



NGV – ekonomiczne i ekologiczne aspekty substytucji paliw

Paliwo gazowe CNG
ekologia, ekonomia, bezpieczeństwo

Konferencja Naukowa AGH Kraków, 8-9 maja 2009

agenda

- wprowadzenie
- kluczowe czynniki sukcesu
- wpływ ceny ropy a sektor NGV
- efektywność substytucji paliw w pojazdach
- efektywność sprężania gazu
- ocena wpływu na środowisko
- uwagi metodyczne
- wnioski



wprowadzenie



- pojazdy napędzane wodorem pojawia się w masowej produkcji najwcześniej za 15 – 20 lat,
- rosnący rynek pojazdów NGV poprawia bezpieczeństwo energetyczne w krajach, które posiadają zasoby gazu ziemnego a importują ropę,
- rozwijający się rynek NGV pozwala osiągać cele biznesowe i ekologiczne,
- rozwój rynku NGV w Polsce przebiega niemrawo, dystrybutor gazu ziemnego PGNiG S.A. nie posiada klarownej strategii rozwoju CNG

kluczowe czynniki sukcesu

- realistyczne cele
- zainteresowanie i wsparcie ze strony rządów
- długookresowa efektywność rozwiązań
- wykonalność projektu, ograniczone ryzyko
- źródła finansowania projektu w fazie początkowego rozwoju
- uregulowana sytuacja formalno-prawna, standardy
- świadomość odpowiedzialności społecznej za środowisko
- dodatkowe profity



kluczowe czynniki sukcesu



- flota pojazdów operuje na zurbanizowanych obszarach
- biznes realnie jest zainteresowany obniżeniem kosztów eksploatacji pojazdów
- biznes jest świadomy odpowiedzialności ekologicznej
- alternatywa zastosowania CNG jest wykonalna
- biznes jest zainteresowany wykorzystaniem dodatkowych profitów

wpływ cen ropy na sektor NGV

2009-2010



- obecne załamanie cen ropy na rynkach światowych ma wpływ na całą globalną gospodarkę, w tym i na sektor NGV
- spadek cen ropy z 147\$/bar w lipcu 2008 do poniżej 50\$/bar w grudniu 2008 zaznaczył się 50-60% załamaniem dynamiki wzrostu NGV, zwłaszcza w krajach gdzie ta dynamika była największa
- analitycy przewidują (*Asian NGV*), że ceny ropy w roku 2009 będą oscylowały wokół 60\$/bar, a w roku 2010 wokół 75\$/bar., zaś OPEC przewiduje, że ceny z połowy roku 2008 nie zostaną osiągnięte jeśli nie nastąpi istotna redukcja mocy wydobywczych

wpływ cen ropy na sektor NGV

2009-2010



- ceny gazu na rynkach światowych ale i lokalnych bazują na cenach ropy z miesięcy poprzedzających zakup, gaz z produktu oferowanego na rynkach regionalnych staje się produktem globalnym, w przyszłości jego ceny nie będą tak sztywno związane z ceną ropy
- oszczędności z tytułu stosowania CNG maleją wraz z kurczeniem się nożyc cenowych ON/CNG, maleje zainteresowanie NGV
- wobec tego, bez klarownej, długoterminowej polityki Państwa i dystrybutorów gazu dynamika rozwoju NGV może zostać zahamowana

wpływ cen ropy na sektor NGV

2005-2008



- cały świat, ale w największym stopniu kraje Azji doświadczyły znaczącego przyrostu pojazdów i stacji sprężania
- złożyły się na to trzy czynniki: świadoma polityka rządów związana z bezpieczeństwem energetycznym, entuzjazm inwestorów prywatnych powodowany wzrostem cen ropy oraz polityka ograniczania emisji prowadzona w skali globalnej
- średnie ceny ropy wyniosły odpowiednio:
 - 2005 – 60\$/bar
 - 2006 – 66\$/bar
 - 2007 – 70\$/bar
 - 2008 – 101\$/bar

wpływ cen ropy na sektor NGV

Azja, 2005-2008



| rok | cena ropy | pojazdy NGV | stacje CNG |
|------|--------------------|-------------|------------|
| 2005 | 60 \$/bar | 1.4 mln | 2,7 tys. |
| 2006 | 66 \$/bar | 2,0 mln | 3,4 tys. |
| 2008 | 70 – 101 \$/bar | 4,6 mln | 5,9 tys. |

wpływ polityki cen na sektor NGV

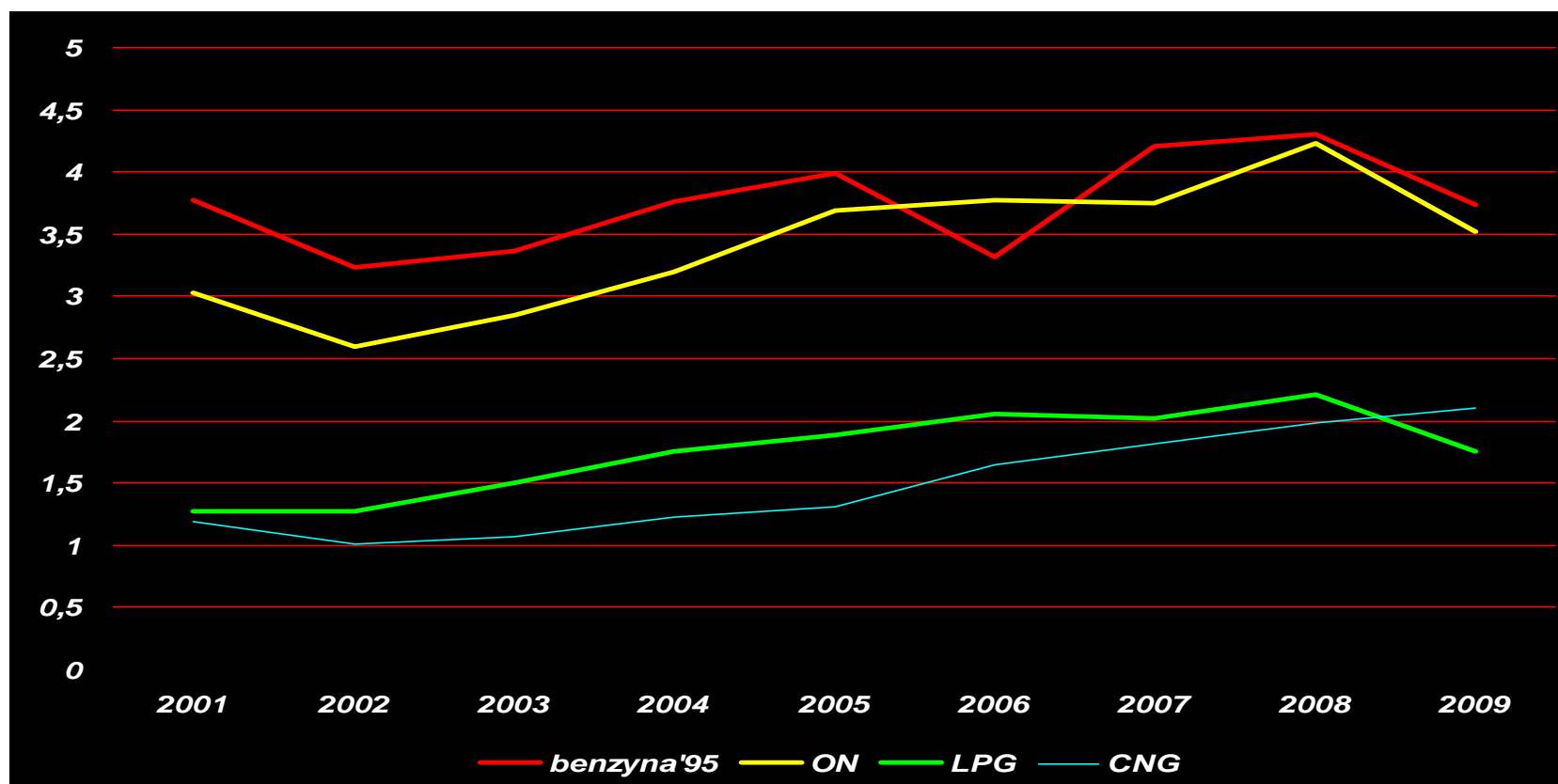
świat, 2008



| kraj | NGV | RS | CNG euro/m ³ | cena CNG =1l benzyny | cena CNG =1l ON |
|-----------|-----------|-------|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Pakistan | 1.900.000 | 2.430 | 0,45 | 0,40 | 0,46 |
| Argentyna | 1.750.000 | 1.808 | 0,20 | 0,39 | 0,51 |
| Iran | 846.000 | 637 | | 0,014 | 0,015 |
| Włochy | 580.000 | 700 | 0,68 | 0,64 | 0,71 |
| Szwecja | 17.000 | 122 | 1,01 | 0,90 | 1,1 |
| Rosja | 95.000 | 224 | 0,22 | 0,20 | 0,23 |

wpływ cen ropy na sektor NGV

dynamika ceny paliw w Polsce w latach 2001 – 2009 (netto + VAT / litr lub m³)



efektywność substytucji paliw

koszty i oszczędności związane z wprowadzeniem NGV



| | koszty | oszczędności |
|---|--|--|
| 1. Koszty paliwa | | cena CNG i ON, wskaźnik CNG/ON, roczny przebieg pojazdu |
| 2. Cena zakupu pojazdu | wyższa o 10% - 25% w zależności od polityki producenta | |
| 3. Podatek od środka transportu | | silniki napędzane CNG zwolnione z podatku, 1 400 zł/rok |
| 4. Koszty ochrony środowiska | | opłata za emisję zanieczyszczeń związana z rodzajem paliwa, zużyciem i norma EURO spełnianą przez pojazd |
| 5. Koszty adaptacji zaplecza pojazdów | dodatkowe koszty związane z występowaniem gazu ziemnego w pomieszczeniach, wyposażenie stacji diagnostycznej | |
| 6. Dodatkowe koszty eksploatacji | szkolenie załogi, dodatkowe zużycie opon, katalizatorów? | |
| 7. Dodatkowe koszty dojazdów do stacji CNG | np. w przypadku awarii stacji macierzystej | |
| 8. Koszty budowy i eksploatacji stacji w przypadku stacji własnej | | |
| | | |

efektywność substytucji paliw

redukcja kosztów paliwa operatorów floty autobusów w Polsce – złe i dobre doświadczenia w roku 2008



| autobus | zużycie CNG m ³ /100 km | zużycie ON l/100 km | CNG/ON | cena CNG zł/m ³ | cena ON zł/l | oszczędność zł/100 km |
|---------|---------------------------------------|------------------------|--------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|
| długi | 60,92 | 55,33 | 1,10 | 1,62 | 3,24 | 80,39 |
| krótki | 60,32 | 37,00 | 1,63 | 1,62 | 3,24 | 21,96 |

efektywność substytucji paliw

redukcja kosztów paliwa operatorów floty autobusów w Polsce – złe i dobre doświadczenia w roku 2009



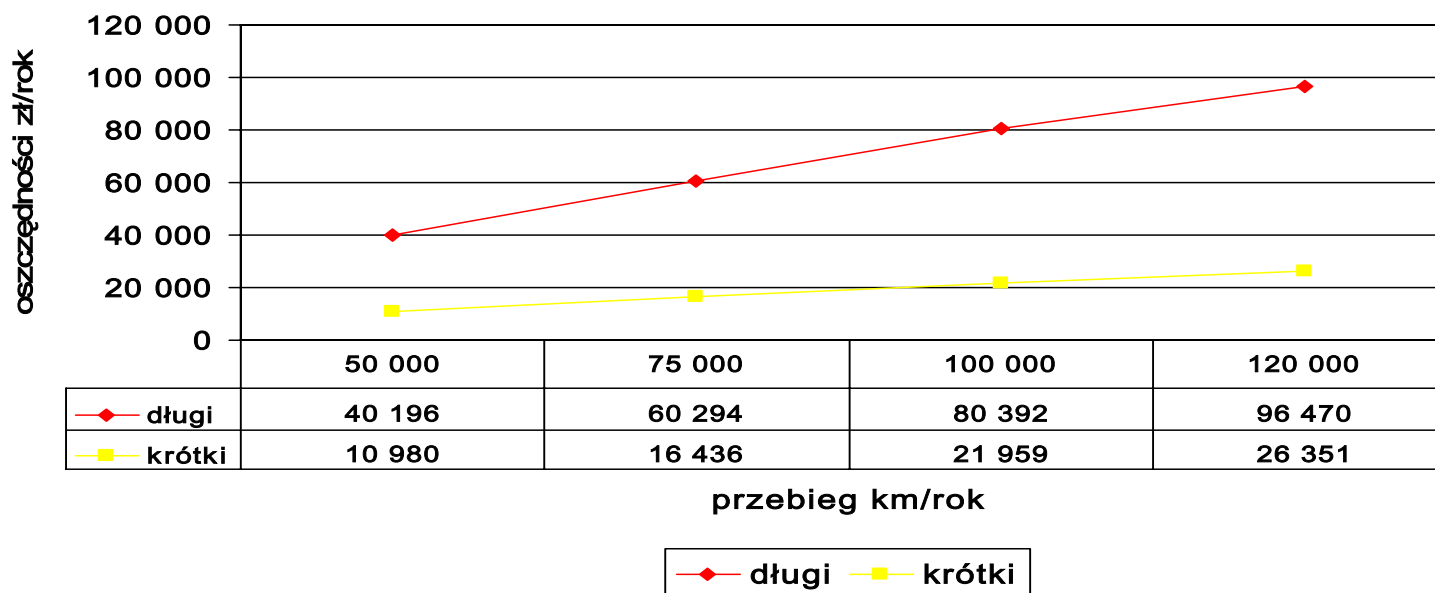
| autobus | zużycie CNG m ³ /100 km | zużycie ON l/100 km | CNG/ON | cena CNG zł/m ³ | cena ON zł/l | oszczędność zł/100 km |
|---------|---------------------------------------|------------------------|--------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|
| długi | 60,92 | 55,33 | 1,10 | 1,72 | 2,74 | 21,96 |
| krótki | 60,32 | 37,00 | 1,63 | 1,72 | 2,74 | -2,10 |

efektywność substytucji paliw

roczne oszczędności kosztów paliwa w funkcji intensywności eksploatacji floty autobusów – złe i dobre doświadczenia w warunkach cenowych 2008



Roczne oszczędności kosztów paliwa jednego autobusu

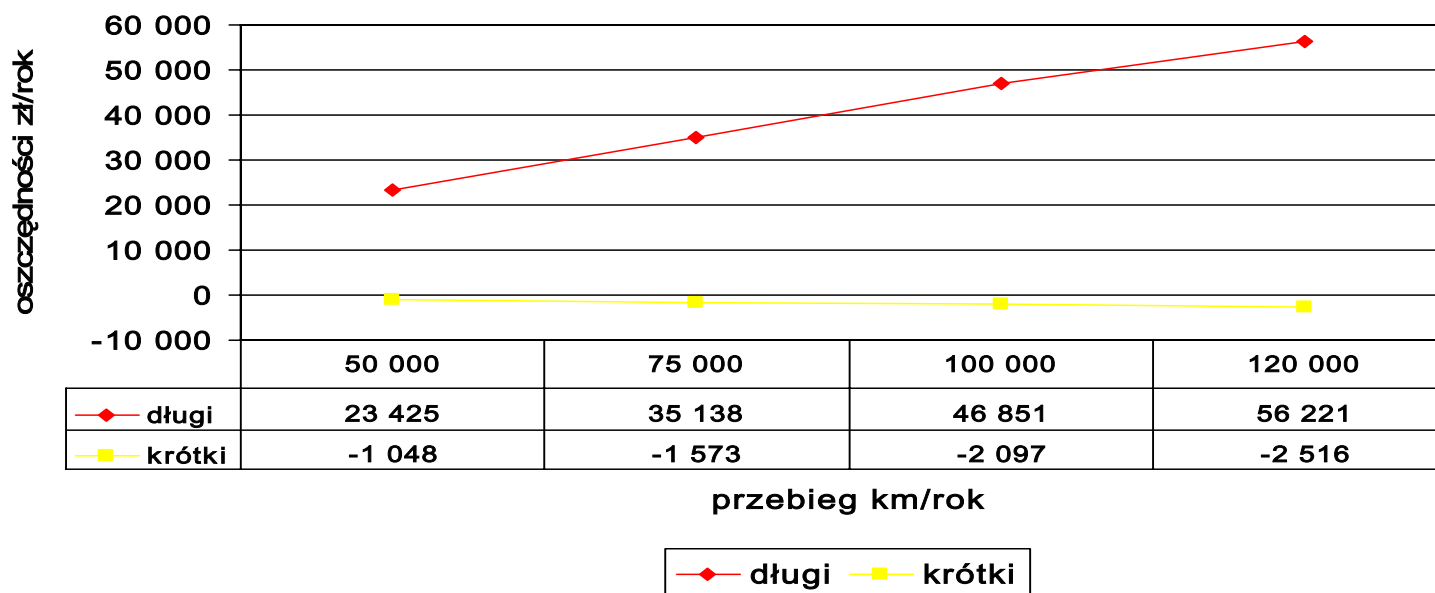


efektywność substytucji paliw

oszczędności kosztów paliwa w funkcji intensywności eksploatacji floty autobusów – złe i dobre doświadczenia w warunkach cenowych I kwartału 2009



Roczne oszczędności kosztów paliwa jednego autobusu



efektywność substytucji paliw

ocena efektywności wymiany floty pojazdów osobowych i dostawczych w warunkach cenowych 2009 roku
założenia projektu



1. Wymianie na pojazdy NGV podlegają samochody osobowe z homologacją pojazdów ciężarowych oraz samochodów osobowych,
2. W roku 2009 planuje się wymianę 20 pojazdów, potem w latach następnych ilość wzrasta o 3 samochody rocznie do roku 2015.
3. Wszystkie pojazdy NGV są tankowane w istniejących stacjach tankowania CNG,
4. Założono 8 letni okres ich eksploatacji,
5. Dodatkowa cena zakupu pojazdu – 5 500 zł
6. Roczny przebieg pojazdów - 15 000 km/rok,
7. Zużycie paliwa; CNG – 8,0 m³/100km, benzyny – 8,9 l/100km,
8. Cena netto benzyny – 3,2 zł/litr, cena netto CNG – 1,72 zł/m³,
9. Wartości rezydualne po 8 latach eksploatacji identyczne

efektywność substytucji paliw

ocena efektywności wymiany floty pojazdów osobowych i dostawczych w warunkach cenowych 2009 roku
metodyka obliczeń

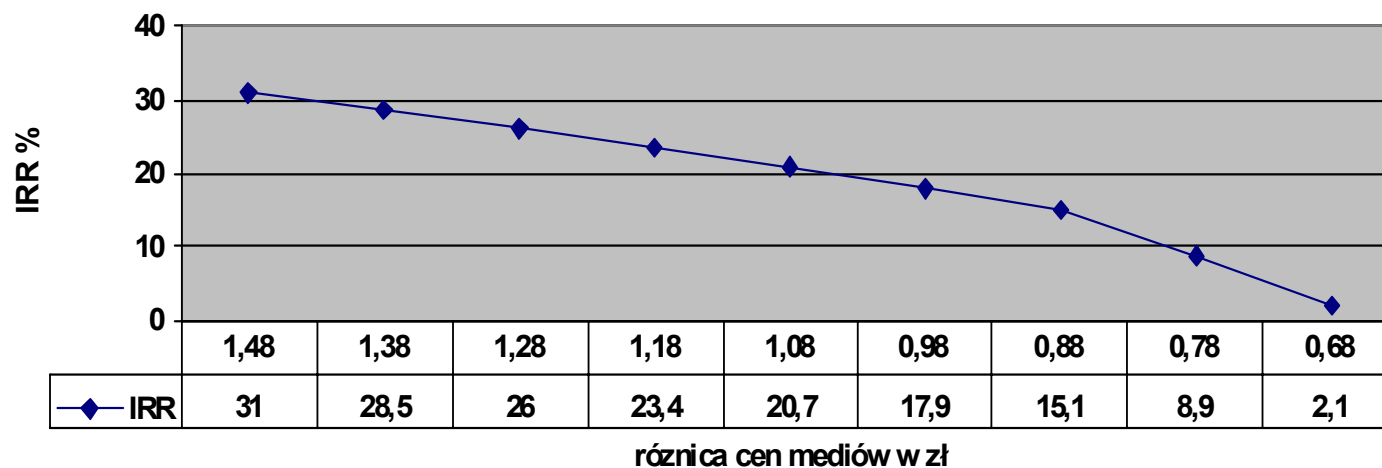


1. Rozważany wariant modernizacji traktowany jest jako potencjalna alternatywa dla wariantu bazowego tzn. zakupu samochodów na benzynę,
2. Do oceny efektywności projektu zastosowano podejście przyrostowe – wariant alternatywny porównano z wariantem bazowym, oszacowane kwoty określają różnice w przepływach pieniężnych spodziewanych z obu porównywanych wariantów,
3. Przy ocenie efektywności, z uwagi na brak wskazanych źródeł finansowania modernizacji, uwzględniono jedynie pozycje przepływów pieniężnych związanych z działalnością operacyjną i inwestycyjną,
4. Do oceny wariantów alternatywnych wykorzystano jako - przyrostowa zdyskontowana wartość netto NPV, oraz IRR
5. Stopę dyskontową przyjęto na poziomie 7,5 %,
6. Do sporządzenia prognozy wykorzystano model oparty na cenach stałych ustalonych dla warunków cenowych I kwartału roku 2009,

efektywność substytucji paliw

ocena efektywności wymiany floty pojazdów osobowych i dostawczych w warunkach cenowych 2009 roku

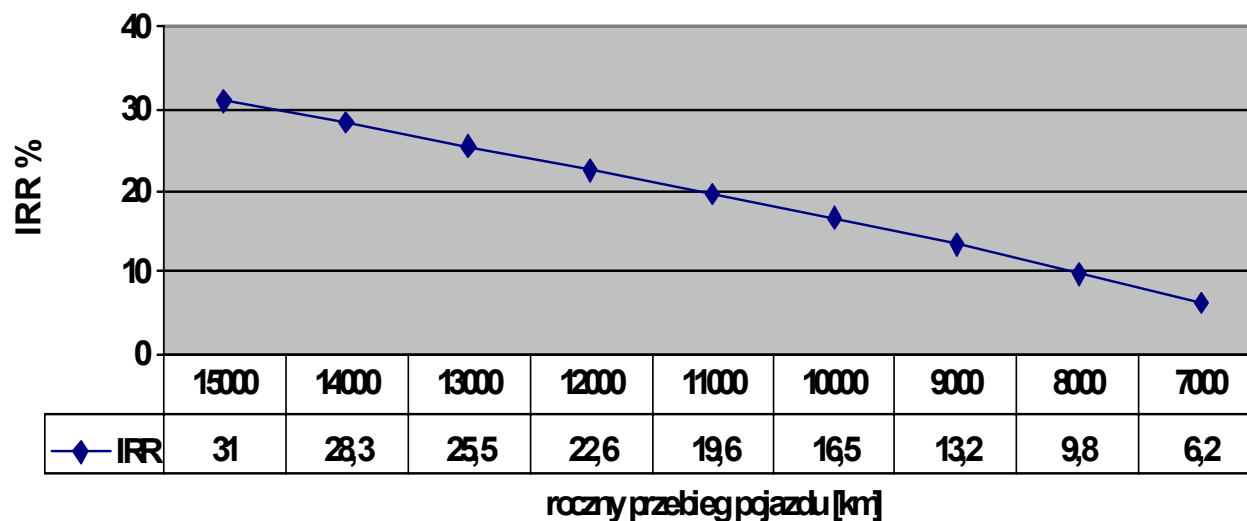
wyniki oceny



efektywność substytucji paliw

ocena efektywności wymiany floty pojazdów osobowych i dostawczych w warunkach cenowych 2009 roku

wyniki oceny



efektywność stacji CNG

kryteria wyboru stacji

doświadczenie w budowie stacji CNG

warunki cenowe

komplementarność i kompletność rozwiązań

zużycie energii na sprężanie gazu

koszty eksploatacji

trwałość urządzeń, warunki gwarancji i czas podjęcia napraw



efektywność stacji CNG

nakłady i koszty związane z budowa i eksploatacją stacji



Nakłady inwestycyjne:

- Koszty przygotowania projektu; studium przed inwestycyjne, ocena oddziaływania na środowisko, projekt budowlany i wykonawczy, prace geodezyjne,
- Zakup urządzeń; sprężarki + układ osuszania gazu, magazyny buforowe z układem sterowania, dystrybutory, infrastruktura stacji,
- Prace budowlano-montażowe, doprowadzenie gazu

Koszty eksploatacji stacji:

- Koszty zakupu gazu + straty gazu
- Koszty energii elektrycznej; nominalne zużycie prądu elektrycznego 0,1 – 0,2 kWh/m³, efektywne istotnie wyższe,
- Koszty napraw i remontów; (nominalnie po 20 000 – 30000 godzin pracy)
- Pozostałe koszty eksploatacji; wynagrodzenia pracowników, materiały eksploatacyjne, ubezpieczenia, podatki

efektywność stacji CNG

zakres zmienności i średnia wskaźników i jednostkowych kosztów eksploatacji wybranych stacji sprężania w roku 2008



| | zakres zmienności | średnia |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| wydajność | 300 – 600 Nm ³ /h | 450 Nm ³ /h |
| obsługa | 2 – 8 osób w różnym systemie pracy | 4 osoby |
| stopień wykorzystania | od 8% - 60% | 20,4% |
| wskaźnik zużycia energii elektrycznej | 0,16 – 0,31 kWh/m ³ | 0,21 kWh/m ³ |
| cena energii elektrycznej | 0,31- 0,58 zł/kWh | 0,43 zł/kWh |

efektywność stacji CNG

zakres zmienności i średnia jednostkowych kosztów
sprężania gazu wybranych stacji sprężania w roku 2008



| | zakres zmienności | średnia |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| koszt energii elektrycznej | 0,06 – 0,18 zł/ Nm ³ | 0,09 zł/ Nm ³ |
| konserwacje i naprawy | 0,05 – 0,13 zł/ Nm ³ | 0,11 zł/Nm ³ |
| koszty osobowe | 0,05 – 0,12 zł/Nm ³ | 0,08 zł/Nm ³ |
| amortyzacja | 0,19 – 0,49 zł/Nm ³ | 0,28 zł/Nm ³ |
| podatki i opłaty | 0,01 – 0,19 zł/Nm ³ | 0,06 zł/Nm ³ |

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| razem koszty sprężania | 0,62 zł/Nm ³ |
| koszty gazu | 1,08 zł/Nm ³ |
| koszt CNG | 1,70 zł/Nm³ |

efektywność stacji CNG

struktura i poziom kosztów jednostkowych (zł/m³)
najlepszych operatorów stacji sprężania w roku 2008



| koszty | wyk. zdolności < 20% | wyk. zdolności = 50% |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| zakup gazu ziemnego | 1,08 | 1,08 |
| energia elektryczna | 0,06 | 0,06 |
| konserwacje i remonty | 0,05 | 0,05 |
| koszty osobowe | 0,09 | 0,07 |
| amortyzacja | 0,19 | 0,05 |
| podatki i opłaty | 0,09 | 0,03 |
| RAZEM CNG (zł/Nm³) | 1,57 | 1,34 |

ocena wpływu na środowisko

emisja zanieczyszczeń

1. Wśród gazów będących efektem spalania najbardziej niebezpieczne, szkodliwe dla środowiska i zdrowia są tlenki węgla CO i CO₂ i tlenki azotu NO_x
2. W krajach UE, ale nie tylko istnieją programy mające na celu ograniczenie tego zjawiska. Jednym z nich jest wprowadzenie norm emisji zanieczyszczeń – standardów europejskich
3. Emisja CO, NO_x, HC, PM bardzo szkodliwych dla zdrowia, z którymi mamy masę kłopotów podlega tym regulacjom
4. Emisja CO₂, gaz cieplarniany, nie jest obecnie regulowana przez przepisy UE, ale na mocy dobrowolnych zobowiązań producenci starają się ograniczyć jego emisję
5. Standardy emisji, wprowadzane sukcesywnie są zróżnicowane w zależności od rodzaju pojazdu i stosowanego paliwa
6. W przypadku samochodów osobowych i dostawczych, gdzie celem jest ogólne zmniejszanie wielkości pojazdów standardy określone są w [g/km]
7. W przypadku samochodów ciężarowych i autobusów, gdzie celem jest optymalizacja wielkości pojazdu, standardy określone są w [g/kWh]

ocena wpływu na środowisko

standardy emisji dla samochodów ciężarowych i autobusów
oraz poziom emisji wybranych pojazdów [g/kWh]



| | rok | test | CO | NMHC | CH ₄ | NO _x | PM |
|--------------|------|------|------|------|-----------------|-----------------|-------|
| EURO III | 2000 | ETC | 5,45 | 0,78 | 1,6 | 5,0 | 0,16 |
| EURO IV | 2005 | ETC | 4,0 | 0,55 | 1,1 | 3,5 | 0,03 |
| EURO V | 2008 | ETC | 4,0 | 0,55 | 1,1 | 2,0 | 0,03 |
| EURO VI | 2013 | ETC | 4,0 | 0,16 | 0,5 | 0,4 | 0,01 |
| EEV | 1999 | ETC | 3,0 | 0,4 | 0,65 | 2,0 | 0,2 |
| IVECO CNG* | | ETC | 1,55 | 0,01 | 0,008 | 0,53 | 0,002 |
| | | | | | | | |
| Diesel+DPF** | | ETC | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,6 | 0,005 |

•źródło; IVECO, Natural Gas Vehicle Development, NGV 2006, Conference, Cairo

•* źródło; 12th International Scientific Symposium on Transport and Air Pollution, 16 – 18 June 2003, Avignon, France

Comparison of particle size distribution and emissions from heavy-duty diesel engines and gas engines for urban buses

Joep VAN LING, Rinie VAN HELDEN, Iddo RIEMERSMA

ocena wpływu na środowisko

standardy emisji dla samochodów osobowych napędzanych benzyną oraz poziom emisji wybranych pojazdów [g/km]



| | rok | | CO | HC | HC +NO _x | NO _x | PM |
|-------------|------|------|------|-----|---------------------|-----------------|-------|
| EURO I | 1992 | | 2,72 | - | 0,97 | - | - |
| EURO II | 1996 | | 2,2 | - | 0,5 | - | - |
| EURO III | 2000 | | 2,3 | 0,2 | - | 0,15 | - |
| EURO IV | 2005 | | 1,0 | 0,1 | - | 0,08 | - |
| EURO V | 2009 | | 1,0 | 0,1 | - | 0,06 | 0,005 |
| EURO VI | 2014 | | 1,0 | 0,1 | - | 0,06 | 0,005 |
| benzyna DI* | 2001 | 1,6l | 1,0 | 0,2 | - | 0,08 | 0,01 |
| CNG * | 1998 | 1,6l | 0,18 | 0,1 | - | 0,05 | 0,00 |

•Źródło; Paivi Aakkoe&Nils-Olof Nylund, Low temperature particulates from alternative fuels, IEA/AMF ANNEX XXII, 2004

ocena wpływu na środowisko

standardy emisji dla samochodów osobowych napędzanych ON oraz poziom emisji wybranych pojazdów [g/km]



| | rok | | CO | HC | HC +NO _x | NO _x | PM |
|--------------|------|------|------|------|---------------------|-----------------|-------|
| EURO I | 1992 | | 2,72 | - | 0,97 | - | 0,14 |
| EURO II | 1996 | | 1,0 | - | 0,7 | - | 0,08 |
| EURO III | 2000 | | 0,64 | - | 0,56 | 0,5 | 0,05 |
| EURO IV | 2005 | | 0,5 | - | 0,3 | 0,25 | 0,025 |
| EURO V | 2009 | | 0,5 | - | 0,23 | 0,18 | 0,005 |
| EURO VI | 2014 | | 0,5 | - | 0,17 | 0,08 | 0,005 |
| diesel TDI * | 1996 | 1,9l | 0,3 | 0,07 | - | 0,7 | 0,08 |
| CNG * | 1998 | 1,6l | 0,18 | 0,1 | - | 0,05 | 0,00 |

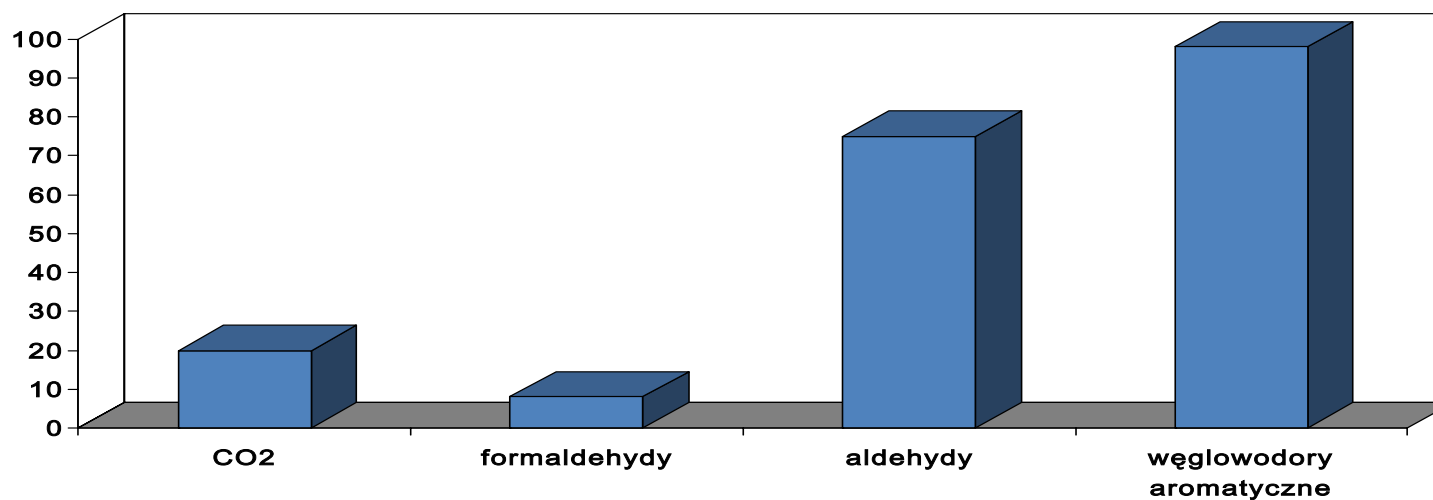
•Źródło; Paivi Aakkoe&Nils-Olof Nylund, Low temperature particulates from alternative fuels, IEA/AMF ANNEX XXII, 2004

ocena wpływu na środowisko

porównanie emisji nie podlegającej regulacji
CNG/benzyna



% redukcji emisji *



* źródło: FRI

uwagi metodyczne oceny projektów CNG/NGV



1. Finansowe metody oceny projektów inwestycyjnych; NPV, IRR, EVA, MVA
2. Ekonomiczne metody oceny projektów inwestycyjnych; korygowanie wartości efektów i kosztów
3. Ryzyko w ocenie inwestycji; źródła ryzyka, metody praktyczne uwzględniające ryzyko, próg rentowności
4. Finansowanie projektów; klasyczne instrumenty finansowania projektów, dźwignia finansowa, ESCO

wnioski końcowe



1. W roku 2009 program rozwoju NGV w Polsce znalazł się na rozdrożu
2. Państwo zachowuje się pasywnie, polityka głównego dotychczasowego promotora PGNiG S.A. mało klarowna; inwestycje, polityka cen
3. Rozwój silników benzynowych i diesla powoduje, że aspekt ochrony środowiska traci na znaczeniu, liczyć się będą aspekty strategiczne związane z bezpieczeństwem zaopatrzenia i efektywność ekonomiczna
4. Producenci pojazdów i stacji CNG odrobili zadanie, pozostali nie