

*Dolnośląska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o.  
we Wrocławiu z zespołem*

# ***Zasilanie CNG alternatywą dywersyfikacji paliw silnikowych***

*Ryszard Michałowski*

***V SEMINARIUM SIECI NAUKOWO-GOSPODARCZEJ  
ENERGIA***

*Wrocław dnia 26.02.2007*

**CNG** – (Compressed Natural Gas) sprężony gaz ziemny

**LNG** – (Liqueified Natural Gas) skroplony gaz ziemny

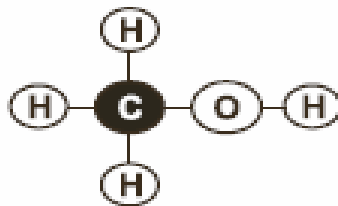
**LPG** – (Liqueified Petroleum Gas skroplony propan – butan

**NGV** – (Natural Gas Vehicles) pojazdy napędzane gazem ziemnym

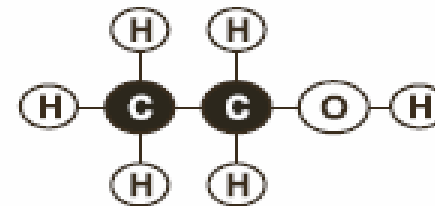
## Schemat poglądowy o liczbie węgla w związku chemicznym



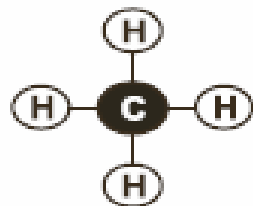
$H_2$  - Hydrogen



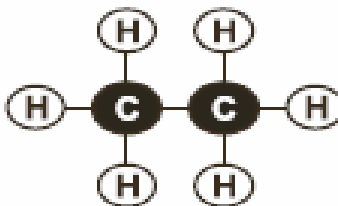
$CH_3OH$  - Methanol



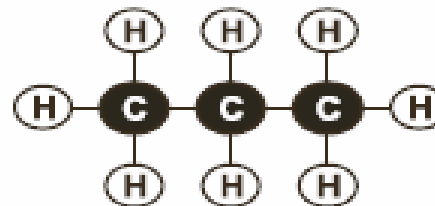
$C_2H_5OH$  - Ethanol



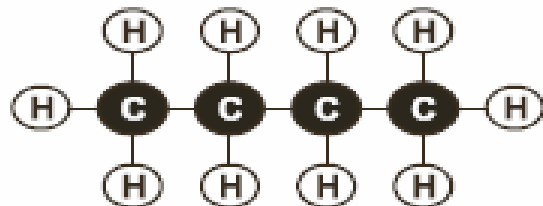
$CH_4$  - Methane



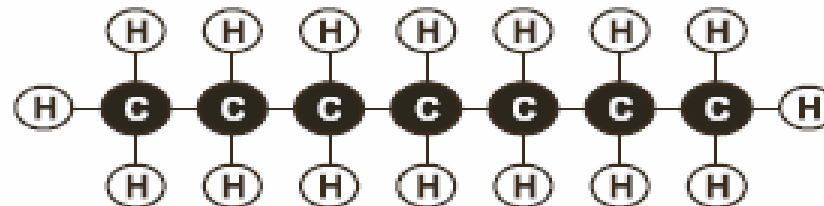
$C_2H_6$  - Ethane



$C_3H_8$  - Propane



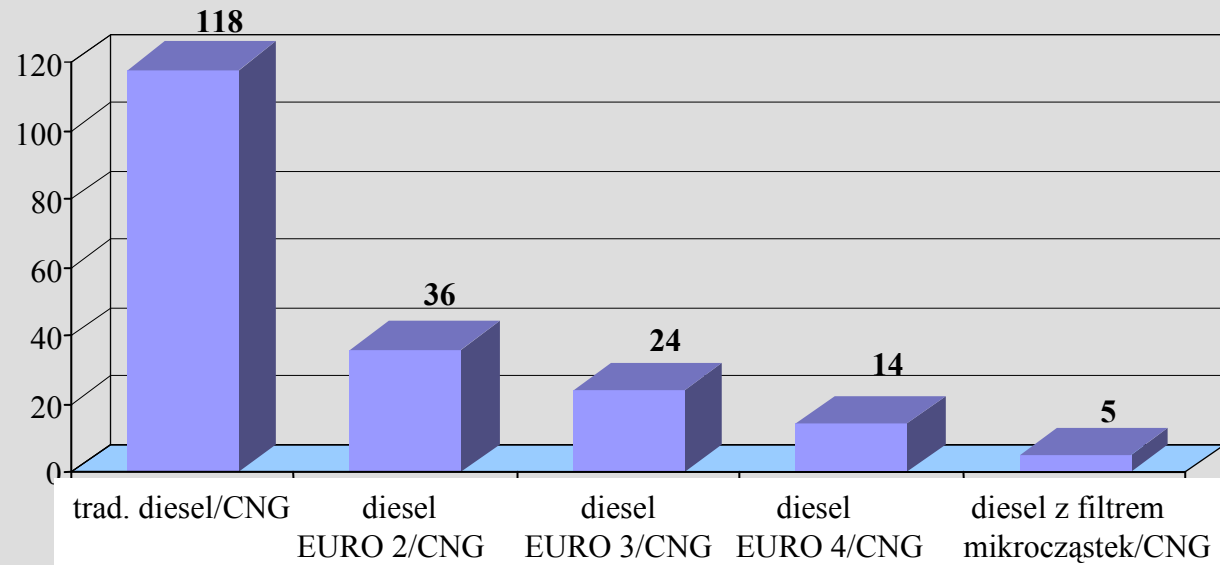
$C_4H_{10}$  - Butane (Normal)



$C_7H_{16}$  - Heptane (Normal)

## Potencjalne zagrożenie kancerogenne spalinami autobusów z napędem diesel /CNG – wg danych IANGV

[Krotność]



**Emisja spalin wg testu ETC dla silnika CNG MAN E 2866DUH03  
oraz normy europejskie EURO 3-5**

Składniki	g/kWh			
	Emisja rzeczywista	Norma EURO 3	Norma EURO 4 (2005)	Norma EURO 5 (2008)
CO	<b>0.12</b>	5,45	4,00	4,00
NMHC	<b>0,0</b>	0,78	0,55	0,55
CH4	<b>0,02</b>	1,6	1,1	1,1
NO <sub>x</sub>	<b>0,36</b>	5,0	3,5	2,0
PM	<b>0,007</b>	0,16	0,03	0,03

**Stosowanie gazu ziemnego jako paliwa  
do zasilania silnika spalinowego w  
porównaniu z benzyną oznacza:**

- **ok. 70 - 90% obniżenie emisji CO,**
- **prawie 85% redukcję NMHC,**
- **prawie 50-80% redukcję NOx,**
- **obniżenie o ok. 20% CO<sub>2</sub>**

## Stosowanie gazu ziemnego jako paliwa do zasilania silnika spalinowego w porównaniu z ON oznacza:

- **ok. 25% obniżenie emisji CO<sub>2</sub>**
- **prawie 90% redukcję NMHC,**
- **prawie 100% redukcję PM,**
- **wyeliminowanie efektu zadymienia i smogu (99%),**
- **ok. 40% obniżenie poziomu hałasu (z odl. 7 metrów),**
- **obniżenie emisji NO<sub>x</sub> (50%) oraz CO**
- **zdecydowane obniżenie kancerogenności spalin**

# **Bezpieczeństwo strategiczne dostaw**

*Dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego dla odbiorcy korzystnym jest:*

- zróżnicowanie rodzajów stosowanych paliw*
- dywersyfikacja źródeł dostaw (ograniczenie skutków braku dostaw płynnych paliw)*
- mniejsza ilość cystern z paliwami płynnymi na drogach*

# ***Aspekty ekonomiczne stosowania CNG***

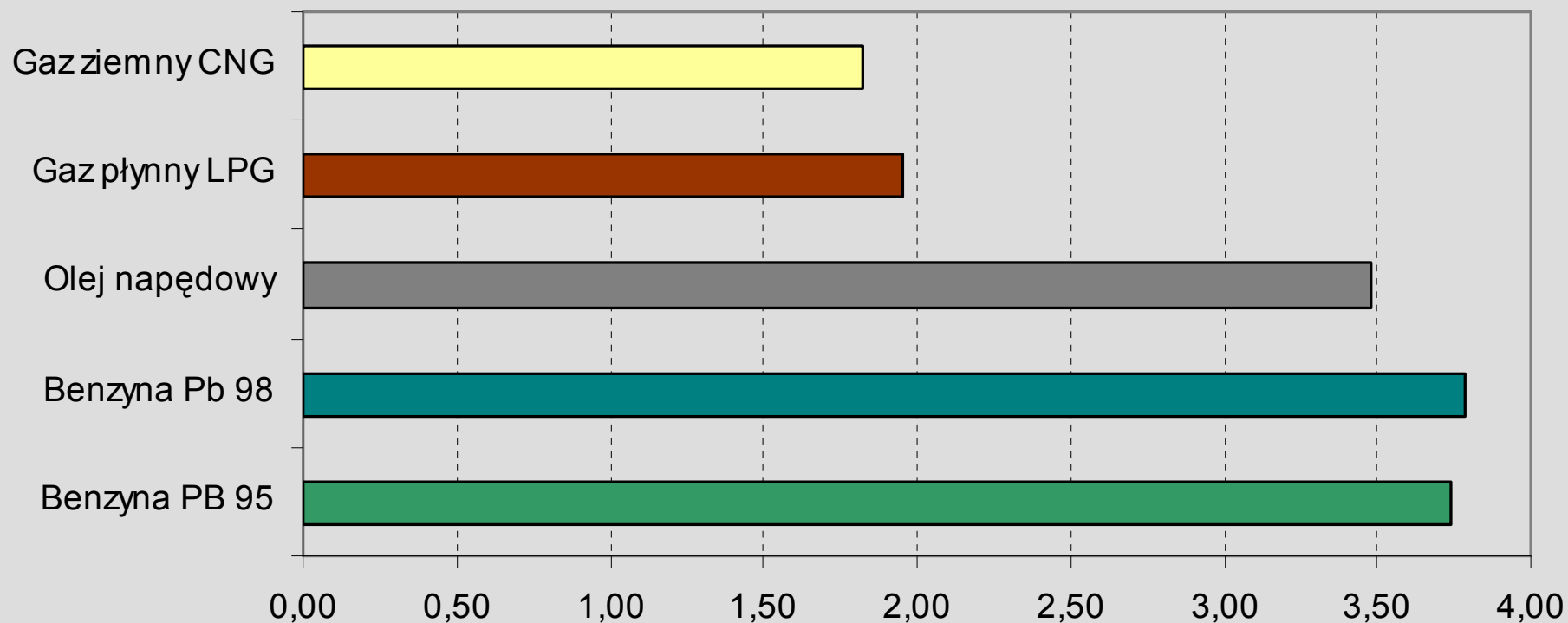
## Po stronie dostawcy gazu

- Nakłady inwestycyjne (*budowa stacji sprężania*)
- Koszty eksploatacji stacji

## Po stronie użytkownika pojazdów

- Większe nakłady na zakup pojazdów na CNG (*ok. 10-20%*)
- Nakłady na modernizację infrastruktury technicznej
- Niższe opłaty ekologiczne (*decyzje lokalne*)
- Niższe wydatki na zakup paliwa (*30-40%, istotna różnica cen paliw oraz skala przedsięwzięcia*)

*Ceny paliw samochodowych w dniu 23.02.2007r.  
Stacja paliw we Wrocławiu ul. Gazowa 3*



## Przewidywane udziały poszczególnych paliw w rynku paliwowym UE

Rok	Biopaliwa	Gaz ziemny	H2	$\Sigma$
2005	2	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23



*Dalsze procesy zabudowy instalacjami CNG floty pojazdów Zakładu  
Gazowniczego we Wrocławiu i pojawiających się klientów*



## *Projekty w RPO 2007-2013 dotyczące paliwa - sprężony gaz ziemny (CNG)*

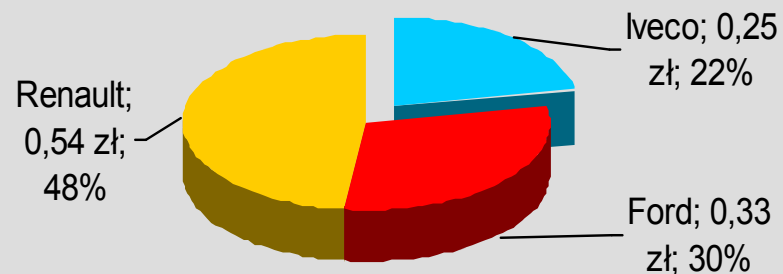
1. Czysty ekologicznie transport dla miasta Głogowa i regionu legnicko-głogowskiego (P.Wr., PKS Gogów).
2. Czyste ekologicznie linie autobusowe dla miasta Wrocławia (P.Wr., MPK Wrocław).
3. Czysty ekologicznie transport dla miasta Dzierżoniowa i okolic (P.Wr., PKS Dzierżoniów).
4. Czysty ekologicznie transport dla miasta Jelenia Góra (P.Wr., MPK Jelenia Góra)
5. Ekologicznie przyjazny pasażerom transport zbiorowy na terenie Dolnegośląska (P.Wr.,PKS Oława).

# Pojazdy PP CL O/Wrocław

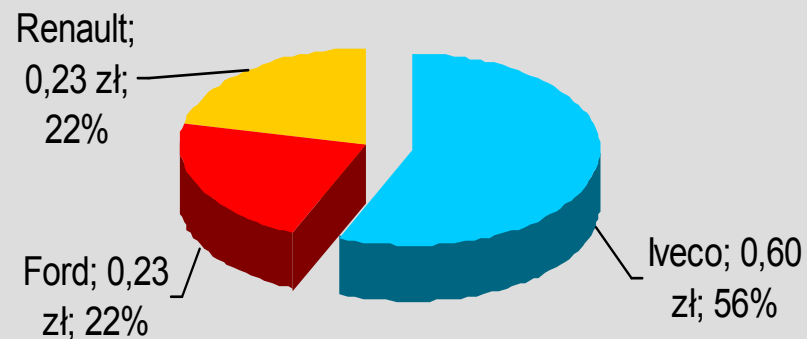


## Porównanie kosztów eksploatacji w przeliczeniu na 1 km przebiegu (bez odpisu amortyzacyjnego)

Śr. koszt eksploatacji (b.am) za okres 6 mcy w przeliczeniu na 1 km



Koszt amortyzacji - udział w kwocie ogólnej



# Podsumowanie Projektu pilotażowego PP

(p. Sławomir Durasiewicz Poczta Polska, Dyrekcja Generalna, Biuro Logistyki)

Samochody z napędem CNG, jako ekologicznie czyste, w dobie coraz częstszego ograniczania przestrzeni miejskiej dla pojazdów samochodowych, będą miały większą możliwość poruszania się po *restricted area* niż pojazdy konkurencji z napędem benzynowym czy silnikami Diesla. Dlatego samochód o napędzie ekologicznym to w dużej mierze samochód miejski i do takich samochodów należy przyszłość. Posiadanie takich samochodów oraz posiadanie zdolności administracyjnej do poruszania się po ścisłych centrach miast dałaby Poczcie dużą przewagę konkurencyjną.

# DLA - posiadany tabor

- AUTOSAN H6, H7
- IKARUS 260
- IKARUS 280
- JELCZ L090
- JELCZ 120 M
- JELCZ M081 (Edi)
- MERCEDES O305
- MERCEDES O405
- MERCEDES O405 N
- MERCEDES O345 Conecto
- MERCEDES O530 Citaro
- NEOPLAN N316
- NEOPLAN N4016
- NEOPLAN N4021



# Zalety i wady stosowania taboru zasilanego gazem ziemnym wg DLA (p. Mirosław Zieliński)

## **ZALETY**

- niższy koszt 1 wozokm.
- większa elastyczność silnika
- zdecydowanie niższa emisja substancji szkodliwych do atmosfery
- krótki czas napełniania zbiorników w porównaniu do stanu sprzed kilku lat

## **WADY**

- dostępność do stacji tankowania
- ograniczony zasięg autobusu
- wyższe koszty zakupu taboru
- skomplikowana procedura rejestracji autobusów
- ograniczony dostęp do warsztatów i części
- możliwość wprowadzenia akcyzy na paliwo

# Uwagi końcowe DLA (p. Mirosław Zieliński)

- Istnieją realne możliwości wprowadzenia do systemu komunikacji miejskiej przez naszą firmę większej ilości autobusów napędzanych CNG, przy jednoczesnym wykorzystaniu funduszy strukturalnych oraz zainteresowania ze strony miasta,
- Zasadne jest wprowadzanie we Wrocławiu autobusów spełniających normy emisji spalin EURO 5 ze względu na niską emisję spalin i pyłów do środowiska, oraz niższy poziom hałasu.

- średnie zużycie gazu kształtuje się na poziomie  $58,56\text{m}^3$  /100 km,
- przy eksploatacji porównywalnego autobusu zasilanego „tradycyjnym” paliwem koszt 1 km jest droższy o 25-30%,
- zakładając, że autobus komunikacji miejskiej w rocznym przebiegu przejedzie 70 000 km, okres zwrotu wyniesie ok. 4.3 roku (przy założeniu, że zwrot kosztów nastąpi po przejechaniu przez autobus ponad 300 000 km) a oszczędność kosztów względem oleju napędowego przy przejechaniu 100 km to kwota rzędu 36,5 zł.

# MPK Wałbrzych Projekt z Poddziałania 1.1.2 (ZPORR)

W ramach przedmiotowego projektu:

- Zakupiono 8 nowych autobusów zasilanych CNG firmy Kapena,
- Będzie unowocześniona myjnia autobusowa,
- Będzie przebudowana łącznia pracownicza,
- Będzie zamontowana instalacja do odsysania spalin,
- Będzie zainstalowana kabina lakiernicza

Ponieważ są to działania, społecznie nie nastawione zdecydowanie na generowanie zysków (NPV ujemne), istniała szansa która została wykorzystana na otrzymanie dotacji unijnych w wysokości 75% kosztów kwalifikowanych.

# Dalsze przebudowy pojazdów

- Remont używanych autobusów marki Jelcz 125 połączony z zmianą silnika Diesla na gazowy
- Remont połączony jest z wymianą ramy w pojeździe
- Ilość pojazdów 25 szt
- Budowa stacji przez PGNiG SA o parametrze docelowo 600 nm<sup>3</sup> sprężonego gazu ziemnego

# Pojazdy nauki jazdy

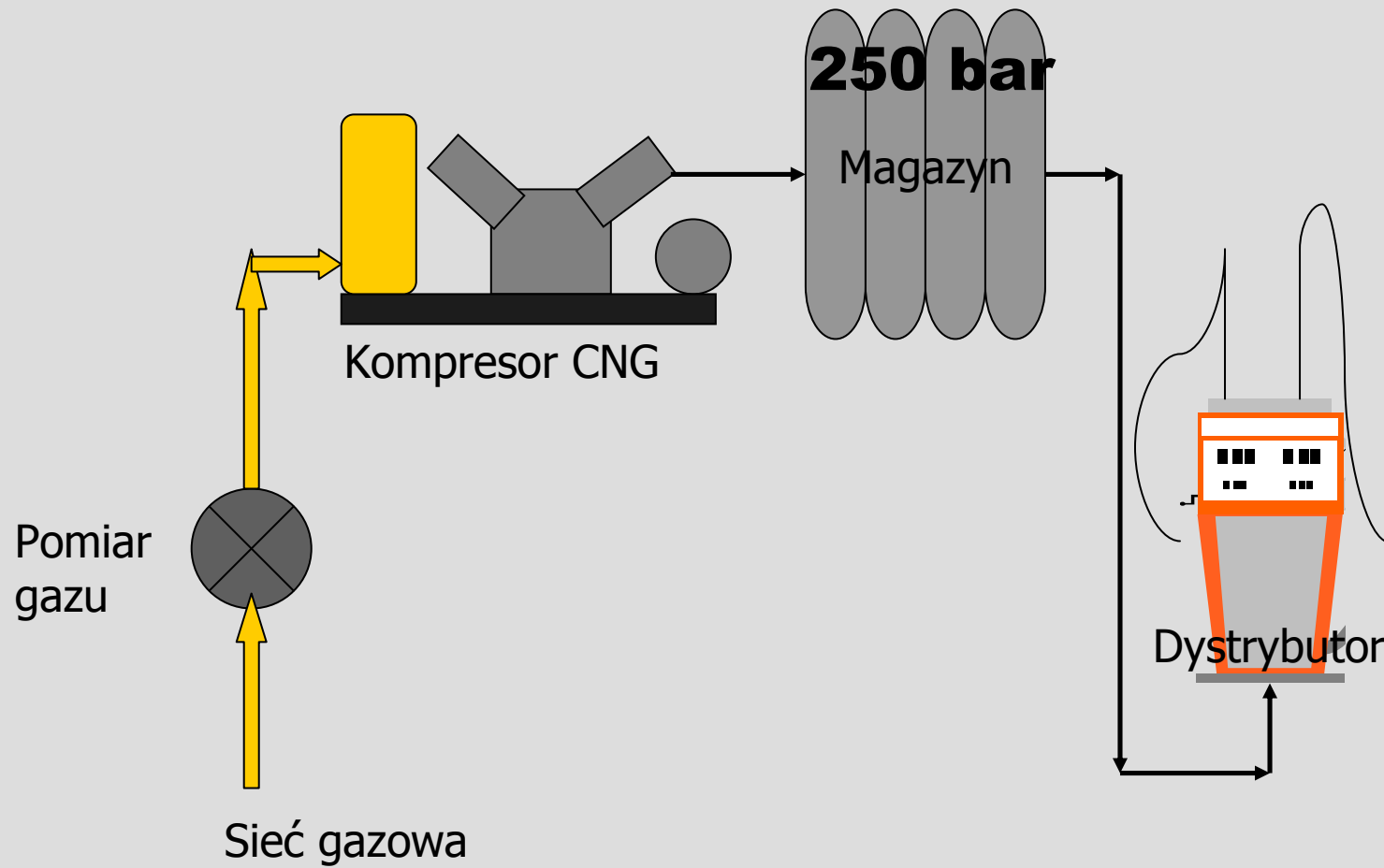


# PKS w Oławie S.A

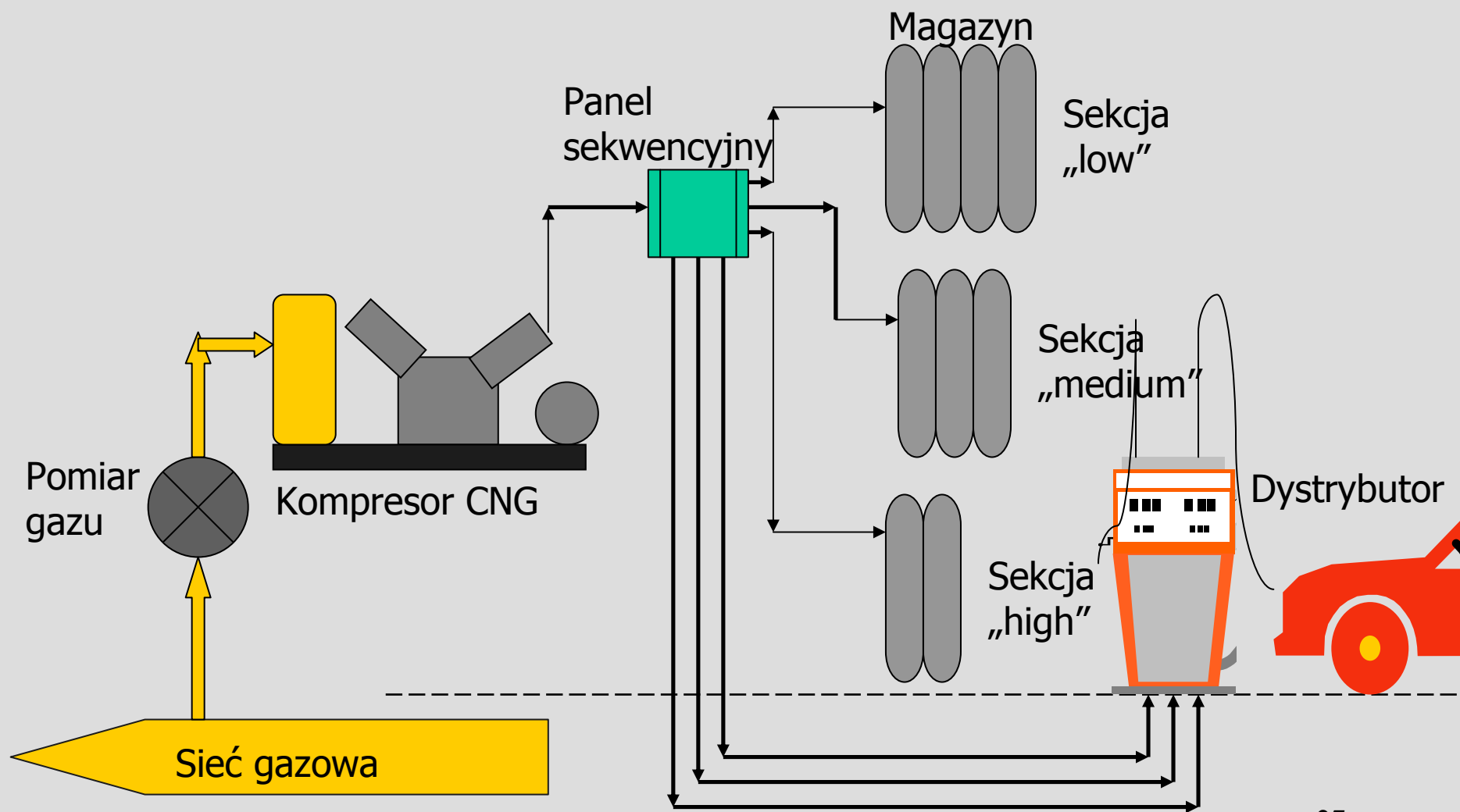


- Autobus Mercedes Benz 405N,
- Zużycie gazu na 100 km – 46 nm<sup>3</sup>,
- Koszt paliwa na 100 km przy cenie 1,49 zł (netto) wynosi 68,54 zł
- Koszt paliwa ON przy zużyciu 40 l/100 km wynosi 114 zł.

# System szybkiego tankowania



# System szybkiego tankowania – 3 linie



*Nowe rozwiązania procesu napełniania zbiorników pojazdów zasilanych CNG – Wrocław ul. Gazowa 3*



# Stacje CNG w strukturze DSG



## określając wielkość stacji tankowania gazu

Ilość kompresorów	<b>1</b>	
Wielkość kompresorów	<b>300</b>	m <sup>3</sup> /godz
Pojemność zbiorników w pojazdach	<b>175</b>	m <sup>3</sup>
Pojemność „wodna” zbiorników stacji	<b>80</b>	litry
Ciśnienie robocze zbiorników stacji	<b>25000</b>	kPa
Ilość zbiorników stacji	<b>45</b>	
Pojemność „wodna” zestawu zb. Stacji	<b>3,60</b>	m <sup>3</sup>
Pojemność gazowa zestawu zb. Stacji	<b>891</b>	m <sup>3</sup>

<b><math>pV = mRT</math></b>	<i>waga i ilość gazu w zestawie zbiorników</i>	
$p = \text{ciśnienie kPa}$	$m = pV/RT$	591 kg
$V = \text{ilość m}^3$	$V = mRT/p$	891 m <sup>3</sup>
$m = \text{waga kg}$		
$R = \text{stała charakterystyczna gazu kJ/kg.K (0.520 dla Metanu)}$		
$T = \text{temperatura absolutna w kelwinach (deg C + 273)}$		

Liczba pojazdów	Niezbędny gaz (m <sup>3</sup> )	Gaz dostępny z kompresora przy 100% wydajności (m <sup>3</sup> )	Gaz dostępny z zestawu zbiorników stacji (m <sup>3</sup> )	Gaz nadmiarowy, dostępny z kompresora (m <sup>3</sup> )	Gaz niezbędny z zestawu zbiorników stacji (m <sup>3</sup> )	Gaz pozostający w zestawie zbiorników stacji (m <sup>3</sup> )
<b>3</b>	472,5	300	356	0	172,5	184
<b>3</b>	472,5	300	184	0	172,5	11
<b>3</b>	472,5	300	11	0	172,5	-161
<b>3</b>	472,5	300	-161	0	172,5	-334
<b>3</b>	472,5	300	-334	0	172,5	-506
<b>3</b>	472,5	300	-506	0	172,5	-679
<b>3</b>	472,5	300	-679	0	172,5	-851
<b>3</b>	472,5	300	-851	0	172,5	-1024

## określające wielkość stacji tankowania gazu

Ilość kompresorów	<b>1</b>	
Wielkość kompresorów	<b>500</b>	m <sup>3</sup> /godz
Pojemność zbiorników w pojazdach	<b>175</b>	m <sup>3</sup>
Pojemność „wodna” zbiorników stacji	<b>80</b>	litry
Ciśnienie robocze zbiorników stacji	<b>25000</b>	kPa
Ilość zbiorników stacji	<b>45</b>	
Pojemność „wodna” zestawu zb. Stacji	<b>3,60</b>	m <sup>3</sup>
Pojemność gazowa zestawu zb. Stacji	<b>891</b>	m <sup>3</sup>

<b><math>pV = mRT</math></b> <i>p = ciśnienie kPa</i> <i>V = ilość m<sup>3</sup></i> <i>m = waga kg</i>	<i>waga i ilość gazu w zestawie zbiorników</i>		
	$m = pV/RT$	591	kg
	$V = mRT/p$	891	m <sup>3</sup>
<i>R = stała charakterystyczna gazu kJ/kg.K (0.520 dla Metanu)</i>			
<i>T = temperatura absolutna w kelwinach (deg C + 273)</i>			

Liczba pojazdów	Niezbędny gaz (m <sup>3</sup> )	Gaz dostępny z kompresora przy 100% wydajności (m <sup>3</sup> )	Gaz dostępny z zestawu zbiorników stacji (m <sup>3</sup> )	Gaz nadmiarowy, dostępny z kompresora (m <sup>3</sup> )	Gaz niezbędny z zestawu zbiorników stacji (m <sup>3</sup> )	Gaz pozostający w zestawie zbiorników stacji (m <sup>3</sup> )
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356
<b>3</b>	472,5	500	356	27,5	0	356

# Stacje i pojazdy w Polsce

Obszar	Autobusy	Poj. tech. i osob.	Sam prywat.	Ogólnodostępne stacje tank (m3/h)
PSG	Inowrocław – 9, Słupsk-5	120	170	Inowrocław (220), Gdańsk (60), Olsztyn (70), Bydgoszcz (70), Słupsk (600)
KSG	Przemyśl - 24 Rzeszów – 30, Zamość-10 Tarnów - 15 (+2Ś) Kraków-2, Mielec-2, Dębica-6	70	200	Tarnów (300), Rzeszów (900), Kraków (600), Kraków (60) Dębica (120), Jasło (30), Zamość (300), Mielec (300), <a href="#">Lublin (1100)</a>
DSG	Wrocław 14 (DLA) Oława- 1, Dzierżoniów-2, Wałbrzych 2(33)	135	35 (+40 przejezdnych)	Wrocław (300 i 300), Zgorzelec (18), Legnica (40), Dzierżoniów (60) Wałbrzych (45)
GSG	Żory - 10, Tychy -16, Trzebinia - 7	7	40	Trzebinia (300); Tychy (600), <a href="#">Pawłowice (150)</a>
WSG	Komorniki ZUK-2	17	7	Poznań (140)
MSG	Warszawa - 1 Radom - 16	61	210	Warszawa (600), Radom (600 i 9)
<b>Σ ok. 1250</b>	<b>174 (+2 Ś)</b>	<b>425</b>	<b>650</b>	<b>Σ25 32</b>



## *Czynniki wpływające na efektywność projektu występujące w projekcie po stronie odbiorcy CNG*

- **Zmiana cen CNG**
- Dodatkowe koszty zakupu pojazdu
- Wskaźniki zużycia CNG/ON
- Zmiana średniorocznych przebiegów
- Koszty dojazdów do stacji CNG

## *Czynniki wpływające na efektywność projektu po stroni dostawcy CNG*

- Dodatkowe koszty zakupów infrastruktury stacji CNG
- **Różnica w cenach zakupu i sprzedaży gazu**
- Koszt energii na sprężenie 1 m<sup>3</sup> gazu
- Koszt obsługi stacji – sprzedawcy ( stacja całodobowa)
- Koszt serwisu

*Szanowni Państwo*

*Wielki to dla mnie zaszczyt że mogłem przed Państwem zaprezentować w dużym skrócie to co chciałbym aby było szeroko rozwiązywane i zastosowane w praktyce w na obszarze DOLNEGOŚLĄSKA.*

*Dziękuję za uwagę*

.