akcidenta i ne stvara prijetnju samozapaljenjem.

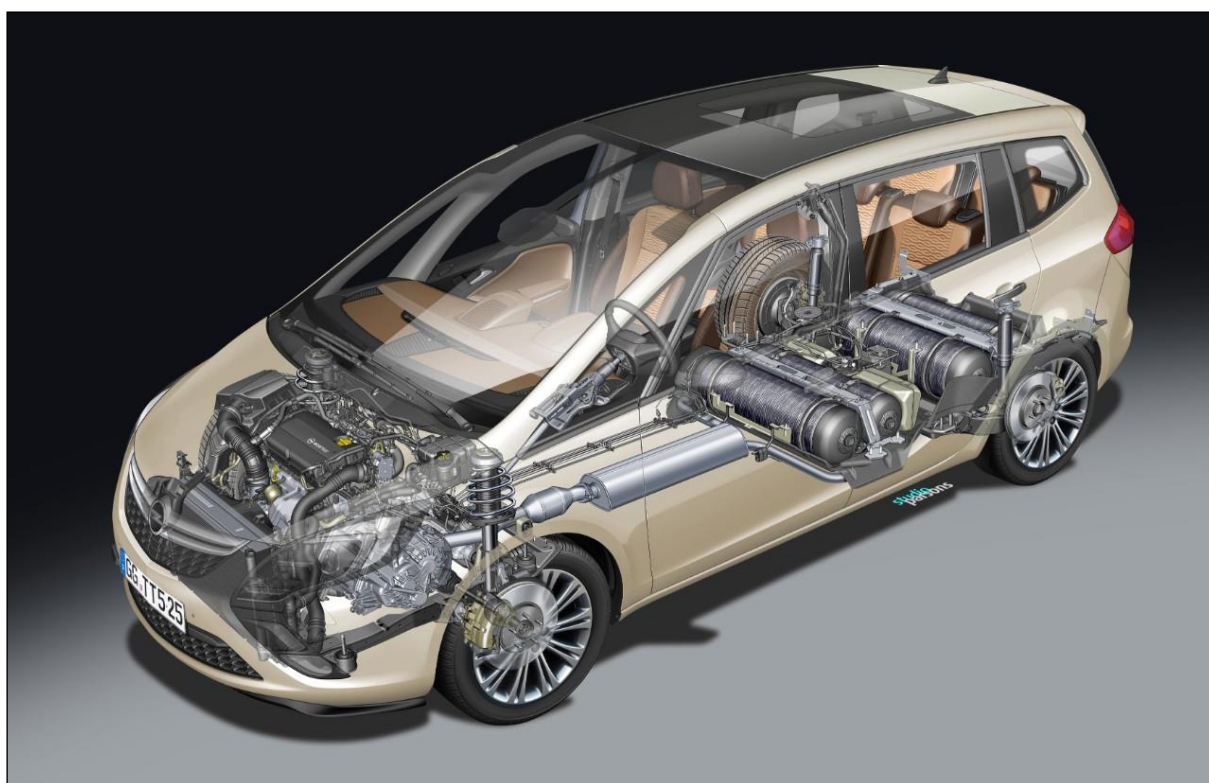
Vozila na CNG predstavljaju 0.4% ukupnog svjetskog tržišta automobila. Problem s kojom se ova tehnologija susreće i zbog koje trenutno nije široko prihvaćena uglavnom se odnosi na nerazvijenu distributivnu mrežu, odnosno, nepostojanje mjesta punjenja. Također, gustoća energije uskladištena u stlačenom metanu manja je od one u benzinu za 75%, što nije idealno te zbog čega CNG vozila zahtijevaju češće punjenje spremnika.

Stlačeni prirodni plin je svoju primjenu pronašao u javnom prijevozu u kojem pokazuje dobre rezultate, te možemo očekivati značajan rast u ovom segmentu tržišta.

## 2 Stlačeni prirodni plin

Tehnologija stlačenog prirodnog plina temelji se na komprimiranju prirodnog plina (99% čistom metanu) na tlak od 200 do 250 bara pri temperaturi okoline. Metan se u takvim uvjetima ponaša kao nadkritični fluid te zauzima manje od 1% volumena kojeg bi zauzimao pri standardnim uvjetima.

Plin se skladišti u spremniku pod tlakom koji je smješten u prtljažnik ili u podu automobila. Moguća je prenamjena benzinskih i dizel automobila na CNG tehnologiju, slična je onoj koja se provodi za LPG vozila te košta ~2500€. Šematski prikaz CNG automobila prikazan je na Slici 2.1.



*Slika 2.1. Šematski prikaz komponenti CNG automobila*

### 3 Prednosti SPP tehnologije

U proteklih deset godina dogodio se značajan napredak u CNG tehnologiji, što je rezultiralo njenom implementacijom u sektorima koji mogu ostvariti najveće uštede koristeći ovu tehnologiju. Prvenstveno se radi o javnom prijevozu, taksi službama i ostalim subjektima koji prelaze velike udaljenosti u cestovnom prometu.

Prednosti CNG tehnologije su:

- 1) Korištenje motora s unutarnjim izgaranjem, što značajno olakšava prenamjenu već postojećeg voznog parka, smanjuje trošak prenamjene, edukacije mehaničara itd.
- 2) Trošak ugradnje je relativno malen, ~2500€ za osobna vozila.
- 3) Niži troškovi održavanje u odnosu na vozila koji koriste naftne derivate i LPG.
- 4) Povećana sigurnost od požara i eksplozije. CNG vozila su sigurnija u odnosu na vozila koja koriste tekuća goriva. Uvjeti pri kojima dolazi do zapaljenja metana su vrlo restriktivni. Temperatura samozapaljenja je 540°C, te koncentracija metana u zraku mora biti 5-15%. Također, ukoliko dođe do propuštanja spremnika SPP, metan će se vrlo brzo raspršiti u atmosferi te će supstanca koja prijete zapaljenjem nestati s lokacije nesreće. Kod tekućih goriva, supstance ostaju na lokaciji nesreće te povećavaju mogućnost zapaljenja.
- 5) Značajno manje zagađenje zahvaljujući činjenici što se SPP sastoji gotovo isključivo od metana. Pri istoj prijeđenoj kilometraži, CNG vozilo će emitirati značajno manje stakleničkih plinova u odnosu na benzinsko vozilo. Tablica 1. prikazuje razliku u emisijama.
- 6) 50% niža cijena goriva po prijeđenom kilometru u odnosu na benzin.
- 7) Povećana učinkovitost zahvaljujući boljem miješanju goriva sa zrakom što rezultira većem udjelu potpunog izgaranja.

Tablica 1. Prikaz smanjenja emisija CNG vozila

	Smanjenje emisija CNG-ja u odnosu na benzin
CO <sub>2</sub>	26%
CO	90-97%
NO <sub>x</sub>	50%
SO <sub>x</sub>	~99%
Krute čestice	100%

## 4 Mane SPP tehnologije

Stlačeni prirodni plin se koristi od 1930. godine, no zastupljenost u svjetskom prometu je tek 0,4%. Glavni razlog slabe implementacije je u maloj udaljenosti koju CNG vozila mogu preći s jednim punjenjem.

Mane CNG tehnologije:

- 1) Mala gustoća energije. Ako usporedimo energetska vrijednost koja se skladišti u istom volumenu CNG, LPG i benzina, jasno je da CNG može skladištiti najmanje energije, te posljedično prijeći najmanju udaljenost s jednim punjenjem. Tablica 2. prikazuje odnose u gustoći energije raznih goriva.
- 2) Povrat investicije za osobna vozila je uglavnom predugačak da bi bio zanimljiv. Iako je cijena investicije relativno mala, prosječan korisnik prelazi premalu udaljenost da bi ušteda od goriva i održavanja predstavljala značajan poticaj.
- 3) Subjektivne preferencije potrošača. Prosječan korisnik ne voli koristiti plin zbog njegovog nepredvidivog ponašanja pri curenju, plin pod tlakom samo potencira taj strah.
- 4) Fugitivne emisije predstavljaju svako curenje, odnosno, neplanirano puštanje metana u atmosferu. Povećano korištenje CNG tehnologije povećati će i slučajne emisije metana u atmosferu, koji je također staklenički plin i ima GWP (*engl. Global Warming Potential*) 25 puta veći od ugljičnog dioksida u vremenskom razdoblju od 100 godina.



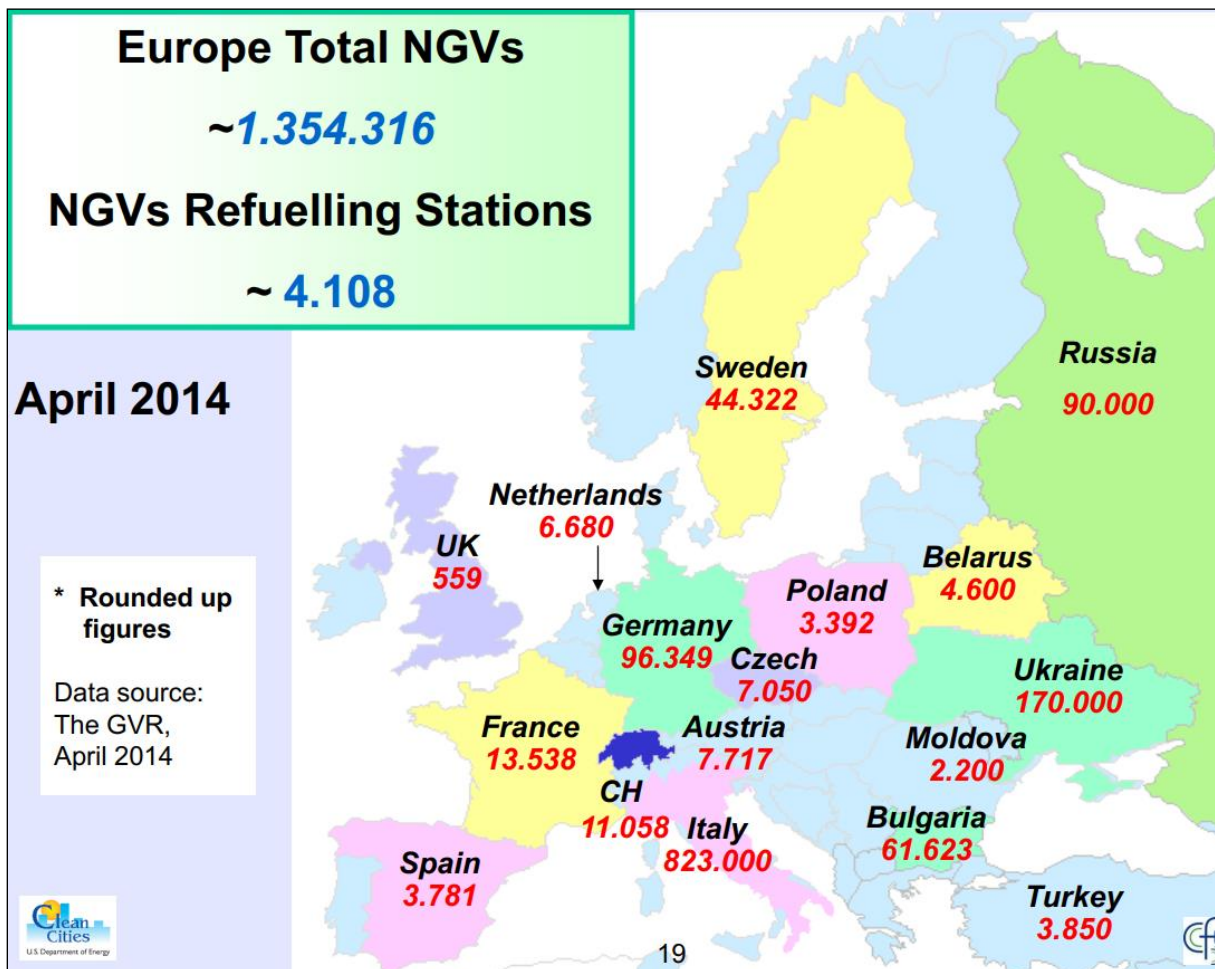
Slika 4.1. Prikaz prednosti i mana CNG tehnologije

Tablica 2. Prikaz gustoće energije u pojedinim gorivima

	Ekvivalent energije pohranjen u 1m <sup>3</sup> CNG	
1m <sup>3</sup> CNG	0.42m <sup>3</sup> LPG (-58%)	0.25m <sup>3</sup> benzina (-75%)

## 5 SPP u Europi

Stlačeni prirodni plin je u Europi prisutan od 1930-tih godina. Unatoč dugoj povijesti korištenja i značajnim prednostima koje omogućava, tehnologija nije široko prihvaćena. Trenutno u Europi postoji ~2500 punionica stlačenog prirodnog plina, odnosno, 500 000 vozila. Većinu tih vozila čini javni prijevoz i taksi službe.



Slika 5.1. Prikaz CNG punionica i NGV (engl. Natural Gas Vehicles) vozila po državama



## 6 Zaključak

Tehnologija stlačenog prirodnog plina pokazuje puno prednosti u odnosu na konvencionalna vozila na tekuća goriva. Slaba prihvaćenost od strane tržišta, 0.4% ukupnih vozila svijeta su CNG vozila, ukazuje na prepreke koje ova tehnologija još nije premostila, a uglavnom se odnose na slabo razvijenu infrastrukturu stanica za punjenje. Glavna prednost ove tehnologije je smanjenje zagađenja i povećana učinkovitost, dok je najveća mana mala gustoća energije stlačenog plina. Stlačeni prirodni plin je svoju primjenu pronašao u javnom prijevozu u kojem pokazuje dobre rezultate, te možemo očekivati rast u ovom segmentu tržišta.

## Popis literature

- 1) Department of Energy, Lessons Learned to Create Deployment Strategies for Commercializing NGVs, 2014. URL: [https://cleancities.energy.gov/files/u/news\\_events/document/document\\_url/13/ngv\\_markets.pdf](https://cleancities.energy.gov/files/u/news_events/document/document_url/13/ngv_markets.pdf)
- 2) Nature, Long-term decline of global atmospheric ethane concentrations and implications for methane, 2012. URL: <https://www.nature.com/articles/nature11342>
- 3) Arctic News. URL: <http://arctic-news.blogspot.hr/2014/04/methane-buildup-in-atmosphere.html> (10.12.2017)
- 4) WebArchive. <https://web.archive.org/web/20100110101111/http://www.iangv.org/tools-resources/statistics.html> (11.12.2017)
- 5) NGVAmerica. URL: <http://www.ngvamerica.org/natural-gas/environmental-benefits/> (11.12.2017)
- 6) FinancialTribune. URL: <https://financialtribune.com/articles/energy/44382/cng-stations-to-top-2380-by-march> (16.12.2017)
- 7) Envocare. URL: [http://www.envocare.co.uk/lpg\\_lng\\_cng.htm](http://www.envocare.co.uk/lpg_lng_cng.htm) (15.12.2017)