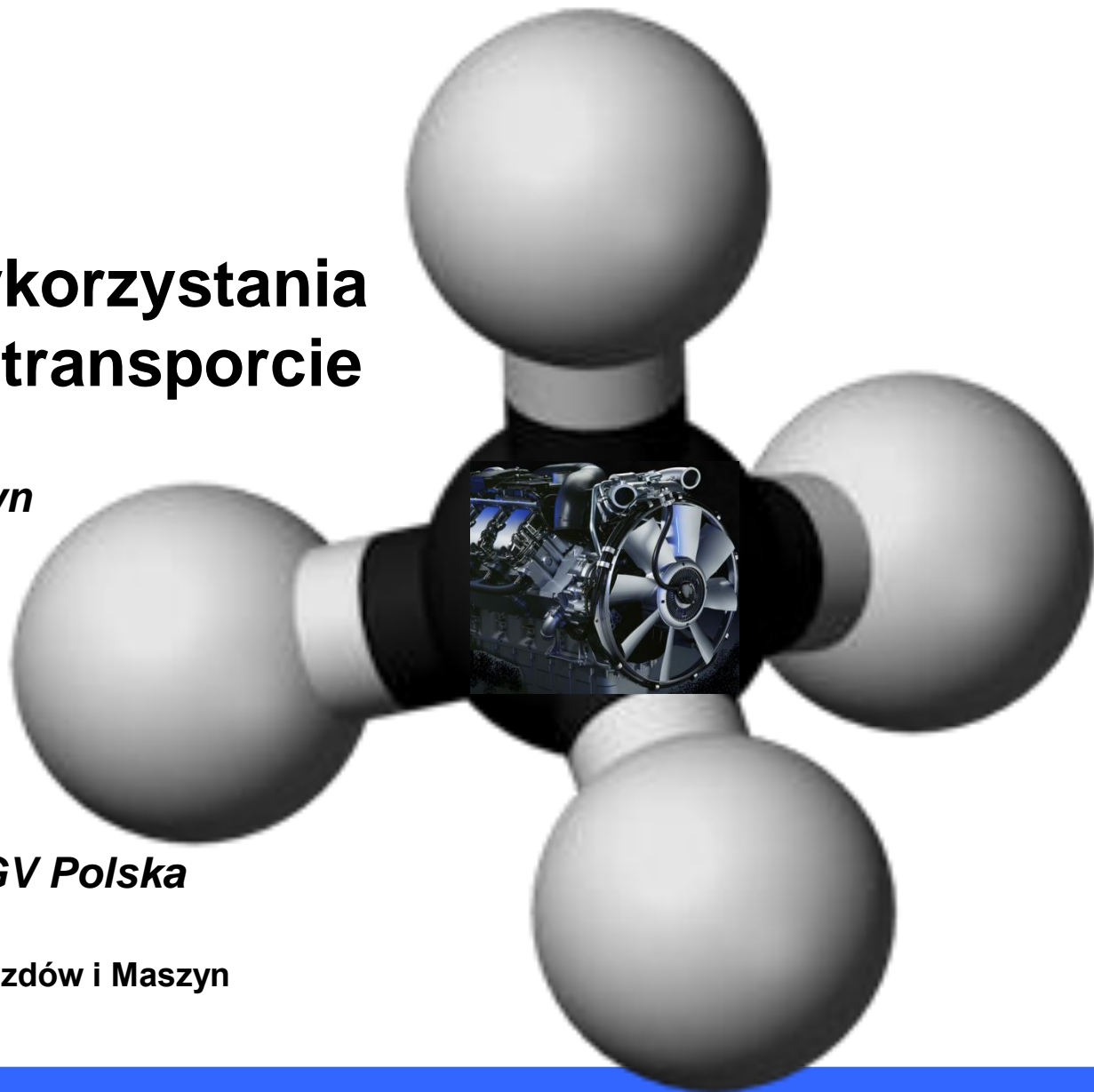


Perspektywy wykorzystania CNG w polskim transporcie

dr inż. Ryszard Wołoszyn



Stowarzyszenie NGV Polska



Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn
Politechnika Radomska

EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



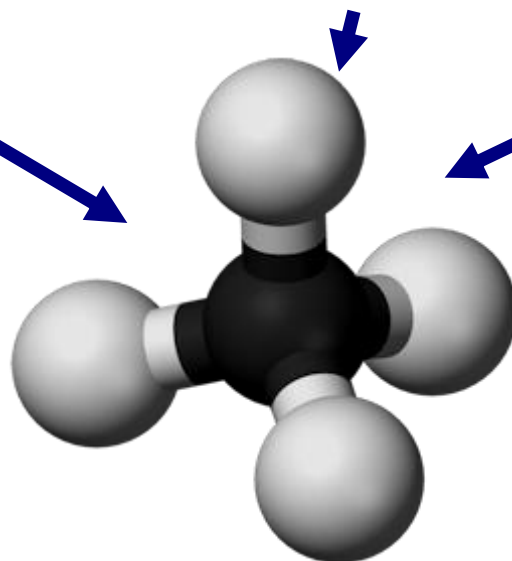
CNG
(83-99% metanu)



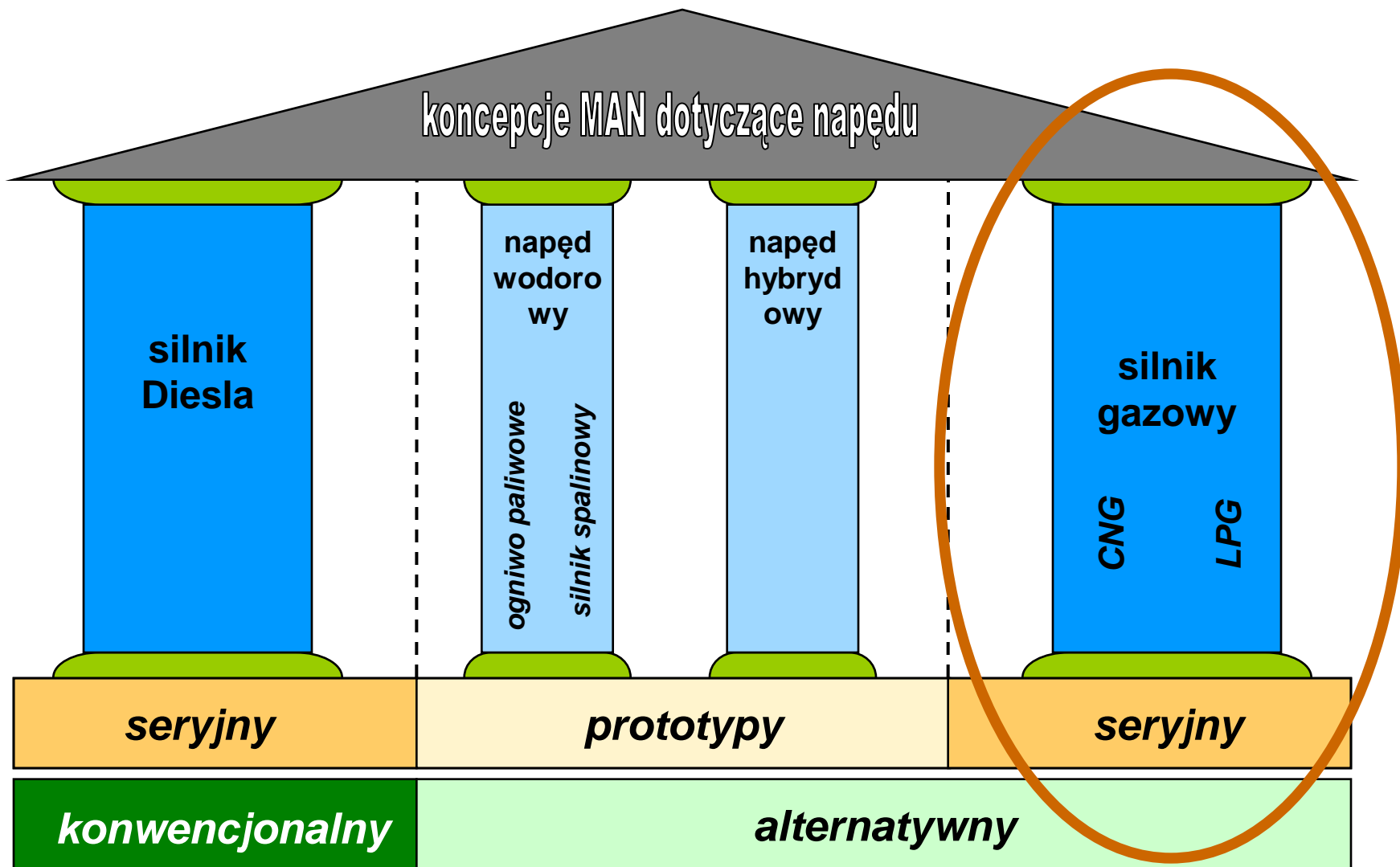
LNG
(90-99% metanu)



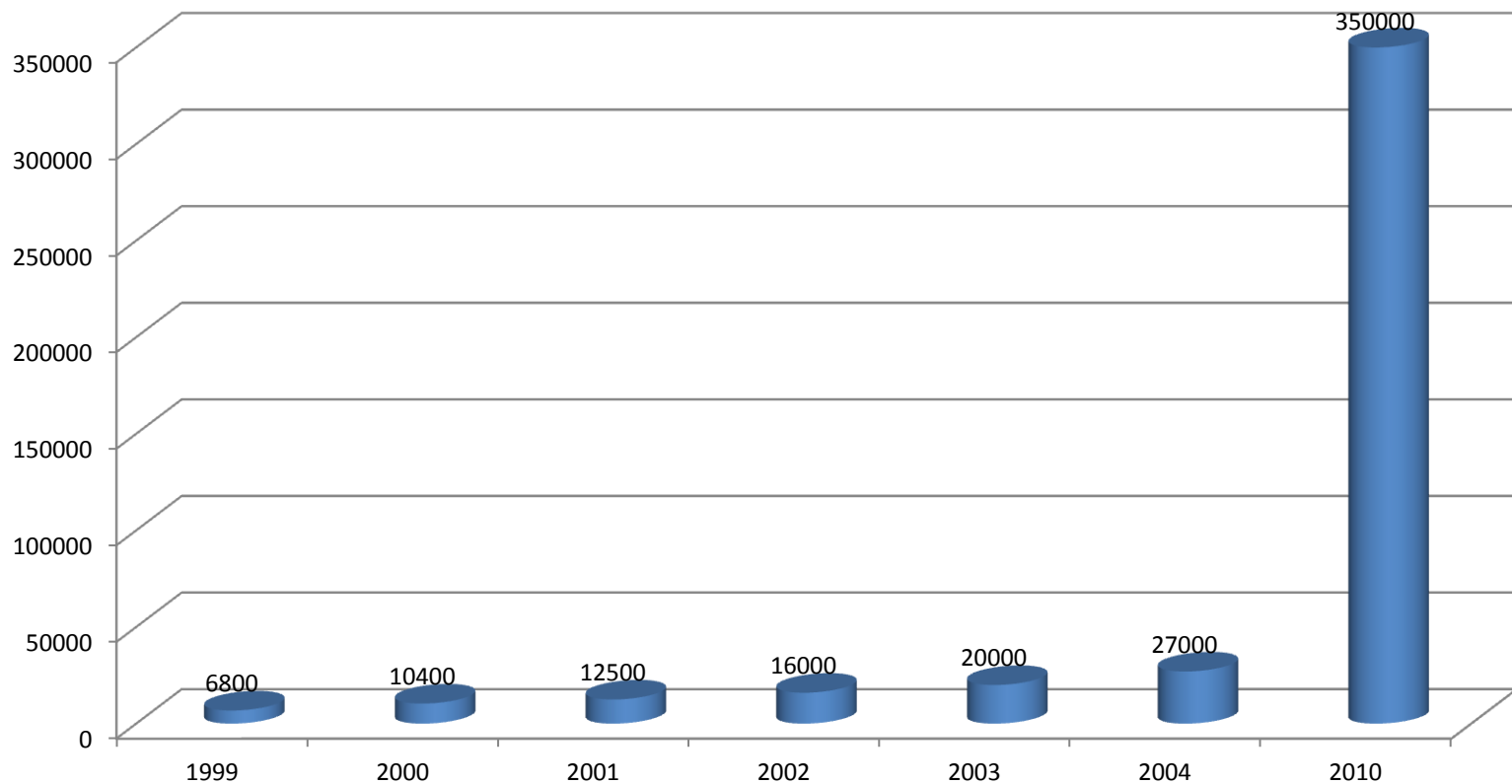
Biogaz
(55-75% metanu)



Perspektywy- Pozycja napędu na gaz ziemny



EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



Ilość pojazdów zasilanych gazem ziemnym w Niemczech

źródło: Energieagentur NRW

7 marca 2012, Centrum EXPO XXI, Warszawa

Czynniki stymulujące poszukiwanie paliw alternatywnych! To głównie:

- ograniczone zasoby paliw płynnych
- coraz bardziej rygorystyczne normy dotyczące emisji substancji szkodliwych

Duże równomiernie rozmieszczone światowe zasoby gazu ziemnego, pozwalają na zaliczenie go do alternatywnych źródeł paliw będącego pomostem pomiędzy paliwami wodorowymi, a konwencjonalnymi.

EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI

	BENZYNA	METAN	OLEJ NAPĘDOWY
Wartość opałowa [MJ/kg]	43,3 - 44,0	50	42,0 - 44,0
Wartość opałowa mieszaniny stechiometrycznej [MJ/Nm ³]	3,756 - 3,818	3,37	3,745 - 3,922
Zapotrzebowanie powietrza na kg paliwa [kg/kg]	14,9	17,2	14,5
Liczba oktanowa LOM; (cetanowa LC)	LOM = 92-98	LOM = 140	LC = 50-65
Gęstość [kg/m ³] w temperaturze 20 C	720 - 750	0,668	800 - 850
Granice palności [% objętości]	1,16 - 7	5-15	0,6-6,5
Temperatura samozapłonu [K]	753 - 823	923	603 - 623

Gaz ziemny jako paliwo silnikowe

Gaz ziemny to kopalniane paliwo naturalne. Gaz ziemny jest mieszaniną prostych węglowodorów.

Głównym składnikiem palnym gazu ziemnego jest metan CH_4 , którego zawartość waha się w granicach 90-99%.

Przykładowy skład i parametry g.z. ze stacji tankowania:

CH_4 – 96,6 % objętości C_2H_6 – 1,1 % objętości

O_2 – 0,1 % objętości CO_2 – 0,1 % objętości

N_2 – 2,1 % objętości

Wartość opałowa 35 364 kJ/m³

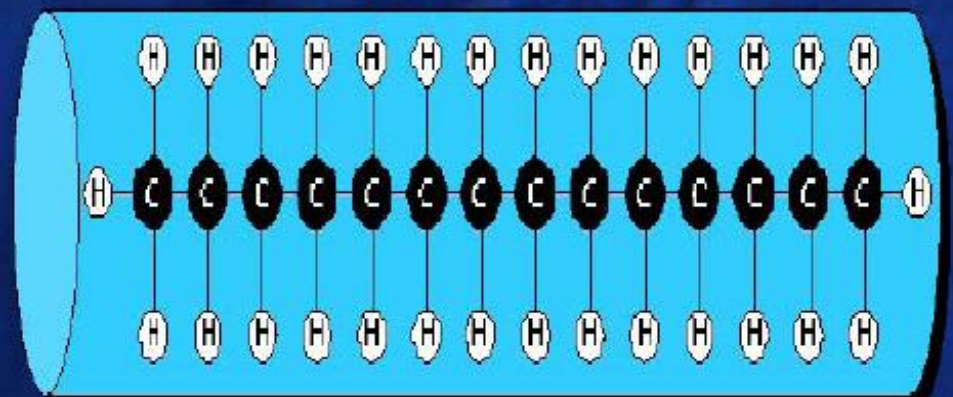
Gęstość względna w pow. 0,570 kg/ m³

Gęstość normalna 0,735 kg/m³

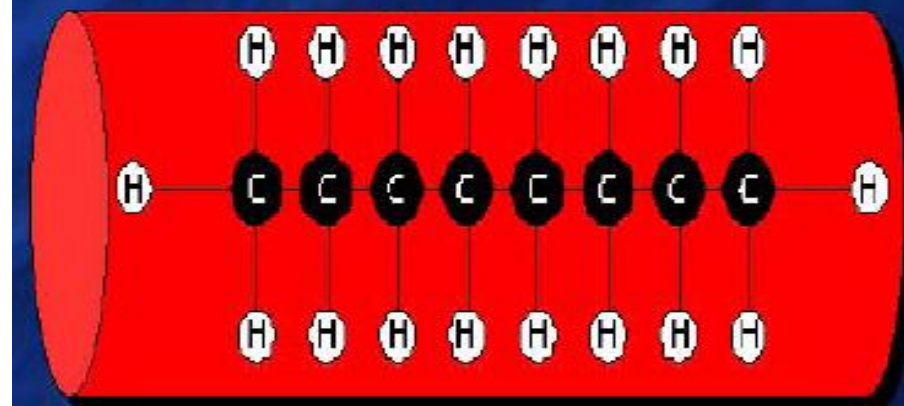
Siarkowódór 0,08 mg/m³

Gaz ziemny jako paliwo silnikowe

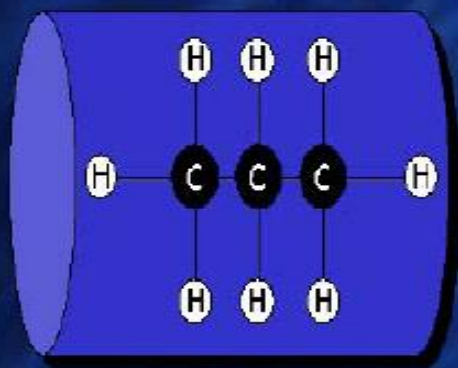
Diesel $C_{14}H_{30}$



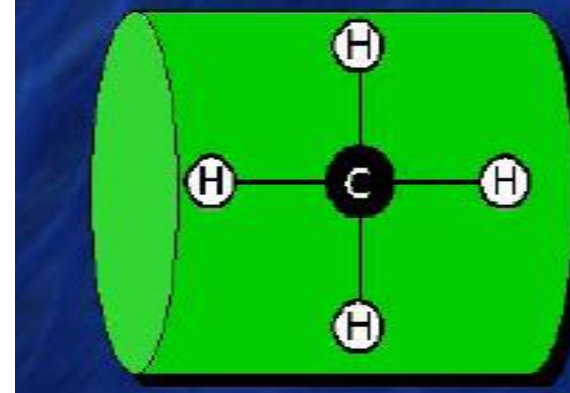
Gasoline C_8H_{18}



Propane (LPG) C_3H_8



Methane CH_4



Podstawowe oznaczenia dotyczące gazu ziemnego stosowanego do napędu pojazdów:

- **NG** – gaz ziemny (Natural Gas)
- **NGV** – pojazdy zasilane gazem ziemnym
- **CNG** – gaz naturalny (ziemny) sprężony (Compressed Natural Gas)
- **LNG** – gaz naturalny (ziemny) skroplony (Liquefied Natural Gas)
(112K = minus 161,15°C)

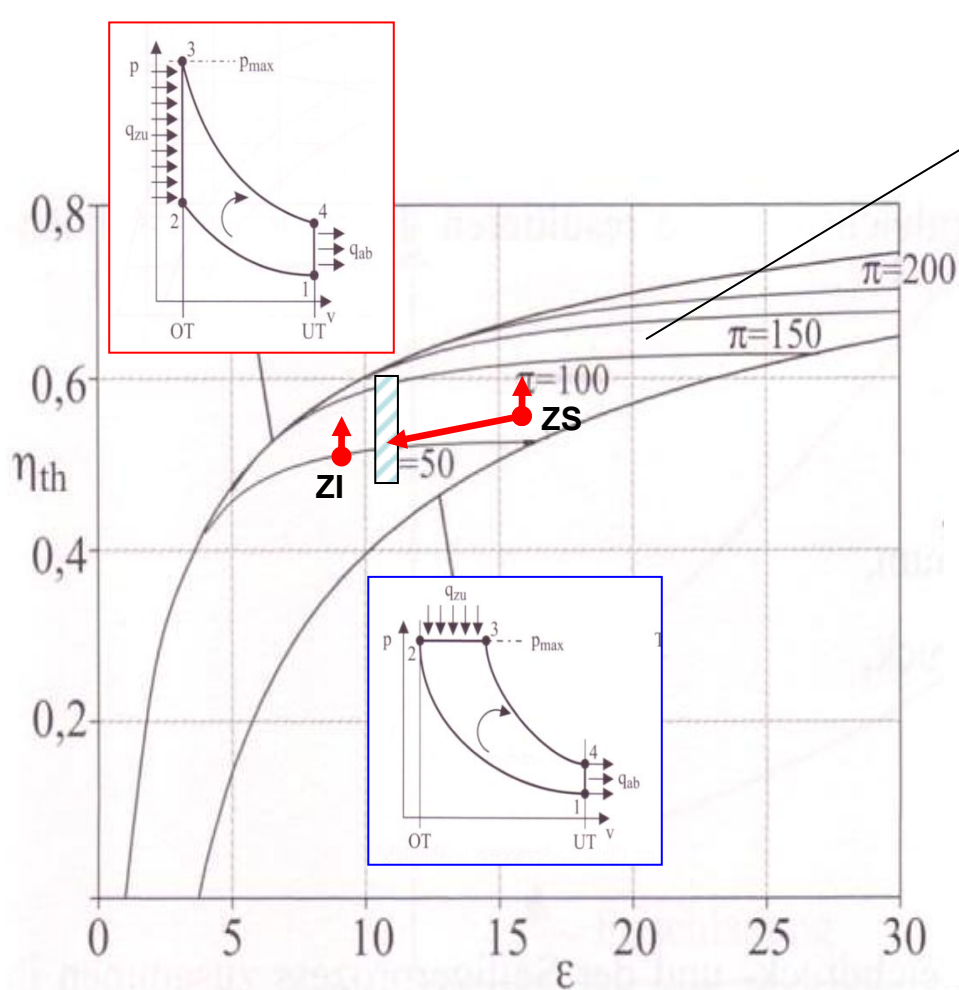
CNG

- Lżejszy niż powietrze
- Unosi się i nie gromadzi
- Bogate mieszanki palą się wolno
- Samozapłon w temperaturze 600 C
- Nietoksyczny
- Bezwonny (dodawane dodatki)
- Szybko odparowuje

paliwa ciekłe

- Cięższe niż powietrze
- Opary gromadzą się
- Bogata mieszanka może być wybuchowa
- Opary benzyny i oleju zapalają się w temperaturze ok. 200 C
- Toksyczne (benzyna)
- Silny zapach
- Paruje wolno w temperaturze otoczenia

EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



Silnik o ZI

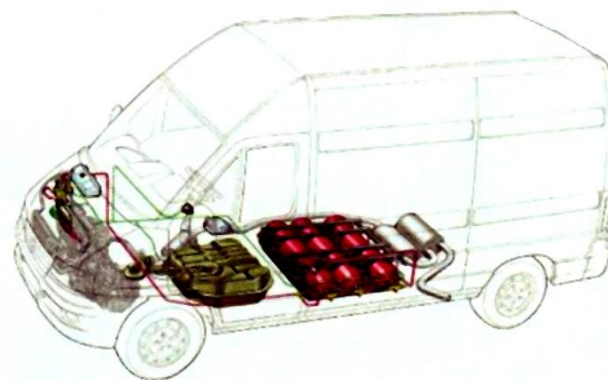
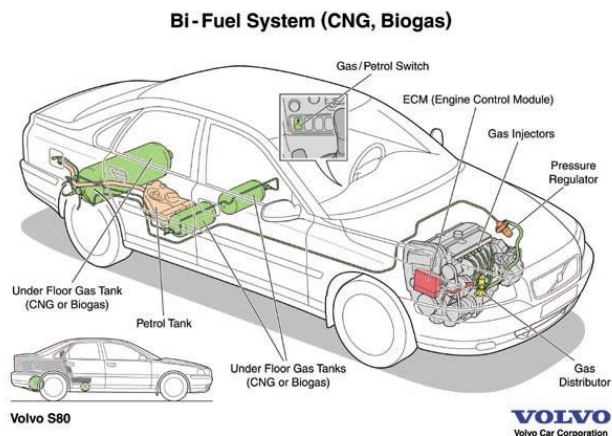
1. możliwość spalania mieszanek ubogich,
2. możliwość zastosowania wyższego stopnia sprężania w stosunku do silnika zasilanego benzyną

Silnik o ZS (silnik dwupaliwowy)

1. modyfikacja obiegu w kierunku obiegu Otto (sprawniejszego przy tym samym stopniu sprężania)
2. wyższe ciśnienie maksymalne obiegu

Możliwe są zmiany sprawności teoretycznego obiegu porównawczego silnika o ZI i silnika o ZS przystosowanego do zasilania gazem ziemnym

Wielu światowych potentatów produkujących pojazdy drogowe ma na dzień dzisiejszy w swej ofercie handlowej pojazdy zasilane CNG.





Zbiorniki CNG na dachu



Dystrybutor wolnego tank. CNG



Zbiorniki LNG w ramie

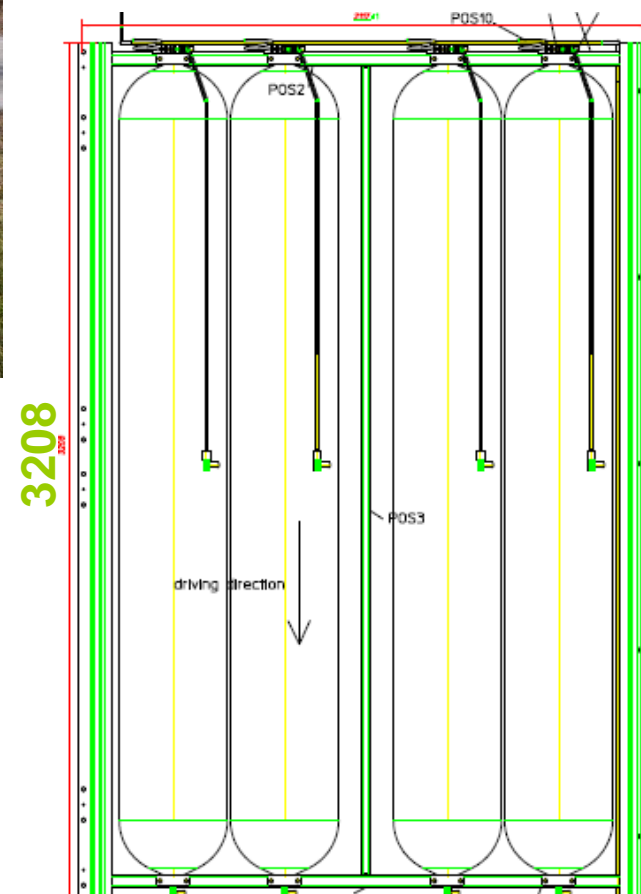
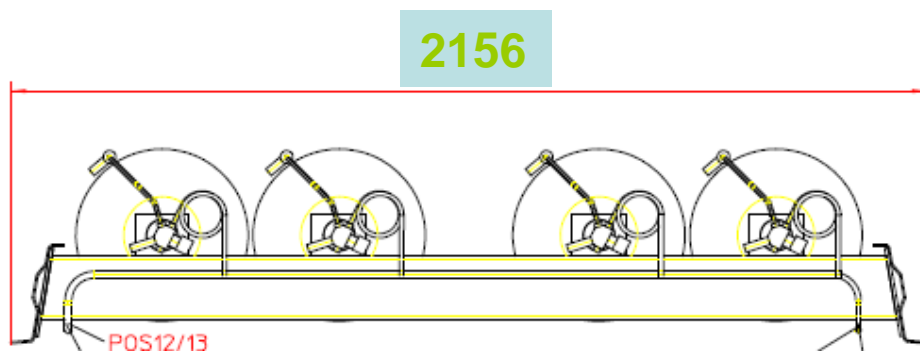


Zbiorniki CNG w ramie

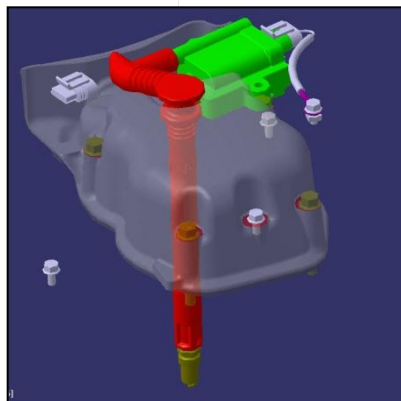
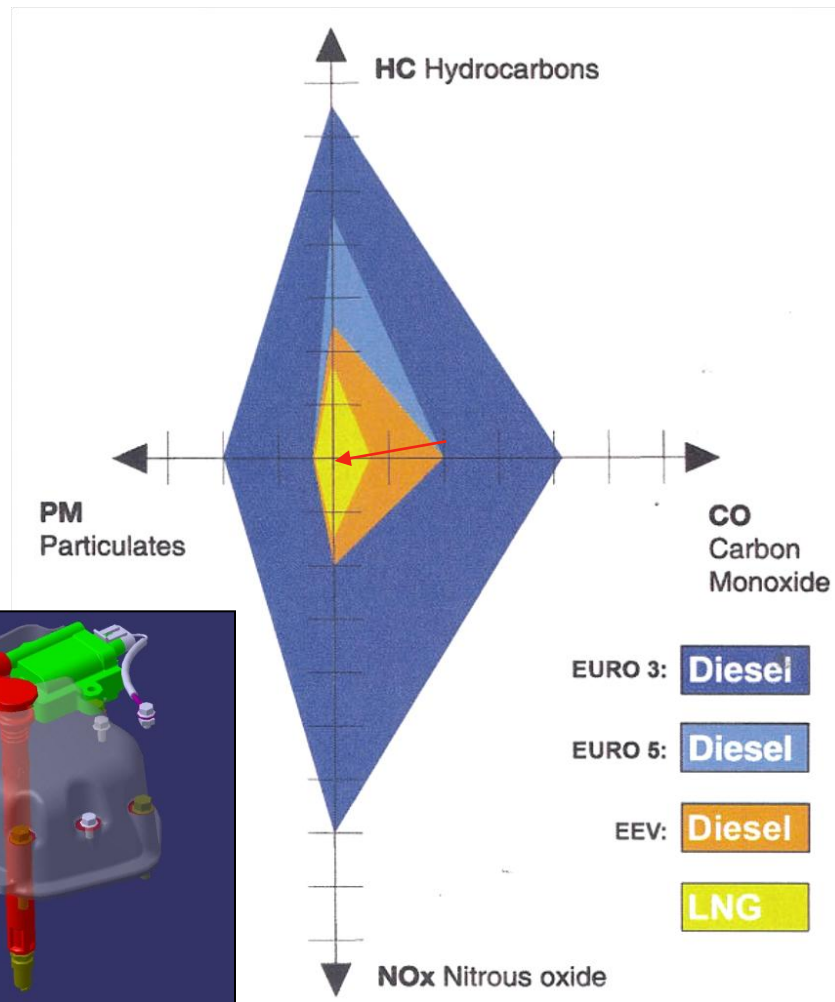
EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



Butle gazowe Scania Omni
4 x 320l=1280 l
Zbiorniki aluminiowe



EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



Możliwa poprawa emisji silnika wynikająca z zastosowania paliwa gazowego (Scania 124L przystosowana do zasilania LNG)

Sposoby przystosowania silnika spalinowego o zapłonie samoczynnym do zasilania gazem ziemnym i olejem napędowym

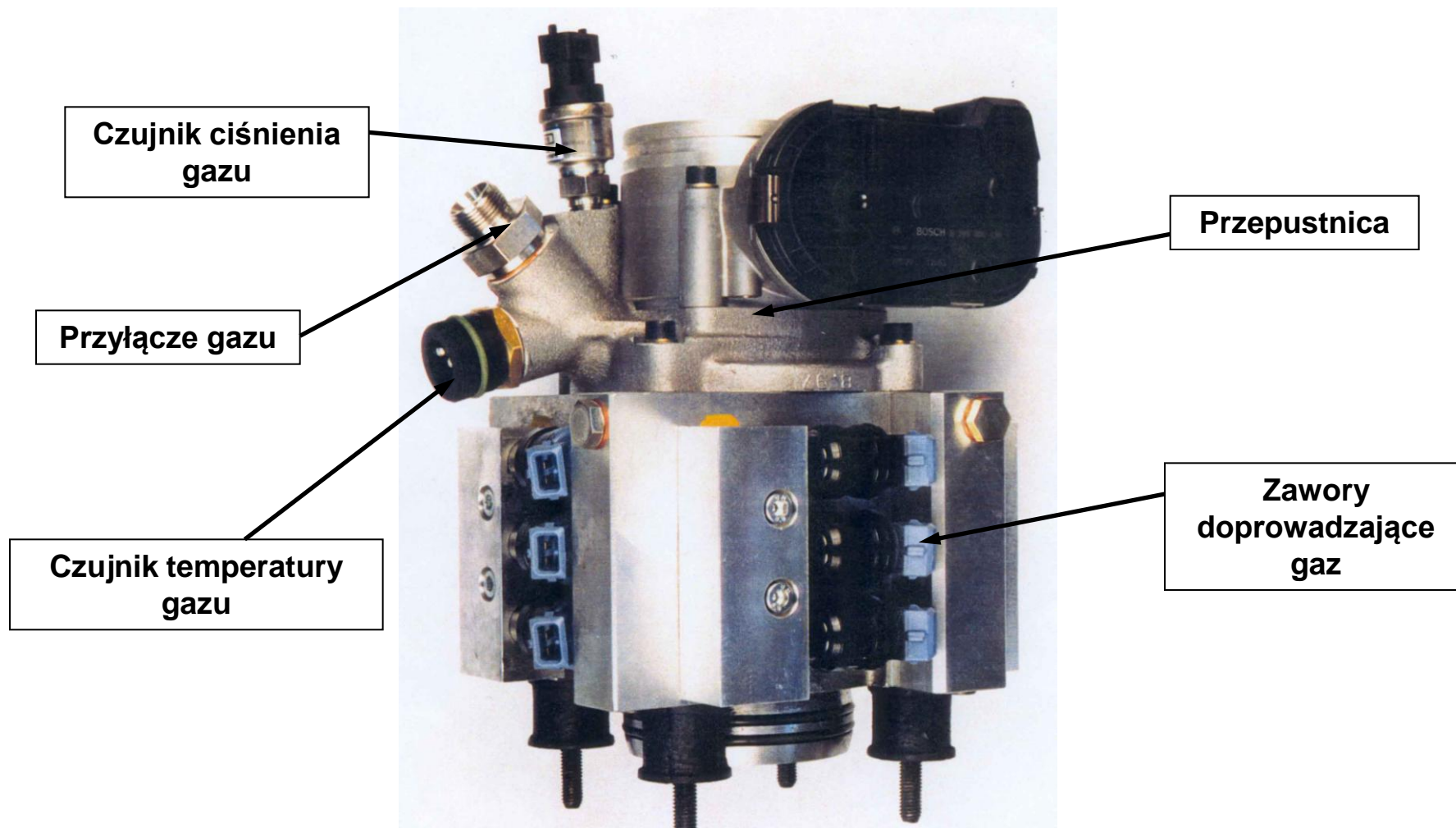
- 1 Silnik przygotowany fabrycznie
- 2 Zamiana jednopaliwowego układu zasilania silnika o zapłonie samoczynnym olejem napędowym na układ dwupaliwowy umożliwiający zasilanie silnika gazem ziemnym zapalany pilotującą dawką oleju napędowego

Elementy składowe układu do zasilania gazem ziemnym



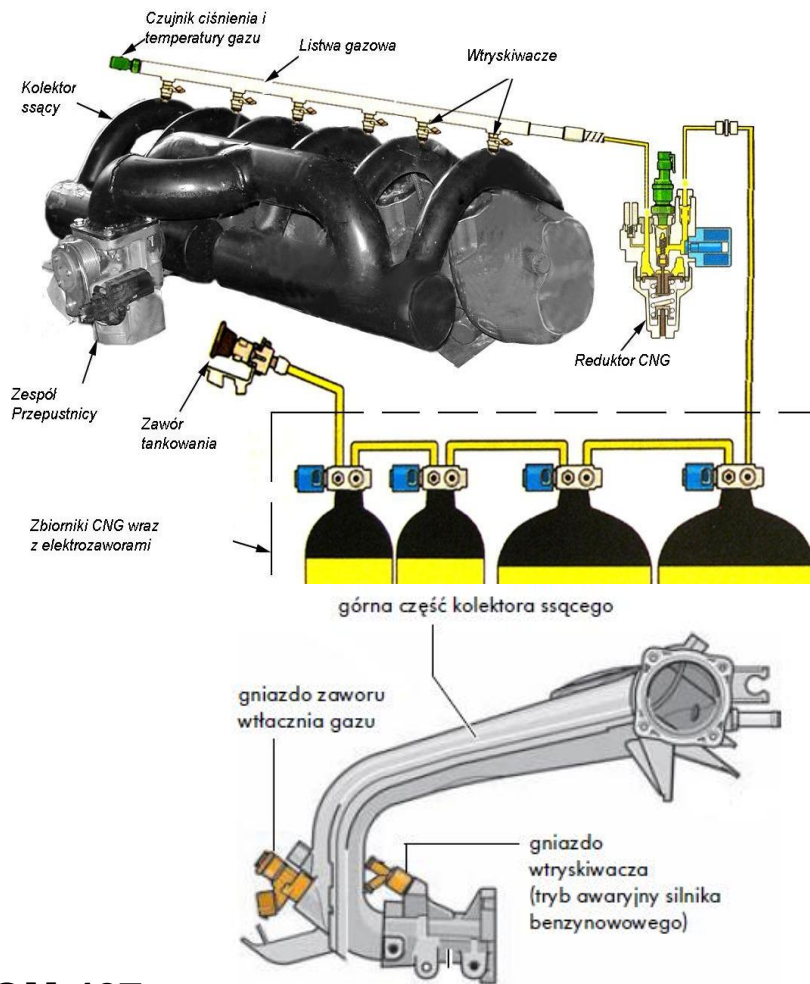
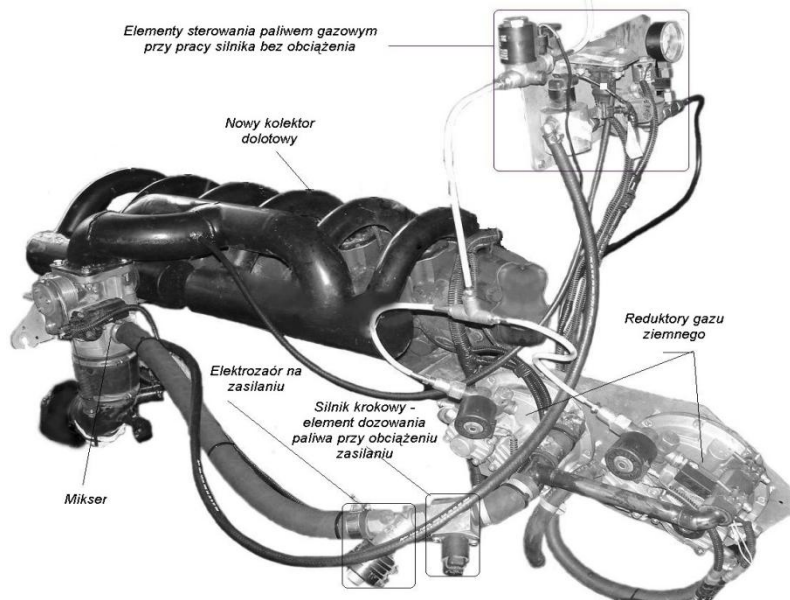
Zestawy do adaptacji małych i średnich silników do zasilania gazem ziemnym składające się z typowych elementów

Jednostka mieszająca gaz w silnikach na gaz ziemny E 2866 DUH03 i E 2876 LUH02



EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI

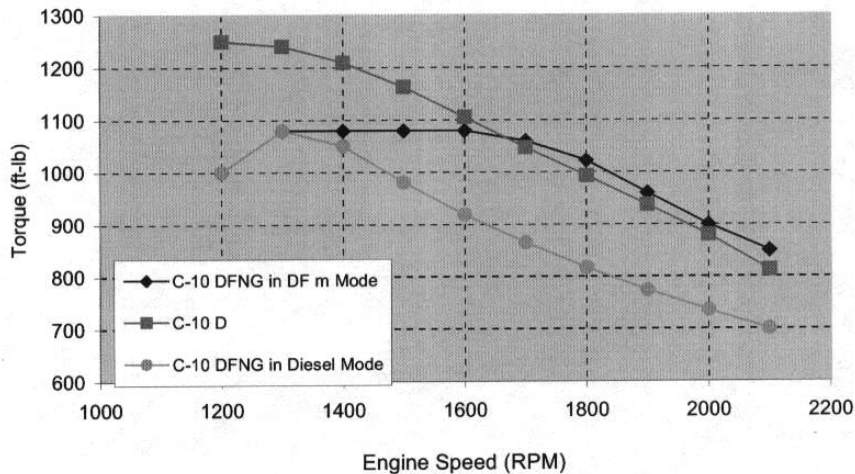
Sposoby dostarczenia paliwa gazowego przy konwersji nie doładowanego silnika o zapłonie samoczynnym do wersji dwupaliwowej wykonane w Politechnice Radomskiej



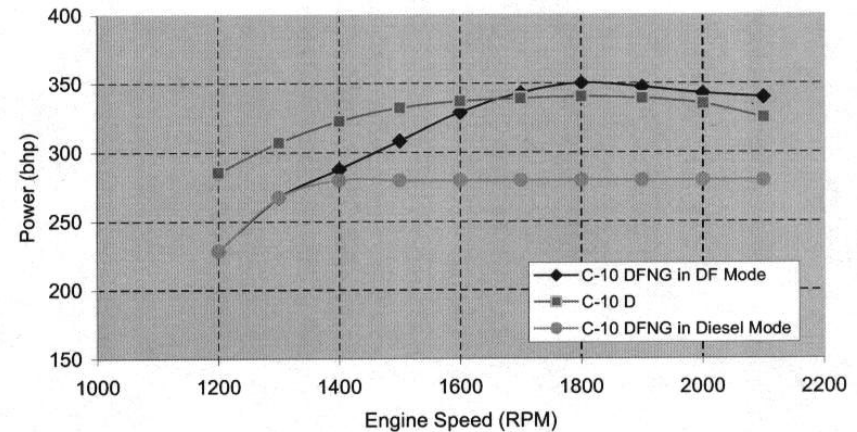
Schematy układu zasilania i sterowania silnika OM 427 w wersji IVI oraz I

1 Dwupaliwowy silnik zasilany gazem ziemnym i olejem napędowym przygotowany fabrycznie

1997 C-10 DFNG and C-10 D
Torque (ft-lb) versus RPM

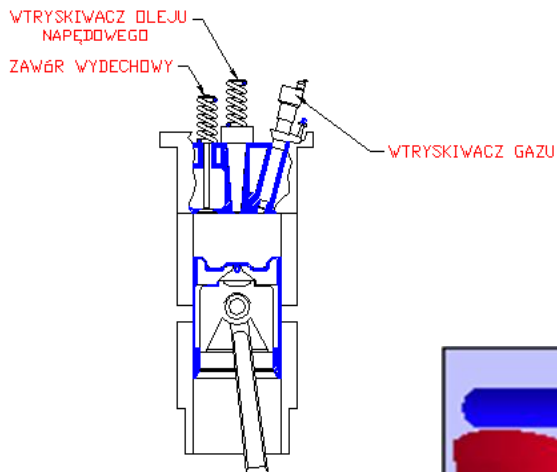


Caterpillar C-10 DFNG and C-10 D
Horsepower (bhp) versus RPM

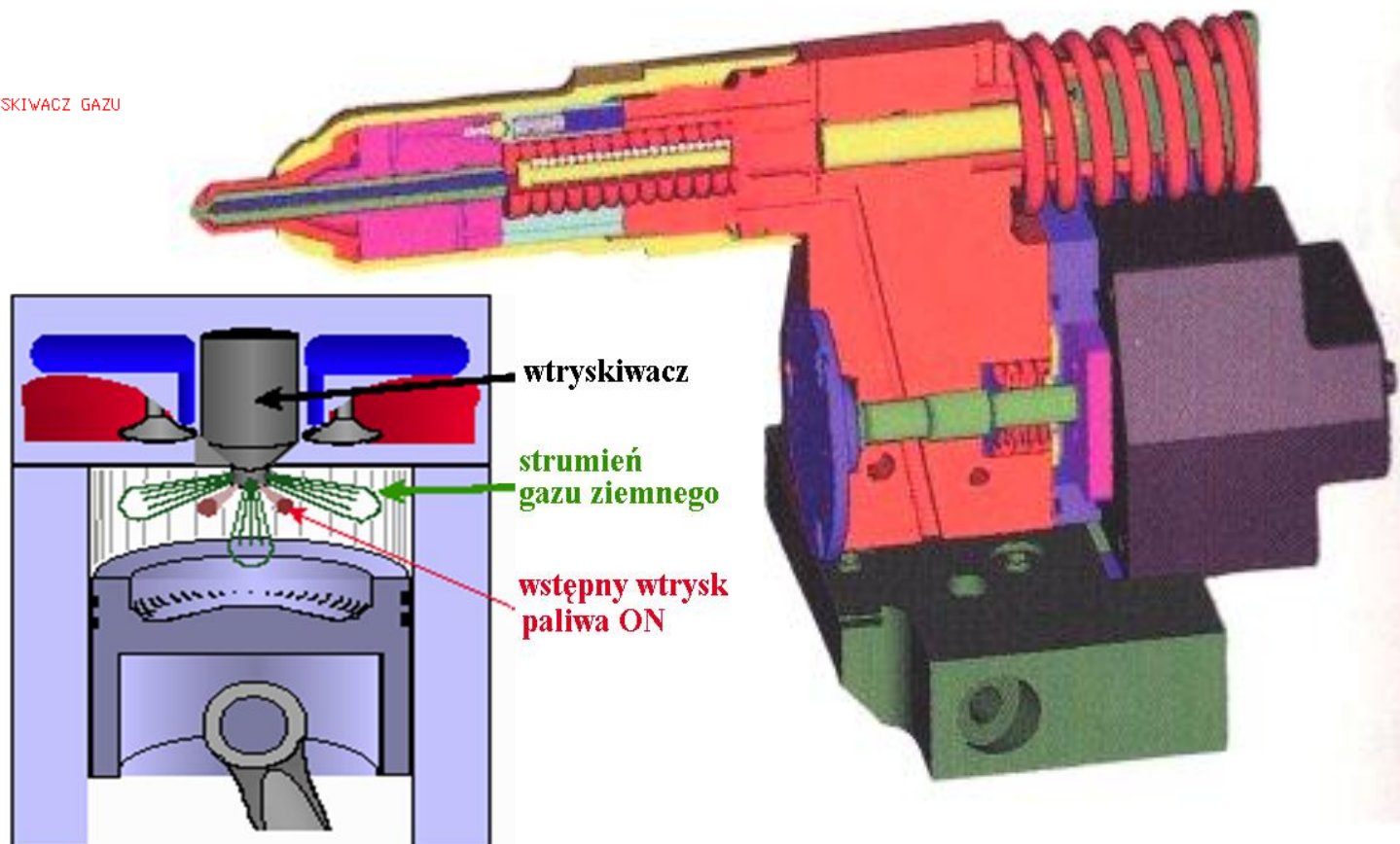


CATERPILLAR
C-10 DFNG

Dwupaliwowy silnik zasilany gazem ziemnym i olejem napędowym przygotowany fabrycznie

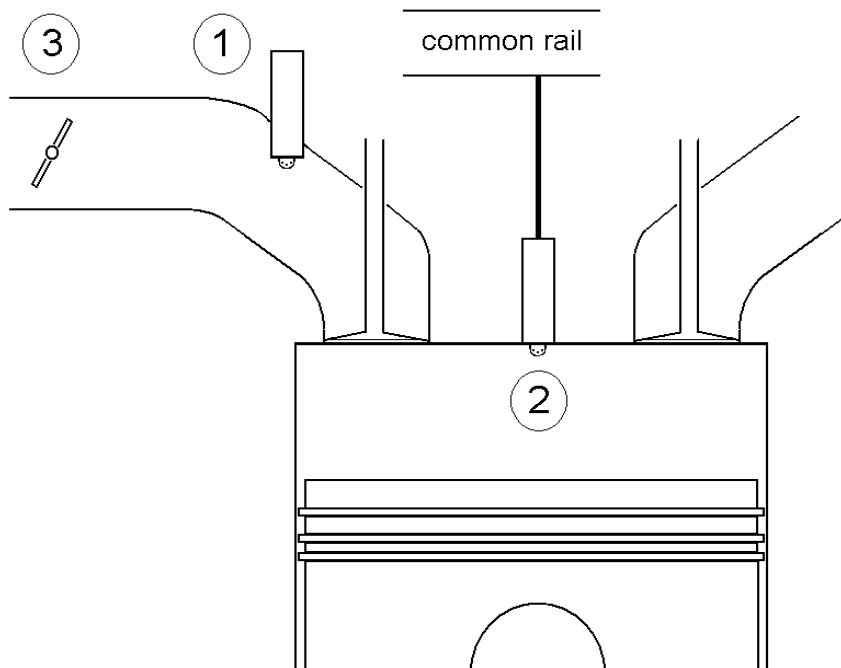


Układ dwupaliwowy
(realizacja zasilania
oparta o dwa
wtryskiwacze ON i
CNG)



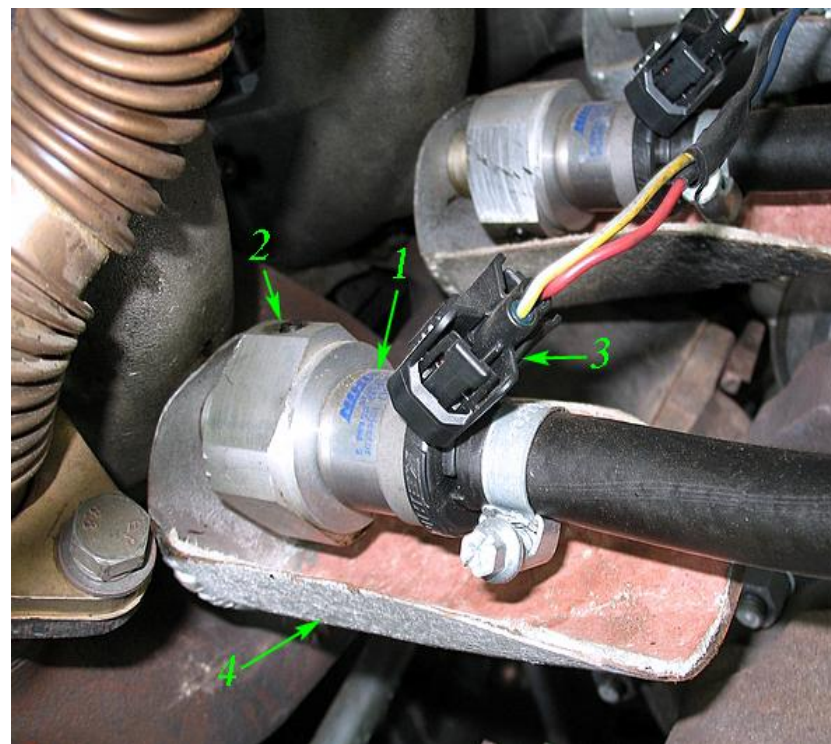
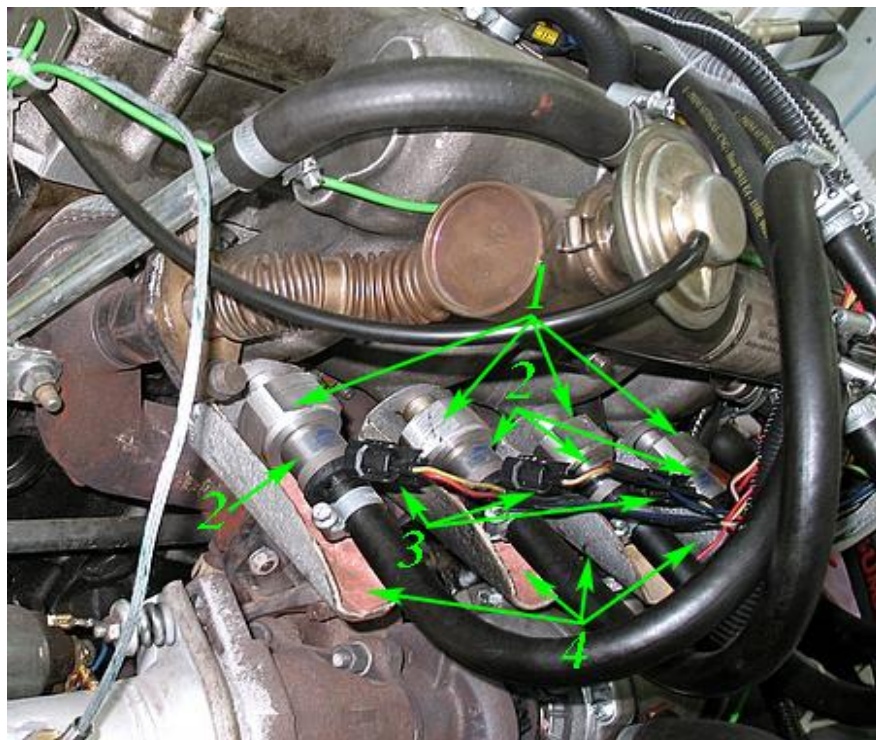
Układ dwupaliwowy w opracowaniu MAN i Westport HPDI (wtrysk bezpośredni o wysokim ciśnieniu).

2 Dwupaliwowy silnik zasilany gazem ziemnym i olejem napędowym przygotowany w Politechnice Radomskiej



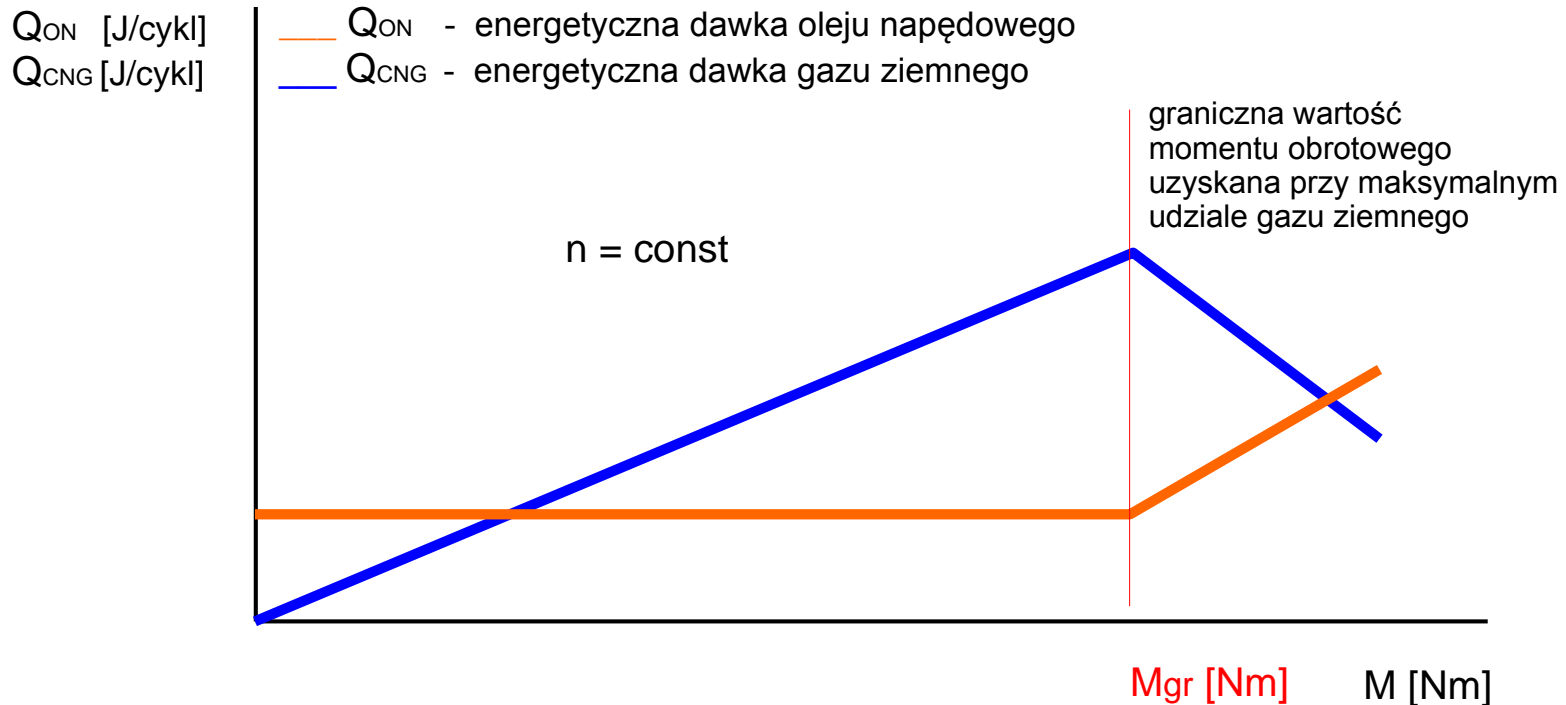
Wykonana adaptacja i stanowisko hamowniane do badań silnika ADCR (z układem wtrysku common rail) adoptowanego do zasilania dwupaliwowego gazem ziemnym i olejem napędowym

2 Dwupaliwowy silnik zasilany gazem ziemnym i olejem napędowym przygotowany w Politechnice Radomskiej



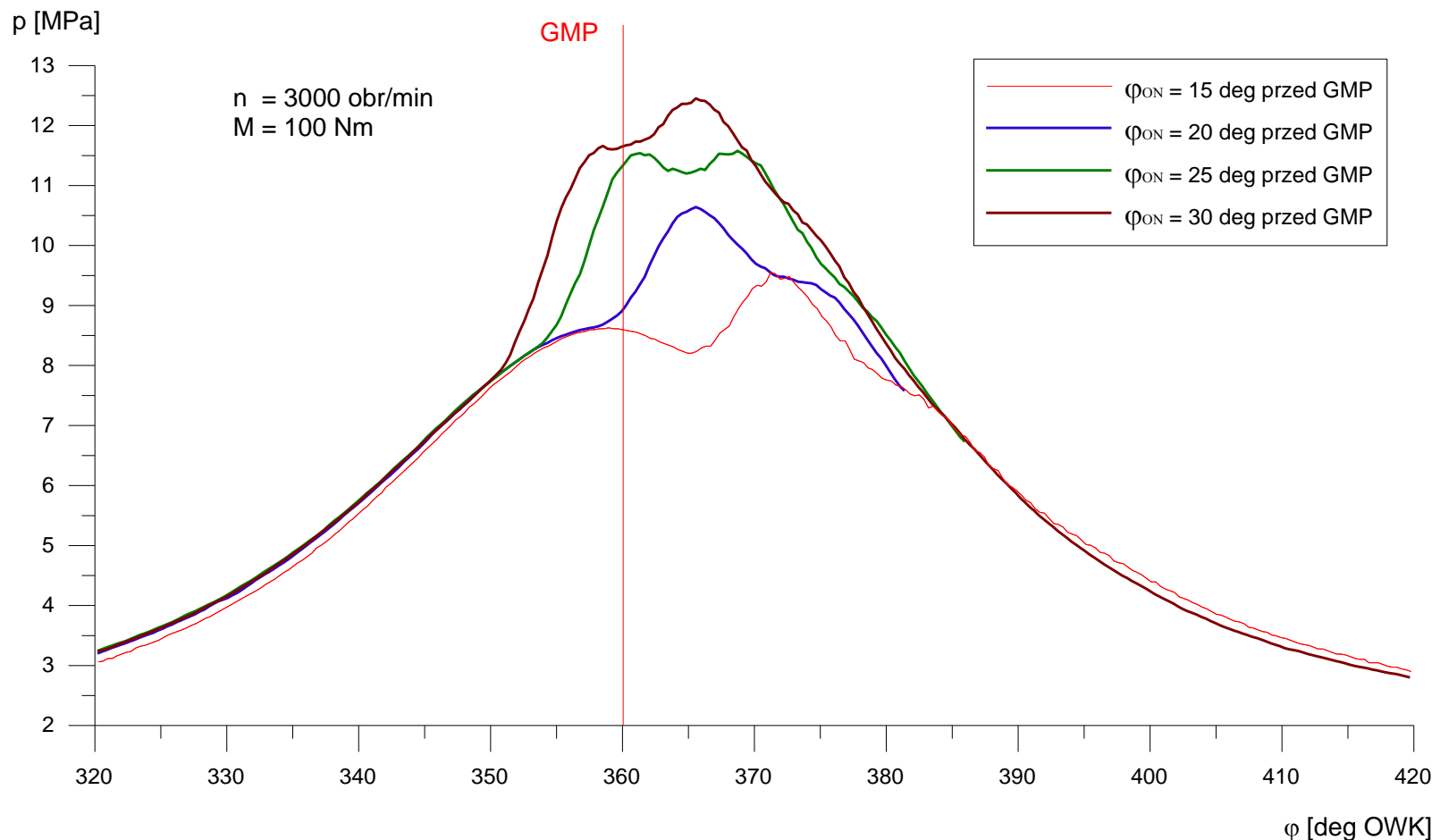
Fragment układu zasilania silnika ADCR adoptowanego do zasilania dwupaliwowego gazem ziemnym i olejem napędowym

2 Dwupaliwowy silnik zasilany gazem ziemnym i olejem napędowym przygotowany w Politechnice Radomskiej



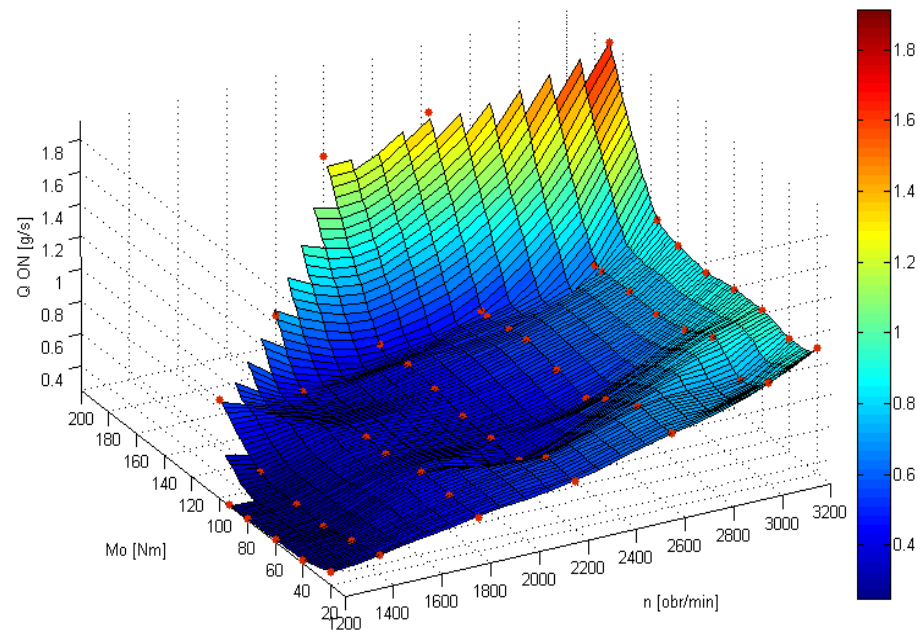
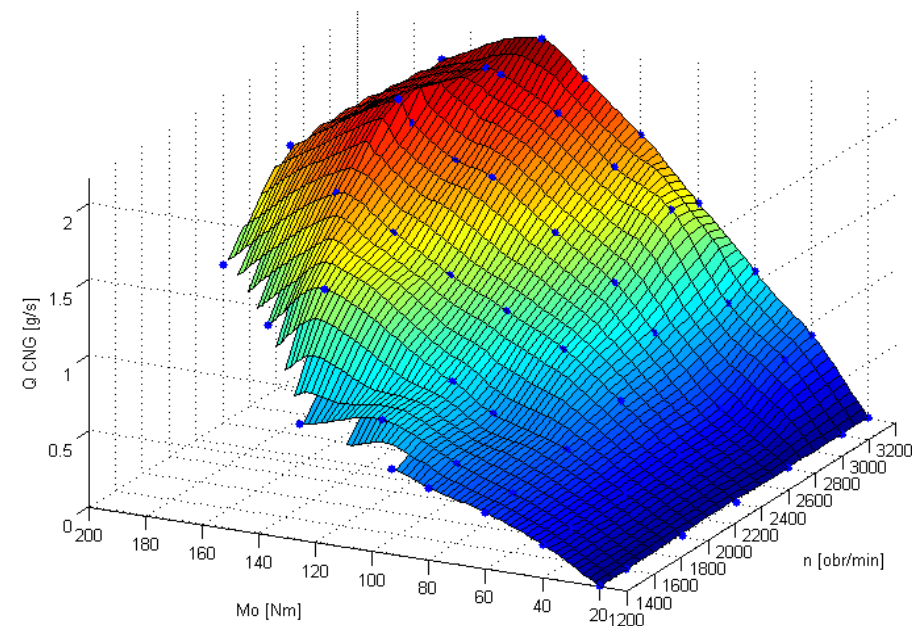
Przyjęta koncepcja doboru wielkości dawek energetycznych oleju napędowego i gazu ziemnego w funkcji obciążenia dla stałej prędkości obrotowej silnika zasilanego dwupaliwowo

EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



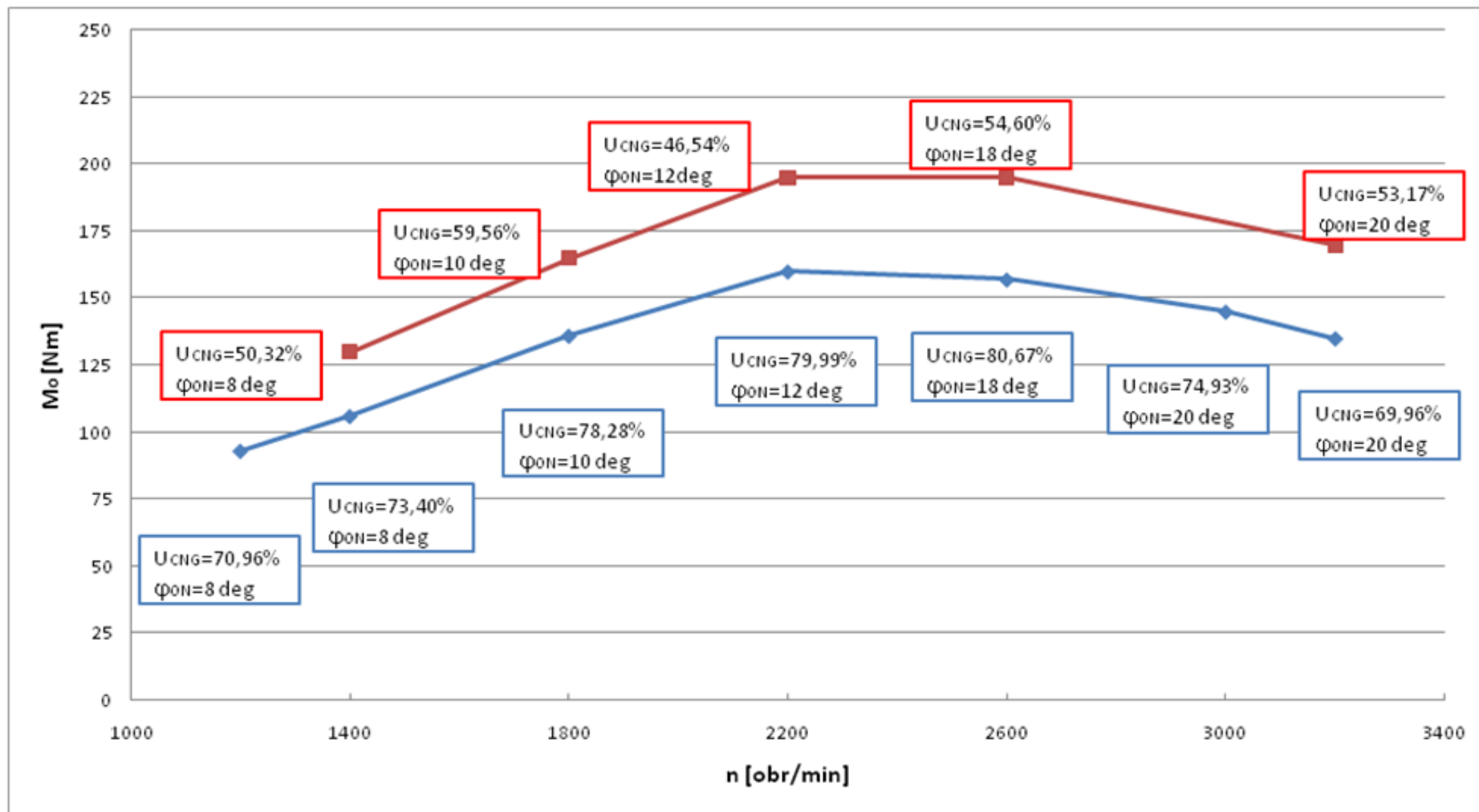
Zarejestrowany przebieg ciśnienia w komorze spalania silnika ADCR zasilanego dwupaliwowo w funkcji kąta obrotu wału korbowego dla czterech wartości kąta wtrysku oleju napędowego ($n=3000$ obr/min, $M=100$ Nm, $U_{CNG}=75\%$)

2 Dwupaliwowy silnik zasilany gazem ziemnym i olejem napędowym przygotowany w Politechnice Radomskiej



Dawka gazu ziemnego i oleju napędowego w funkcji momentu i prędkości obrotowej dobrana w czasie badań silnika ADCR

EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI



Charakterystyki zewnętrzne silnika ADCR adoptowanego do dwupaliwowego zasilania gazem ziemnym i olejem napędowym

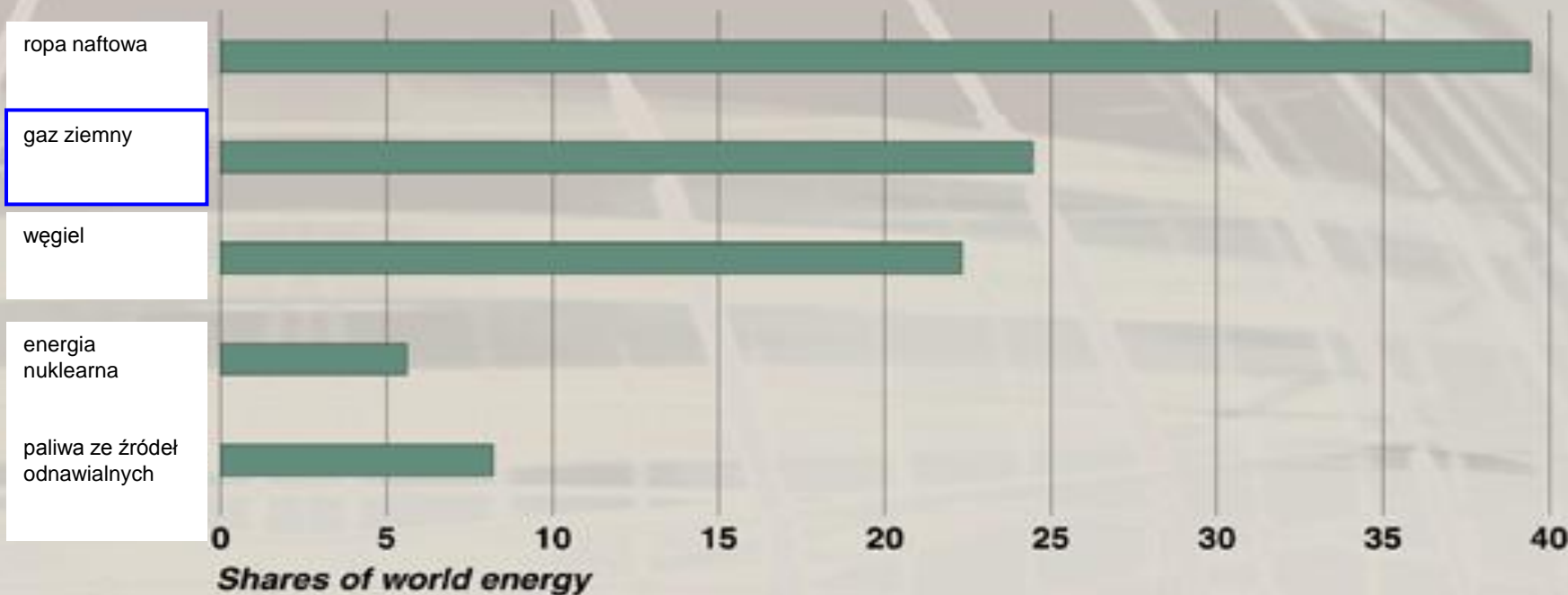
GTL Diesel
uogólniona formuła - $C_{16}H_{34}$



Volvo Technology Transfer podpisało umowę o przerobieniu biogazu na olej napędowy z firmą Nordvästra Skånes Renhållningsbolag (NSR) w Helsinborgu która ma wytwarzać 15 mln litrów oleju napędowego rocznie

Wysokiej jakości olej napędowy GTL jako niekonwencjonalne wykorzystanie gazu ziemnego lub biogazu do produkcji paliwa ciekłego

Prognoza dotycząca udziału poszczególnych źródeł energii w światowej gospodarce w roku 2020



Polska posiada kontrakt na dostawy gazu ziemnego z dużym zapasem i po uwzględnieniu budowy terminalu LNG będziemy mieli zabezpieczone duże ilości tego paliwa.

Podsumowanie:

1. Gaz ziemny stanowi ważną alternatywę dla paliw konwencjonalnych, a dodatkową zaletą tego paliwa jest możliwość uzyskania go w procesach fermentacji na wysypiskach odpadów i w gospodarstwach rolniczych
2. Możliwe jest utrzymanie, a nawet poprawa sprawności silnika spalinowego w wyniku zastosowania gazu ziemnego jako paliwa
3. Możliwe jest spełnienie bardzo wysokich standardów związanych z ochroną środowiska na skutek ograniczenia emisji składników toksycznych spalin
4. Konieczne są prace nad jeszcze bardziej efektywnym zastosowaniem gazu jako paliwa silnikowego (np. HCCI)





Dziękuję za uwagę