



Gaz ziemny dla pojazdów
Podręcznik dla użytkowników

Jan Sas,
Krzysztof Kwaśniewski

GAZ ZIEMNY DLA POJAZDÓW

Podręcznik dla użytkowników



Spis treści

Używane skróty i oznaczenia	7
1. Wprowadzenie	9
2. Dostępne pojazdy i ich zastosowania	11
2.1. Pojazdy oryginalne dostarczane przez producentów	11
2.1.1. Autobusy	11
2.1.2. Minibusy	16
2.1.3. Samochody osobowe	16
2.1.4. Samochody dostawcze i specjalistyczne	21
2.1.5. Pojazdy transportu wewnętrznego – wózki widłowe	22
2.2. Pojazdy adaptowane do zasilania gazem	23
2.3. Rynek pojazdów używanych	24
3. Tankowanie pojazdów	26
3.1. Podstawowe informacje o stacjach tankowania CNG	26
3.1.1. Stacje szybkiego tankowania	27
3.1.2. Stacje powolnego tankowania	29
3.1.3. Stacje kombinowane – szybkie i powolne tankowanie	30
3.2. Wybór właściwego systemu tankowania	31
3.3. Lokalizacja i infrastruktura stacji	31
3.4. Koszty inwestycji i koszty operacyjne	32
4. Emisja spalin oraz inne aspekty środowiskowe	35
4.1. Poziom emisji spalin i wymagane standardy	35
4.2. Emisja hałasu	36
4.3. Bezpieczeństwo sprzętu i tankowania	37
5. Ekonomiczne aspekty wprowadzania NGV	41
5.1. Koszty benzyny, oleju napędowego i gazu ziemnego	41
5.2. Koszty nabycia pojazdów NGV	43
5.3. Inne koszty	43
5.4. Okres zwrotu nakładów	43
6. Obowiązujące standardy i uwarunkowania prawne	45

7. Wytyczne dotyczące bezpiecznego stosowania CNG.....	48
7.1. Garażowanie	48
7.2. Tankowanie	48
7.3. Wypadki drogowe	48
8. Wspomaganie projektów	51
8.1. Wspomaganie ze strony firm gazowniczych	51
8.2. Wspomaganie ze strony rządu i władz samorządowych	52
8.3. Fundusze pomocowe i tanie kredyty	52
8.4. Inicjatywy lokalne	55
9. Metodyka przygotowania studium wykonalności	57
9.1. Co czytelnicy studium chcą wiedzieć?	58
9.2. Kryteria podejmowania decyzji.....	58
9.3. Metody oceny projektu.....	59
9.4. Struktura i zawartość studium wykonalności	62
10. Informacje uzupełniające	71
10.1. Lokalizacja i użytkownicy stacji sprężania CNG w Polsce (stan na dzień 31.03.2004 r.)	71
10.2. Użytkownicy NGV w Polsce.....	73
10.3. Europejskie programy NGV	73
11. Źródła informacji.....	74
12. Studium przypadku	75
12.1. Program NGV – 10-letnia prognoza finansowa i ocena inwestycji.....	75

Używane skróty i oznaczenia

BOŚ	– Bank Ochrony Środowiska
dB	– decybel, jednostka natężenia dźwięku
ENGVA	– Europejskie Stowarzyszenie Użytkowników Pojazdów na Gaz Ziemny
ERDF	– Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego
Ex	– strefa zagrożona wybuchem
CNG	– sprężony gaz ziemny
CF	– przepływy pieniężne
CFN	– przepływy pieniężne netto
CO	– tlenek węgla
CO ₂	– dwutlenek węgla
DCF	– zdyskontowane przepływy pieniężne
i	– stopa dyskontowa
INGVA	– Międzynarodowe Stowarzyszenie Użytkowników Pojazdów na Gaz Ziemny
IRR	– wewnętrzna stopa zwrotu
LPG	– płynny gaz (mieszanka propanu i butanu)
MSP	– małe i średnie przedsiębiorstwa
MGPiPS	– Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej
NGV, NGVs	– pojazdy napędzane sprężonym gazem ziemnym
NFOŚiGW	– Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
NMHC	– węglowodory (bez metanu)
NO _x	– tlenki azotu
NPV	– wartość zaktualizowana netto
PGNiG S.A.	– Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo – dystrybutor gazu
PM	– cząsteczki stałe
So	– strefa ochronna
SPO WKP	– Sektorowy Program Operacyjny – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw
WFOŚiGW	– Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
VAT	– podatek od towarów i usług
ZPORR	– Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego

1. Wprowadzenie

Przewodnik ten został przygotowany dla osób podejmujących decyzję o wdrożeniu pojazdów napędzanych sprężonym gazem ziemnym (NGV). Projekt jest finansowany ze środków rozwojowych PGNiG S.A. w ramach strategii dywersyfikacji rynku odbiorców gazu ziemnego. Mimo to, że projekt jest współbieżny z realizowanym przez Komisję Europejską, na tym etapie nie jest przez nią dofinansowywany.

Dokument ten w zamyśle autorów stanowić powinien punkt wyjścia oraz źródło podstawowych i zarazem kluczowych informacji dla urzędników publicznych i przedsiębiorstw komercyjnych posiadających własną flotę transportową, rozważających użycie w niej pojazdów napędzanych CNG, w miejsce paliw tradycyjnych, tzn. oleju napędowego i benzyny.

Autorzy starali się udzielić odpowiedzi na kilka fundamentalnych pytań zadawanych na temat NGV.

Tekst zawiera podstawowe i ukierunkowane informacje dotyczące:

- profilu floty pojazdów, potencjalnych użytkowników oraz ich wymagań,
- pojazdów dostępnych na rynku, producentów pojazdów oryginalnych, możliwości i warunków konwersji pojazdów, rynku wtórnego pojazdów,
- warunków tankowania pojazdów, ekonomicznych aspektów wyboru i budowy stacji,
- obowiązujących standardów, uregulowań prawnych, norm i kosztów emisji zanieczyszczeń, warunków bezpieczeństwa tankowania, parkowania itp.,
- ekonomicznych aspektów eksploatacji pojazdów, nakładów inwestycyjnych, kosztów operacyjnych i efektywności inwestycji,
- pomocy we wdrażaniu programu, w tym przegląd możliwych źródeł finansowania,
- praktycznych aspektów przygotowania studium wykonalności, w tym arkusz kalkulacyjny i studium przypadku.

Jeśli chodzi o wybranie konkretnego rozwiązania dotyczącego pojazdów lub stacji tankowania, w przewodniku staraliśmy się umieścić informacje na temat dostępnych produktów i ich dostawców. Całość poradnika powinna zapewnić wystarczającą ilość informacji potencjalnym użytkownikom, by przygotowując studium wykonalności, mogli podjąć decyzję o kierunku i zakresie rozwiązań.

Gdy wstępna decyzja zostanie już podjęta, należy skontaktować się z Departamentem Strategii i Restrukturyzacji PGNiG S.A. oraz z firmami dostarczającymi pojazdy, tak by można było stworzyć precyzyjny program wdrożenia rozwiązania.

Autorzy dziękują Dyrekcji Zakładów Samochodowych JELCZ, firmom WIMTEC Sp. z o.o. oraz CompAir Polska Sp. z o.o. za udostępnione informacje o pojazdach i urządzeniach dla CNG, a szczególnie dyrekcji Instytutu Nafty i Gazu za przekazane materiały.

Marzec 2004

W celu uzyskania dalszych informacji prosimy o kontakt:

Departament Strategii i Restrukturyzacji PGNiG S.A.
01-224 Warszawa, ul. Kasprzaka 25, budynek COT
Pan **Andrzej Hościłowicz** – Kierownik Projektu CNG
e-mail: andrzej.hosciłowicz@pgnig.pl

lub Kierownicy Projektu CNG w spółkach gazownictwa:

Gdańsk: **Tomasz Roman**, tel. +58/323 02 32
e-mail: tomasz.roman@gazownia.gdansk.pl

Poznań: **Rafał Goraj**, tel. +61/854 54 59
e-mail: rafal.goraj@gazownia.poznan.pl

Tarnów: **Grzegorz Wielgus**, tel. +14/622 51 30
e-mail: grzegorz.wielgus@ksg.pl

Warszawa: **Janusz Zgorzyński**, tel. +22/862 41 43
e-mail: janusz.zgorzynski@mzg.com.pl

Wrocław: **Małgorzata Widlak**, tel. +71/364 95 26
e-mail: mwidlak@gazownia.pl

Ryszard Michałowski, tel. +71/3649230
e-mail: rmichalowski@gazownia.pl

Zabrze: **Marcin Nocoń**, tel. +32/373 52 77
e-mail: noconm@gaz.zabrze.pl

lub z autorami niniejszego Manualu:

Jan Sas, tel/fax: +12/617 42 55
e-mail: jsas@zarz.agh.edu.pl

Krzysztof Kwaśniewski, tel/fax: +12/617 42 55
e-mail: kkwasnie@zarz.agh.edu.pl

2. Dostępne pojazdy i ich zastosowania

2.1. Pojazdy oryginalne dostarczane przez producentów

2.1.1. Autobusy

Komunikacja miejska stanowi wzorcowy przykład segmentu branży motoryzacyjnej o bardzo dużym negatywnym oddziaływaniu na środowisko naturalne.

Jest to spowodowane następującymi czynnikami:

- każdy autobus komunikacji miejskiej pokonuje dziennie setki kilometrów w mocno zaludnionych i zabudowanych aglomeracjach miejskich,
- ze względu na liczne przystanki osiąga mniejszą prędkością przelotową, przez co zużywa większe ilości paliwa,
- jeżeli przy tym napędzany jest paliwem ciekłym (olejem napędowym), to emituje do środowiska ogromne ilości spalin oraz stanowi źródło hałasu.

Niestety, bez szkody dla społeczeństwa nie da się wyeliminować dwóch pierwszych czynników. Jedynym rozwiązaniem pozostaje zmiana paliwa, którym napędzane są autobusy, na bardziej ekologiczne.

Mając to na uwadze, producenci autobusów wprowadzili do swoich ofert pojazdy napędzane paliwami alternatywnymi, wśród których dominuje sprężony gaz ziemny (CNG).

Do największych zalet autobusów napędzanych CNG zalicza się:

- znacznie mniejszą emisję zanieczyszczeń do środowiska – spełniającą obowiązujące od 2005 roku normy EURO 4, a nawet obowiązujące od 2008 roku normy EURO 5,
- znacznie cichszą pracę silnika.

Dodatkowo pojazdy te charakteryzują się:

- porównywalną z pojazdami benzynowymi mocą silnika – wynikającą z zastosowania wysokooktanowego paliwa,
- porównywalnym zasięgiem – uzależnionym jedynie od liczby zamontowanych zbiorników,
- krótkim czasem tankowania.

W rezultacie w wielu krajach, nie tylko europejskich, wykorzystuje się w komunikacji miejskiej autobusy, dla których paliwem jest sprężony gaz ziemny. W chwili obecnej w Eu-

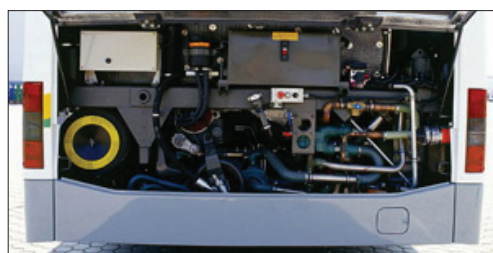
ropie pojazdy te jeżdżą między innymi w Niemczech (we Frankfurcie nad Odrą, Augsburgu, Dessau i w innych miastach), we Francji, Szwecji, Hiszpanii, Portugalii i Finlandii.

Aktualnie większość producentów autobusów komunikacji miejskiej posiada w swojej ofercie pojazdy napędzane sprężonym gazem ziemnym. Wiele z tych modeli dostępnych jest na rynku europejskim, w tym również i w Polsce.

Flagowym produktem firmy Volvo jest model 7000 CNG oferowany w dwóch wersjach: jako pojazd 12-metrowy oraz jako 18-metrowy autobus przegubowy. Jest to autobus niskopodłogowy, bez stopni pośrednich we wnętrzu – jedynie w tylnych drzwiach do wnętrza prowadzi jeden stopień wejściowy.



Rys. 2.1. Autobus Volvo 7000 CNG



Rys. 2.2. Widok komory silnika CNG w autobusie

Volvo 7000 CNG wyposażone jest w kompletny moduł wysokociśnieniowych zbiorników paliwowych. Są one montowane na dachu pojazdu. Zbiorniki wykonano z materiałów kompozytowych. Każdy zbiornik ma objętość 125 litrów, co po zainstalowaniu zestawu 8 pojemników daje 1000 litrów – taka ilość paliwa wystarcza na przejechanie w normalnym ruchu miejskim około 400 km.

Volvo posiada w swojej europejskiej ofercie model 8500 CNG – również w dwóch wersjach: 12-metrowej i 18-metrowej. Obecnie pojazdy te kursują między innymi w Helsinkach, w Finlandii.



Rys. 2.3. Autobus Volvo 8500 CNG

Ekobus jest handlową nazwą czeskiego, ekologicznego autobusu komunikacji miejskiej napędzanego sprężonym gazem ziemnym. Jest on oferowany w trzech wariantach:

- 1) model SOR B 10,5 CNG to typowy trzydrzwiowy autobus komunikacji miejskiej dla 90 pasażerów, który spala 28 m³ gazu na 100 km,
- 2) model SOR C 10,5 CNG przeznaczony jest do transportu podmiejskiego i miejskiego i może pomieścić maksymalnie 81 osób, zużywając 25 m³ gazu na 100 km,
- 3) model SOR LC 10,5 CNG to pojazd w wersji komfortowej przeznaczony do ruchu międzymiastowego – może on pomieścić 45 osób i zużywa 21 m³ gazu na 100 km.



Rys. 2.4. Ekobus – bardzo ekonomiczny autobus CNG z Czech

Ekobus napędzany jest amerykańsko-kanadyjskim silnikiem Cummins Wesport 5,9 230 CNG Plus o pojemności 5,9 litra i mocy 172 kW posiadającym elektroniczny wtrysk paliwa. Wysokociśnieniowe, kompozytowe zbiorniki na gaz ziemny umieszczone są na dachu pojazdu. Zasięg autobusu waha się od 450 do 700 km – zależnie od ilości zamontowanych zbiorników.

Polski Jelcz posiada w swojej ofercie dwa 12-metrowe modele autobusów komunikacji miejskiej napędzanych sprężonym gazem ziemnym.



Rys. 2.5. Autobus Jelcz M 125 M/4

Pierwszym z nich jest model 120 M/1 Supero CNG, który wyposażony jest w 6-cylindrowy silnik WS Mielec typ MD 111M6 o mocy 150 kW (czyli 204 KM). Autobus ten może pomieścić 100 pasażerów.

Drugim modelem jest nowy, niskopodłogowy Jelcz M125M/4 Vecto CNG przeznaczony dla 86 osób, który charakteryzuje się tym, że zbiorniki paliwa umieszczone są na dachu – tak jak miało to miejsce w przypadku Volvo 7000 CNG i Ekobusa.

Autobusy komunikacji miejskiej napędzane sprężonym gazem ziemnym mają w swojej ofercie również:

- Man – modele: NL223 CNG, NL234 CNG, NL243 CNG, NL313 CNG, NG313 CNG, NU243 CNG, NU313 CNG,
- Mercedes – modele: O405N CNG oraz Citaro O530 CNG (w wersji 12- i 18-metrowej),
- Neoplan – modele: N4007 CNG, N4409 CNG, N4411 CNG, N4413 CNG, N4416 CNG, N4421 CNG, N4426/3 CNG
- EvoBus oraz Irisbus (dawny Ikarus).



Rys. 2.6. Autobus Neoplan N4416 CNG



Rys. 2.7. Autobus Man NG313 CNG



Rys. 2.8. Autobus Mercedes Citaro O530 CNG



Rys. 2.9. Autobus Mercedes O405N CNG

Tabela 2.1

Dane techniczne wybranych modeli autobusów komunikacji miejskiej na CNG

Producent i model	Volvo 7000 CNG	Volvo 7000 A CNG	Ekobus SOR B 10,5 CNG	Jelcz 120M/1 Supero CNG
Długość	12 metrów	18 metrów	11 metrów	12 metrów
Liczba miejsc	105	105	90	100
w tym siedzących	36	36	28	33
Pojemność silnika	10 litrów	10 litrów	5,9 litra	b.d.
Moc silnika	250 KM przy 2000 obr./min	290 KM przy 2000 obr./min	172 kW przy 1600 obr./min	204 KM przy 2000 obr./min
Maksymalny moment obrotowy	1050 Nm przy 1400 obr./min	1200 Nm przy 1400 obr./min	667 Nm	b.d.
Norma czystości	Euro 4	Euro 4	Euro 4 i 5	b.d.

2.1.2. Minibusy

Minibusy używane są do przewozu małej liczby osób, gdy nie ma konieczności użycia dużego miejskiego pojazdu (miejscowości uzdrowiskowe i wypoczynkowe, hotele, usługi transportowe itp.). Iveco posiada w swojej ofercie pojazd typu minibus – Daily CNG (wersje schoolbus i minibus). Podobnie firma Renault.



Rys. 2.10. Minibus Iveco Dailly CNG



Rys. 2.11. Oferta nowego miejskiego minibusu firmy Renault

2.1.3. Samochody osobowe

Wielu producentów samochodów osobowych w Europie, Stanach Zjednoczonych i Japonii nieustannie poszerza swoją ofertę o pojazdy zasilane sprężonym gazem ziemnym (CNG). Wzrasta również zainteresowanie alternatywnymi źródłami zasilania pojazdów, szczególnie w społeczeństwie zamieszkującym duże aglomeracje miejskie. Wśród producentów pracujących nad pojazdami ekologicznymi i przystosowujących je fabrycznie do CNG wyróżnić możemy między innymi modele: BMW, Citroën, Honda, Fiat, Ford, Mercedes, Opel, Peugeot, Toyota, Volvo.

Ostatnie kilka lat to okres ogromnego postępu w rozwoju technologii NGV ukierunkowanej głównie na zwiększanie zasięgu pojazdów zasilanych sprężonym gazem oraz poprawę ich bezpieczeństwa. Wiele z wprowadzanych do produkcji pojazdów ma zainstalowane zbiorniki paliwa tak, by nie wpływały one na zmniejszenie powierzchni bagażowej (najczęściej umieszczane są w podłodze pojazdu).

W Polsce samochody fabrycznie przystosowane do zasilania gazem ziemnym sprężonym nie są w tej chwili sprzedawane przez dealerów, ponieważ nie istnieje popyt na tego typu pojazdy. Biorąc pod uwagę ceny niektórych oferowanych na naszym rynku modeli, np. Fiata, oraz ceny tych pojazdów w krajach Unii Europejskiej, to ceny samochodów napędzanych CNG kształtują się w przedziale cen pojazdów z silnikami Diesla, czyli są średnio droższe o około 10% od samochodów zasilanych benzyną.

W klasie minivan fabryki Opla oferują model napędzany sprężonym gazem ziemnym Zafira 1.6 CNG. Zasadniczymi zaletami tego samochodu są: niskie koszty eksploatacji oraz niewielka emisja szkodliwych związków przy pełnej funkcjonalności i komforcie jazdy. Do napędu służy silnik 1.6 16V ECOTEC, który został przystosowany do wykorzystywania gazu ziemnego jako paliwa. Moc maksymalna tego samochodu jest taka sama, jak w wersji benzynowej i wynosi 74 kW (100 KM). Na ekologiczne paliwo przeznaczono cztery zbiorniki (o łącznej pojemności 111 litrów), które umieszczono w podłodze samochodu, co pozwoliło na zachowanie przestrzeni potrzebnej do pomieszczenia 7 osób we wnętrzu Zafiry. Dodatkowo samochód ten posiada 14-litrowy bak rezerwowy na benzynę. Jeśli podczas podróży istnieje groźba wyczerpania się zapasów gazu, dodatkowy bak umożliwia przejście na napęd benzynowy. Zasięg po jednokrotnym tankowaniu zwiększa się w ten sposób z 400 km (CNG) do 550 km. Pod względem bezpieczeństwa Zafira CNG charakteryzuje się wyraźną przewagą nad pojazdami napędzanymi gazem płynnym. W związku z tym samochodem zasilanym CNG można bezpiecznie parkować w garażach i parkingach podziemnych. Fabryka Opla planuje poszerzyć ofertę pojazdów CNG o model Astra 1.6.



Rys. 2.12. Minivan Opel Zafira 1.6 CNG

Francuskie fabryki również oferują samochody klasy minivan z silnikami napędzanymi sprężonym gazem ziemnym. Są to Citroën Berlingo 1.4 CNG oraz Peugeot Partner 1.4 CNG. W roku 2004 oferta samochodów CNG będzie wzbogacona o Renault Kangoo 1.6 oraz samochody kompaktowe, tj. Citroën C3 1.4, Peugeot 206 1.4, Renault Clio 1.6.

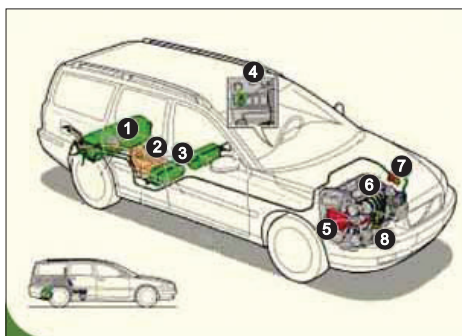
Fiat w swojej ofercie posiada pojazdy fabrycznie przystosowane do zasilania sprężonym gazem ziemnym w wersji BiPower (silnik spalinowy może być zasilany benzyną oraz gazem ziemnym). Są to modele: Punto, Multipla, Doblo oraz samochód dostawczy Ducato. Można również nabyć wersje jednopaliwowe na gaz ziemny. W samochodach Multipla i Ducato zbiorniki na gaz znajdują się w podłodze pojazdów, natomiast w Doblo i Punto umieszczono je w części bagażowej. Pojemność tych zbiorników wynosi 111 litrów.

Tabela 2.2

Dane techniczne różnych modeli Fiata w wersji CNG

Parametry	Punto BiPower	Multipla BiPower	Doblo BiPower	Ducato BiPower
Pojemność skokowa w cm^3	1.2 8v MPI	1581 (1.6 16v MPI)	1581 (1.6 16v MPI)	2.0 MPI
Moc kW/KM przy obr./min	38/52/5000	68/92/5750	68/92/5750	71/97/5700
Moment obrotowy Nm/kgm przy obr./min	88/3000	130/4000	130/4000	146/3700
Zużycie paliwa (l/100 km) w cyklu miejskim/ pozamiejskim/mieszanym	5,5/3,7/4,3	8,2/5,2/6,3	8,2/5,2/6,3	11,4/8,0/9,3
V max [km/h]	145	157	155	130
Pojemność zbiornika [kg]	11	26,5	21	25,8
Zasięg z CNG [km]	260	420	350	270

Volvo, producent kojarzący się przede wszystkim z bezpieczeństwem, jakością i ekologią również posiada w swojej ofercie samochody osobowe zasilane alternatywnymi paliwami – w tym CNG. W fabrycznej ofercie modele V70 (kombi), S80, S60 występują w wersjach zasilanych gazem ziemnym.

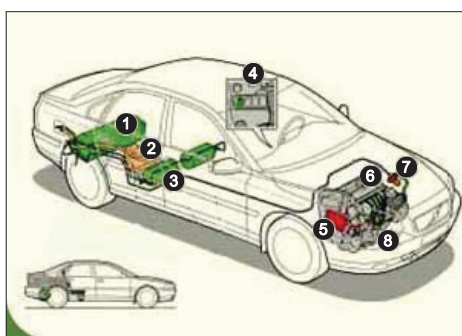


Rys. 2.13. Schemat instalacji gazowej oraz wygląd zewnętrzny samochodu osobowego Volvo V70 CNG: 1, 3 – zbiorniki gazu (pod podłogą), 2 – zbiornik benzyny, 4 – przełącznik gaz/benzyna, 5 – układ kontroli, 6 – wtrysk gazu, 7 – regulator ciśnienia, 8 – dozownik gazu

Tabela 2.3

Parametry techniczne samochodu osobowego Volvo V70 w wersjach CNG oraz benzynowej

Parametry	V 70 CNG	V70 benzyna
Pojemność skokowa [cm ³]	2435	2435
Moc KM przy obr./min	140/5800	140/4500
Moment Nm/kgm przy obr./min	192/4500	220/3750
Maksymalna prędkość Manualna/automatyczna skrzynia biegów	205/200	205/200
Zużycie paliwa (l/100 km) Manualna/automatyczna skrzynia biegów W cyklu mieszanym		9,1/10,2
Zużycie paliwa (Nm ³ /100 km) Manualna/automatyczna skrzynia biegów W cyklu mieszanym	9,6/10,4	
Przyspieszenie 0–100 km/h [s] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	11,0/11,9	10,5/11,4
Zasięg na pełnym zbiorniku [km] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	241/222	319/284
Emisja CO ₂ [g/km] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	171/186	219/244

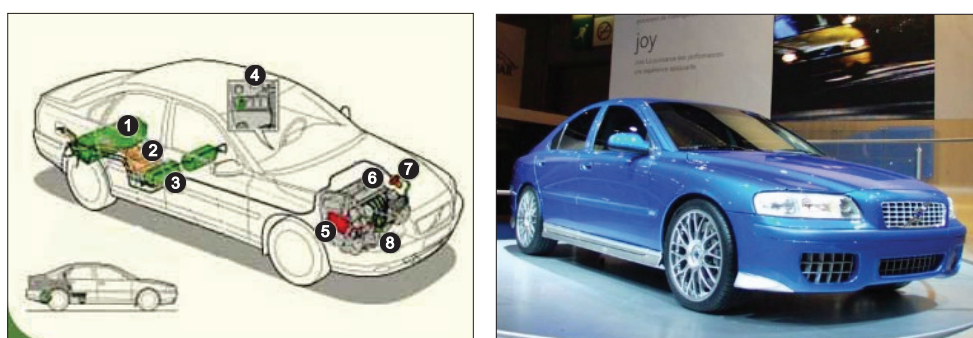


Rys. 2.15. Schemat instalacji gazowej oraz wygląd zewnętrzny samochodu osobowego Volvo S80 CNG: 1, 3 – zbiorniki gazu (pod podłogą), 2 – zbiornik benzyny, 4 – przełącznik gaz/benzyna, 5 – układ kontroli, 6 – wtrysk gazu, 7 – regulator ciśnienia, 8 – dozownik gazu

Tabela 2.4

Parametry techniczne samochodu osobowego Volvo S80 w wersjach CNG oraz benzynowej

Parametry	S80 CNG	S80 benzyna
Pojemność skokowa [cm ³]	2435	2435
Moc KM przy obr./min	140/5800	140/4500
Moment Nm/kgm przy obr./min	192/4500	220/3750
Maksymalna prędkość Manualna/automatyczna skrzynia biegów	205/200	205/200
Zużycie benzyny (l/100 km) Manualna/automatyczna skrzynia biegów W cyklu mieszanym	–	8,9/10,1
Zużycie paliwa CNG (Nm ³ /100 km) Manualna/automatyczna skrzynia biegów W cyklu mieszanym	9,2/10,5	–
Przyspieszenie 0–100 km/h [s] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	11,0/11,9	10,5/11,4
Zasięg na pełnym zbiorniku [km] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	251/220	326/287
Emisja CO ₂ [g/km] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	164/187	213/246



Rys. 2.14. Schemat instalacji gazowej oraz wygląd zewnętrzny samochodu osobowego Volvo S60 CNG: 1, 3 – zbiorniki gazu (pod podłogą), 2 – zbiornik benzyny, 4 – przełącznik gaz/benzyna, 5 – układ kontroli, 6 – wtrysk gazu, 7 – regulator ciśnienia, 8 – dozownik gazu

Tabela 2.5

Parametry techniczne samochodu osobowego Volvo S60 w wersjach CNG oraz benzynowej

Parametry	S60 CNG	S60 benzyna
Pojemność skokowa [cm ³]	2435	2435
Moc KM przy obr./min	140/5800	140/4500
Moment Nm/kgm przy obr./min	192/4500	220/3750
Maksymalna prędkość Manualna/automatyczna skrzynia biegów	210/205	210/205
Zużycie benzyny (l/100 km) Manualna/automatyczna skrzynia biegów W cyklu mieszanym	–	8,8/9,6
Zużycie paliwa CNG (Nm ³ /100 km) Manualna/automatyczna skrzynia biegów W cyklu mieszanym	9,0/10,0	–
Przyspieszenie 0–100 km/h [s] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	10,7/11,6	10,2/11,1
Zasięg na pełnym zbiorniku [km] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	257/231	330/302
Emisja CO ₂ [g/km] Manualna/automatyczna skrzynia biegów	161/178	211/231

2.1.4. Samochody dostawcze i specjalistyczne

Większość dużych producentów samochodów ciężarowych posiada w swojej ofercie silniki zasilane sprężonym gazem ziemnym. Największe korzyści z zastosowania CNG zauważa się w ciężarówkach i samochodach dostawczych pracujących w centrach i w okolicach dużych aglomeracji miejskich. Pojazdy te w dużej mierze są odpowiedzialne za zanieczyszczenie środowiska w obszarach miejskich.

Do najistotniejszych zalet samochodów ciężarowych zasilanych CNG zalicza się znaczne ograniczenie emisji spalin oraz hałasu.

Scania w swojej ofercie posiada silnik: OSC 11 03 260 (11-litrowa jednostka o mocy 260 KM) zasilany CNG, który jest montowany głównie w pojazdach poruszających się w obszarach miejskich (np. samochody transportowe, śmieciarki), gdzie ograniczona emisja spalin i niski poziom hałasu podczas pracy jest bardzo ważny.

Wśród producentów, których samochody dostawcze napędzane są sprężonym gazem ziemnym, wymienić należy m.in.:

- Citroën – model Jumper 2.0,
- Fiat – model Ducato,
- Ford – model Transit,
- Iveco – model Daily 3,5 t, 5,2 t oraz 6,5 t,
- Iveco (19 i 26 t),
- Mercedes – model Sprinter, Econic 19 i 26 t,
- Peugeot – model Boxer,
- Renault – model Midlum,
- Volkswagen (T4).



Rys. 2.16. Pojazd na paliwo CNG służb komunalnych firmy Scania

Jeśli chodzi o pojazdy specjalistyczne, np. śmieciarki czy pojazdy oczyszczania ulic, to przygotowywane są one przez fabryki przede wszystkim na konkretne zamówienie.

2.1.5. Pojazdy transportu wewnętrznego – wózki widłowe

Stosowany na szeroką skalę wewnętrzny transport spalinowy oparty między innymi na wózkach widłowych z silnikami na paliwa płynne stanowi bardzo poważne zagrożenie dla zdrowia pracowników zmuszonych do pracy w zanieczyszczonym powietrzu, zwłaszcza w obiektach zamkniętych. Wózki widłowe z napędem elektrycznym są kłopotliwe w eksploatacji z powodu małej mocy i niewielkiego zasięgu oraz długiego czasu ładowania akumulatorów. Zastosowanie sprężonego gazu ziemnego do zasilania tego typu pojazdów umożliwia przede wszystkim istotne ograniczenie emisji toksycznych składników spalin. Zasilanie takie pozwala na istotne obniżenie kosztów eksploatacji przy zachowaniu nie zmienionych parametrów trakcyjnych. Inną zaletą stosowania CNG w pojazdach transportu wewnętrznego jest ich mniejsza hałaśliwość, o 3–5 dB, oraz większa elastyczność silnika w porównaniu z wózkami zasilanymi paliwem płynnym.



Rys. 2.17. Wózki widłowe na CNG dla transportu wewnętrznego

2.2. Pojazdy adaptowane do zasilania gazem

Często zdarza się, że właściciel pojazdu lub floty pojazdów, rozpoczynając stosowanie CNG decyduje się na przerobienie pojazdu z benzynowego lub z silnikiem wysokoprężnym* na zasilanie gazem ziemnym. Taka przeróbka jest możliwa, chociaż wymaga znacznego doświadczenia oraz spełnienia standardów dotyczących bezpieczeństwa (m.in. Regulamin 110 EKG ONZ oraz Rozp. Ministra Infrastruktury – Dz.U. z 2003 r., nr 232, poz. 2333).

Jeśli przerabiany jest nowy pojazd w firmie autoryzowanej przez danego producenta, to zwykle zachowane są warunki gwarancji. W innych przypadkach, gdyby pojawiły się ewentualne problemy, można liczyć na ochronę wynikającą z praw konsumenckich.

Gdy dokonuje się przeróbki pojazdu wyeksploatowanego, to ze względu na jego ogólne zużycie korzyści ze stosowania CNG mogą być mniejsze, a nakłady na przerobienie pojazdu na gaz mogą nie zdążyć się zwrócić.

Konwersja pojazdów benzynowych na dwupaliwowe (bi-fuel, bi-power)

Po zamontowaniu zbiorników na sprężony gaz oraz niezbędnej instalacji i układu sterowania można w silniku benzynowym stosować alternatywne paliwo w postaci gazu ziemnego. Zależnie od rozwiązań zmiana rodzaju paliwa następuje manualnie lub automatycznie. W niektórych rozwiązaniach uruchomienie pojazdu następuje na paliwie benzynowym, a chwilę później ma miejsce przełączenie na zasilanie gazem.

W nowoczesnych rozwiązaniach możliwe jest również uruchamianie silnika na paliwie gazowym, a zbiornik z benzyną służy jedynie jako rezerwa w przypadku braku paliwa gazowego. Przełączanie na różne paliwo może nastąpić zarówno na postoju, jak i podczas jazdy. Możliwy jest demontaż instalacji gazowej, tak aby z powrotem pojazd stał się jednopaliwowy, na benzynę.

Konwersja pojazdów z silnikiem wysokoprężnym

Istnieją trzy sposoby dostosowania silników dieslowskich do paliwa w postaci gazu ziemnego. Pierwszy sposób, stosowany na początku lat 90., polegał na obniżeniu stopnia

* Zabieg opłacalny głównie przy okazji remontu silnika, zwłaszcza autobusów, pojazdów ciężarowych. W pojazdach osobowych praktycznie nie stosowany.

sprężania i zamontowaniu w silniku świec zapłonowych, czyli praktycznie przerobieniu takiego silnika na iskrowy. Takie podejście – ze względów technicznych oraz z powodu gorszych osiągnięć przerobionego silnika – zostało praktycznie zaniechane.

Należy jednak pamiętać o tym, iż przerabiając pojazd na paliwo gazowe, trzeba zamontować dodatkowe zbiorniki na sprężony gaz ziemny (zależnie od przewidywanego przebiegu między napełnianiem gazem zbiorniki mogą mieć pojemność 600–1000 litrów). Może to oznaczać konieczność wzmocnienia konstrukcji nośnej pojazdu (np. autobusu), aby zbiorniki ze sprężonym gazem ziemnym mogły być umieszczone na dachu, w podłodze lub w innej części przerabianego pojazdu. Często umieszczenie zbiorników na gaz stanowi większy problem niż zamiana silnika.

Wreszcie istnieją takie rozwiązania, które umożliwiają stosowanie mieszanki ON i gazu ziemnego. Możliwe jest podawanie gazu do silnika poprzez wtrysk sterowany komputerowo. Gdy taki silnik pracuje na wolnych obrotach, to spalany jest w 100% ON, natomiast przy większych obrotach gaz może stanowić do 80% paliwa.

Nieliczne firmy na świecie potrafią dokonać takich przeróbek. Według wiedzy autorów, producenci pojazdów w Europie nie oferują takich wariantów nowych silników.

Uwagi dotyczące adaptacji silników benzynowych i dieslowskich na silniki na gaz ziemny

1. Przerabiane są głównie silniki benzynowe w lżejszych samochodach (osobowe, taksówki, samochody policyjne, pojazdy obsługi lotnisk, samochody typu van, samochody dostawcze). Przerabianie silników dieslowskich jest stosowane do cięższych pojazdów (autobusy, śmieciarki itp.) i jest to proces bardziej skomplikowany.
2. Zwykle nie opłaca się przerabiać samochodów wysłużonych, starych. Okres zwrotu nakładów na przerobienie pojazdu – zależnie od rocznego przebiegu i ilości spalanej paliwa – waha się w granicach 2–5 lat, stąd raczej konwersji poddawane są mniej wyeksploatowane pojazdy.
3. Konwersji dokonywać należy w pojazdach o większym przebiegu rocznym, gdyż oznacza to krótszy okres zwrotu nakładów na przeróbkę.
4. Zależnie od dziennego przebiegu należy stosownie dobrać wielkość zbiornika na gaz ziemny.
5. Konwersja silników benzynowych na gazowe powoduje utratę ich mocy o ok. 8–10% (ponieważ gaz wprowadzony do cylindrów zajmuje objętość świeżej mieszanki i zmniejsza tam ilość tlenu o 8–10%).
6. Dla zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa funkcjonowania flot pojazdów nie jest wskazana konwersja wszystkich pojazdów na gaz ziemny. Doświadczenie europejskich operatorów flot wskazuje, że optymalny poziom konwersji to ok. 40–60% pojazdów na gaz ziemny – reszta pojazdów pozostaje na paliwa tradycyjne.

2.3. Rynek pojazdów używanych

Przy obecnej, bardzo małej liczbie pojazdów na CNG (poniżej 200 samochodów) w Polsce praktycznie nie ma rynku pojazdów używanych.

Wraz z rozwojem sieci stacji napełniania CNG można spodziewać się pojawienia rynku wtórnego takich pojazdów. Dla polskich nabywców szczególnie interesujące mogą być zakupy używanych aut z Niemiec, tam bowiem pojazdy takie są objęte ulgą w podatku VAT, co czyni je bardziej konkurencyjnymi cenowo.

Firmy eksploatujące intensywnie pojazdy na CNG – zwłaszcza samochody osobowe, vany i samochody dostawcze, mogą chcieć po kilku latach wymienić je na nowe. Pewnym rozwiązaniem może być odsprzedaż takich pojazdów pracownikom tych firm. Również firmy i instytucje działające na rzecz NGV mogą na swoich stronach internetowych umieszczać informacje o takich pojazdach.

3. Tankowanie pojazdów

3.1. Podstawowe informacje o stacjach tankowania CNG

Dla potrzeb NGV stosuje się gaz ziemny sprężony do 200–230 bar (ostatnio nawet do 250 bar). Proces sprężania odbywa się przy pomocy sprężarek jedno- lub wielostopniowych. Ze względów ekonomicznych korzystniejsza jest sytuacja, gdy ciśnienie wejściowe gazu ziemnego jest wyższe (np. gaz z sieci wysokociśnieniowej o ciśnieniu 30–40 bar).

Obok ciśnienia gazu na wejściu ważna jest wydajność stacji, od czego istotnie zależy czas tankowania zbiorników pojazdu.

Innym niezwykle istotnym czynnikiem jest poziom zawilgocenia gazu określany temperaturą ciśnieniowego punktu rosy (im niższa temperatura punktu rosy – tym lepiej. Dla naszych warunków klimatycznych ciśnieniowy punkt rosy powinien być w granicach minus 25°C). W praktyce konieczne jest osuszenie gazu ziemnego przed jego sprężeniem.

Stacje dzielimy na:

- szybkiego lub powolnego tankowania,
- stacjonarne lub przewoźne,
- trwale lub nietrwale (stacje kontenerowe) połączone z siecią gazową,
- jednopaliwowe lub wielopaliwowe (dystrybutory CNG obok dystrybutorów ON, benzyny czy LPG),
- ogólnodostępne lub zakładowe.

W stacjach takich sprężanie gazu ziemnego odbywa się za pomocą sprężarek małych (do ok. 15 m³/h), średniej wielkości (30–200 m³/h) lub sprężarek o dużych wydajnościach (powyżej 450 m³/h).

Podstawowe maszyny i urządzenia stanowiące typową stację tankowania to:

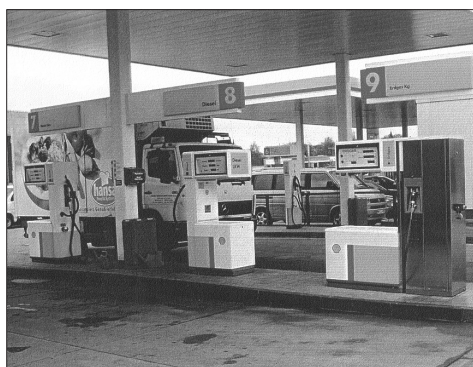
- sprężarka,
- urządzenie osuszające gaz,
- magazyny kaskadowe,
- urządzenia systemu sterowania i kontroli,
- dystrybutory (dyspensery).

3.1.1. Stacje szybkiego tankowania

Szybkie tankowanie oznacza możliwość napełnienia zbiorników pojazdu gazem ziemnym w czasie podobnym jak napełnienie ON czy benzyną (3–7 minut dla samochodów osobowych i lekkich ciężarówek).

Dla zapewnienia możliwości szybkiego tankowania bez potrzeby posiadania bardzo dużych sprężarek stosuje się rozwiązania z tzw. magazynami kaskadowymi. Są to zestawy pojemników gazowych w układzie trójsegmentowym (nisko-, średnio- i wysokociśnieniowe). Magazyn taki składa się zwykle z 10 do 50 butli dla każdego segmentu o pojemności 80–150 litrów każda.

Sprężarka napełnia magazyn kaskadowy gazem do ciśnienia ok. 250–300 bar wówczas, gdy nie tłoczy gazu do zbiorników pojazdów. W chwili napełniania zbiorników pojazdu CNG najpierw podawany jest gaz ze zbiorników kaskadowych, a sprężarka dołącza jedynie gaz do wymaganego ciśnienia (dlatego jest możliwe tak szybkie napełnienie zbiorników pojazdu gazem).



Rys. 3.1. Wielopaliwowa stacja tankowania (ON, benzyna, CNG)



Rys. 3.2. Dystrybutor gazu sprężonego (CNG)
może być kolejnym, obok dystrybutorów dla paliw ciekłych

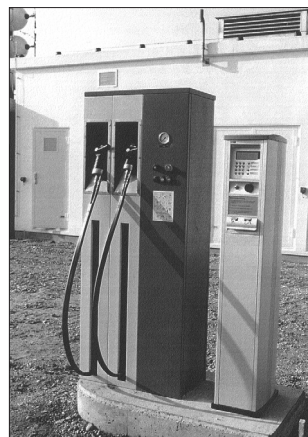


Rys. 3.3. Kontenerowa stacja sprężania gazu AG 2000 firmy NGV Autogas

Ilość wykorzystanego gazu z poszczególnych segmentów do napełnienia zbiorników pojazdu jest różna. Przyjmuje się średnio, iż z każdego kolejnego segmentu zbiorników wypływa do zbiorników pojazdu ok. 30% mniej gazu (rośnie ciśnienie w zbiornikach pojazdu).

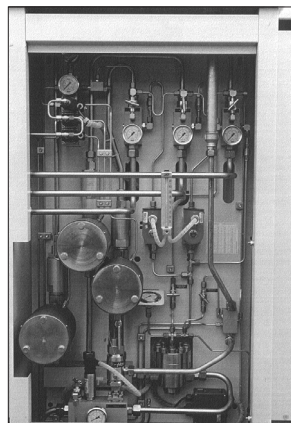


Rys. 3.4. Duży magazyn kaskadowy na sprężony gaz ziemny w stacji sprężania (CompAir)



Rys. 3.5. Dwustanowiskowy dispenser dla CNG

Kolejnością napełniania i pobierania sprężonego gazu z magazynu kaskadowego „zarządza” urządzenie sterujące. Rozbudowany system zbiorników kaskadowych pozwala na zwiększenie stopnia wykorzystania sprężarki i jej bardziej równomierne obciążenie. Nowoczesne stacje napełniania posiadają rozbudowane systemy automatyki, zabezpieczeń i kontroli.



Rys. 3.6. Szafa sterownicza układu napełniania CNG firmy Bauer Compressoren (sterownik pierwszeństwa, sterownik kolejności napełniania i sterownik ciśnienia)

3.1.2. Stacje powolnego tankowania

System powolnego napełniania zbiorników pojazdu gazem nie wymaga budowy magazynów kaskadowych. Sprężarka tłoczy gaz o ciśnieniu nieznacznie przekraczającym docelowe ciśnienie w zbiornikach pojazdów.

Powolne tankowanie jest tańsze od szybkiego tankowania, ale w praktyce oznacza napełnianie zbiorników pojazdów w czasie 6–8 godzin. Sprężarka jest wykorzystywana równomiernie przez wiele godzin. Najczęściej pracuje w nocy, gdy koszty energii są najniższe.



Rys. 3.7. Stanowiska powolnego tankowania autobusów CNG w Göteborgu

Stosuje się je dla flot pojazdów mających przerwę w jeździe w podobnym czasie (np. autobusy MPK w nocy) bądź dla prywatnych samochodów (stacje garażowe). Podstawowe urządzenia w takim systemie to:

- sprężarka (sprężarki),
- dystrybutory.



Rys. 3.8. Stanowiska tankowania dla autobusów na stacji powolnego tankowania w jednym z miast francuskich

3.1.3. Stacje kombinowane – szybkie i powolne tankowanie

Rozwiązanie takie ma bardzo wielu zwolenników. Budowa stacji powolnego tankowania z wieloma stanowiskami, a równocześnie zabudowa niewielkiego modułu stacji szybkiego tankowania, dającego możliwość napełnienia w krótkim czasie pewnej liczby pojazdów.



Rys. 3.9. Przykład niewielkiej stacji tankowania firmy CompAir

Stacje działające w systemie kombinowanym są zalecane głównie tam, gdzie obsługuje się równocześnie różnych odbiorców, gdy część floty pojazdów wymaga szybkiego napełniania (np. autobusy miejskie i jednocześnie taksówki). Taki sposób tankowania jest tańszy niż na stacjach szybkiego tankowania, a jednocześnie daje większą elastyczność oferowanych usług niż stacje powolnego tankowania.

3.2. Wybór właściwego systemu tankowania

Parametry stacji muszą być dostosowane do zapotrzebowania na sprężony gaz ziemny w jednostce czasu. Dla odpowiedniego przystosowania stacji należy uwzględnić:

- liczbę obsługiwanych pojazdów,
- dzienny przebieg każdego pojazdu,
- zużycie paliwa na kilometr,
- pojemność zbiorników gazu w pojeździe,
- dysponowany czas dla tankowania pojazdu (powolne napełnianie),
- spodziewana liczba napełnień pojazdów na jednostkę czasu (dla szybkiego tankowania).

Na podstawie powyższych informacji dokonuje się wyboru podstawowych urządzeń, określając liczbę i wydajność sprężarek, pojemność magazynów kaskadowych oraz liczbę dystrybutorów. Jeśli stacja tankowania jest przewidziana do obsługi klientów, dla których nie można dokładnie określić, kiedy zechcą zatankować swoje pojazdy gazem, oraz wiadomo, że oczekują zatankowania w krótkim czasie, wówczas konieczny jest wysoki stopień dyspozycyjności stacji – powinna to być stacja szybkiego tankowania.

Gdy wiadomo, że czas tankowania pojazdów gazem nie jest bardzo istotny (np. autobusy miejskie mają nocną przerwę w kursowaniu przez 5–6 godzin), a ponadto gdy spodziewamy się równoczesnego tankowania wielu pojazdów, to powinno się wybrać wersję tankowania powolnego, gdyż jest ono znacznie tańsze (niższe koszty sprężania gazu).

Z praktyki w wielu krajach wynika, że preferowanym rozwiązaniem jest system szybkiego tankowania na stacjach publicznych nastawionych na klientów indywidualnych oraz system kombinowanego tankowania, z wieloma stanowiskami powolnego tankowania na stacjach, które obsługują floty transportowe (komunikacja miejska, służby komunalne, transport zaopatrzeniowy itp.).

3.3. Lokalizacja i infrastruktura stacji

Niewłaściwy dobór lokalizacji stacji może istotnie wpłynąć na poziom jej wykorzystania oraz na efektywność stosowania technologii NGV. Lokalizacja stacji powinna być tak dobrana, by minimalizować drogę dojazdu do niej pojazdów głównego odbiorcy (np. stacja na terenie zajezdni autobusowej). Jednocześnie, gdy dopuszcza się możliwość tankowania pojazdów innych odbiorców, musi być zapewniony swobodny dojazd do takiej stacji.

Kolejnym istotnym czynnikiem jest łatwy dostęp do sieci gazowej i połączeń elektrycznych.

Reasumując, wybór lokalizacji powinien uwzględniać:

- łatwość dojazdu,
- charakterystykę pojazdów (ciężar, promień skrętu),
- miejsce przyłączenia do sieci gazowej,
- miejsce podłączenia do sieci elektrycznej.

Podstawowe urządzenia małej czy średniej stacji sprężania (poniżej 450 m³/h) nie wymagają dużych nakładów na przygotowanie infrastruktury budowlanej. Zależnie od przyjętych rozwiązań technicznych może wystarczyć przygotowanie niewielkich fundamentów pod kontenerową stację sprężania oraz dystrybutor. Koszty takiej budowy zwiększają się, gdy dochodzi budowa zadaszenia, pomieszczeń obsługi czy innych pomieszczeń, np. sklepowych.

Niezbędne nakłady na budowę infrastruktury dla dużej stacji tankowania również nie muszą być wysokie.

3.4. Koszty inwestycji i koszty operacyjne

Nakłady inwestycyjne na budowę stacji tankowania będą zależne od wielu czynników. Podstawowe z nich to:

- wielkość stacji i przyjęty system napełniania (szybki – powolny),
- lokalizacja (odległość od sieci gazowej i trakcji elektrycznej),
- wybór oferenta urządzeń,
- zakres budowy obiektów towarzyszących.

Z doświadczeń krajowych i zagranicznych wynika, że w przypadku standardowej stacji tankowania można szacować nakłady inwestycyjne w przedziale 2–3 tys. złotych na 1 m³/h wydajności sprężarek. Wyższe koszty jednostkowe dotyczą stacji o mniejszej wydajności. Jeśli założyć, że na stacji będą tankowane autobusy i samochody osobowe (w proporcji 1:1), to szacunkowo można przyjąć, że nakłady inwestycyjne budowy stacji będą wynosiły 6–9 tys. złotych/jeden pojazd.

Największą pozycję kosztową stanowią zwykle urządzenia sprężające (ok. 50–60% całkowitych nakładów). Następnie po ok. 10–15% nakładów stanowią wydatki na urządzenia osuszające, dystrybutory, magazyny kaskadowe i prace budowlane.

Dla uzyskania optymalnych rozwiązań sprężarka powinna pracować do 15 godzin dziennie. Pojemność magazynów kaskadowych powinna być tak dobrana, aby z nich napełniano ok. 50% pojemności zbiorników pojazdów (w przypadku stacji szybkiego tankowania).

Koszt dystrybutora z jedną końcówką, do obsługi średnio 40 pojazdów dziennie, wynosi ok. 120 tys. złotych, a z dwoma końcówkami – ok. 150–180 tys. złotych (uwzględniono w tym koszty systemu gromadzenia danych i drukowania informacji o sprzedaży CNG).

Przybliżone koszty inwestycyjne dla różnych typów stacji tankowania przedstawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1
Orientacyjne nakłady inwestycyjne różnych stacji tankowania CNG

Składowe	Koszty [tys. złotych]		
	Stacja powolnego tankowania 600 m ³ /h	Stacja szybkiego tankowania 300 m ³ /h	Stacja szybkiego tankowania 600 m ³ /h
Sprężarka	900	400	900
Osuszacz	150	90	150
Dystrybutory powolnego tankowania (10 stanowisk)	70		
Dystrybutory szybkiego tankowania (2 końcówki)		150	180
Magazyn kaskadowy		50	100
Przyłącze gazu i energii elektrycznej (średnio)	150	120	150
Roboty budowlane	200	150	200
Razem	1470	950	1580

Tabela 3.2
Przykładowe wydajności sprężarek i pojemność magazynów kaskadowych zależnie od liczby tankowanych pojazdów średniej wielkości (ciśnienie od 1 do 250 bar)

Liczba pojazdów dziennie	Wydajność sprężarek [m ³ /h]	Pojemność magazynu kaskadowego [litry]
4	3	640
10	10	800
20	20	960
40	45	2000
100	114	6400
150	160	8400
200	240	960

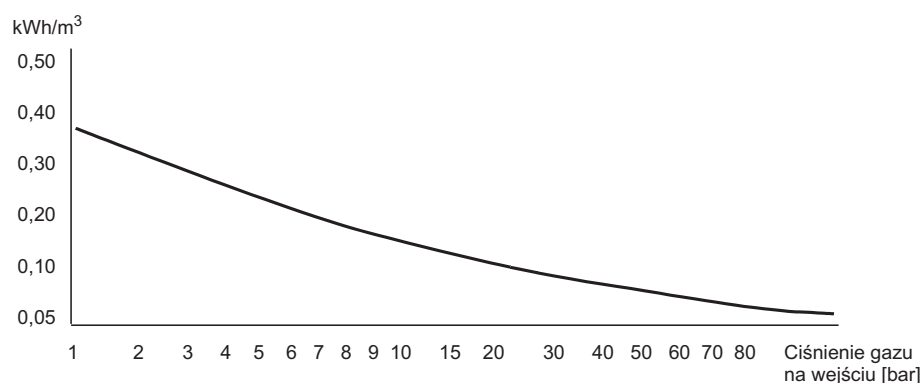
Koszty operacyjne

Podstawowe koszty operacyjne stacji tankowania CNG to:

- koszty energii,
- koszty materiałów eksploatacyjnych i obsługi bieżącej,
- koszty pracy.

Zużycie energii, zależnie od ciśnienia gazu na wejściu (od 1,5 do 20 bar), waha się dla nowoczesnych sprężarek od 0,4 do 0,15 kWh/m³, oznacza to ok. 6–16 gr/m³. Koszty materiałów i obsługi bieżącej można przyjąć na poziomie ok. 5% kosztów inwestycji rocznie. Dla stacji o wydajności 600 m³/h oznacza to średnio ok. 4–6 gr/m³ gazu.

Bezpośrednie koszty sprężania dla przyjętej stacji wynoszą więc ok. 20–22 gr/m³. Do tego należy doliczyć koszty pracy (np. przy 3 osobach obsługi daje to ok. 5–6 gr/m³). Łączne koszty operacyjne wynoszą ok. 30 gr/m³ sprężonego gazu.



Rys. 3.10. Zużycie energii elektrycznej na sprężanie gazu ziemnego do 250 bar (na podstawie danych firmy Bauer Compressoren)

Tabela 3.3

Dane firmy CompAir charakteryzujące pracę stacji sprężania

Typ sprężarki	Ciśnienie wejściowe gazu [bar]	Szybkość tankowania			Wydajność sprężarek [m ³ /h]	Moc [kW]
		Pojemność zbiorników kaskadowych [l]	Liczba autobusów (szybkie tankowanie)	Maksymalna możliwa liczba autobusów (dodatkowe zbiorniki kaskadowe)		
GAZPACK 50	10	1000	18	40	461	90
GAZPACK 50	10	11000	25 (maksymalnie w 2 godziny)	50	461	90
GAZPACK 70	15	4312	51 (maksymalnie w 4 godziny)	120	780	132
GAZPACK 50	12	3000	115 (maksymalnie w 6 godzin)	b.d.	495	90
GAZPACK 70	18	1000	90 (maksymalnie w 6 godzin)	b.d.	1000	160

4. Emisja spalin oraz inne aspekty środowiskowe

4.1. Poziom emisji spalin i wymagane standardy

Technologia NGV daje znacznie mniejsze emisje szkodliwych składników spalin w porównaniu z paliwami tradycyjnymi. Na jednostkę energetyczną gaz ziemny zawiera mniej związków węgla niż jakiekolwiek paliwa kopalne, stąd emisja zarówno CO, jak i CO₂ jest mniejsza dla tej technologii niż np. dla benzyny czy ON. Korzystnie niska dla NGV jest emisja szkodliwych spalin w chwili uruchamiania silnika, gdyż nie ma tutaj potrzeby wzbogacania mieszanki paliwowej podczas rozruchu. Potwierdzają to wyniki badań emisji składników spalin prezentowane na europejskich i światowych kongresach ENGVA i INGVA, dla różnych typów eksploatowanych pojazdów.

Emisja składników spalin pojazdów na CNG w porównaniu z pojazdami benzynowymi jest niższa, a mianowicie:

- CO – obniżenie emisji o 60–80%,
- NMHC – obniżenie o ok. 85%,
- NO_x – obniżenie o 50–80%,
- CO₂ – obniżenie o ok. 20%.

W porównaniu z silnikami dieslowskimi dla CNG następuje zmniejszenie emisji w spalinach odpowiednio:

- CO – o 70–90%,
- NMHC – o 40–60%,
- NO_x – o 80–90%,
- PM – o 99%.

Przykładowy poziom emisji spalin dla wybranych typów silników CNG stosowanych w autobusach podano w tabelach 4.1 i 4.2.

Należy dodać, iż w pełni hermetyczny system napełniania zbiorników gazem ziemnym sprężonym powoduje praktycznie eliminację oparów przedostających się do atmosfery podczas tankowania paliwa. Powoduje to również w tym względzie przewagę technologii NGV nad paliwami tradycyjnymi.

Tabela 4.1

Emisja spalin silnika Man E 2866DUH03 na gaz ziemny a wymagania norm EURO3–EURO6

Składniki	G/kWh			
	Emisja	EURO3	EURO4 (2005)	EURO6 (2008)
CO	0,12	5,45	4,00	4,00
NMHC	0,0	0,78	0,55	0,55
CH ₄	0,02	1,6	1,1	1,1
NO _x	0,36	5,0	3,5	2,0
PM	0,007	0,16	0,03	0,03

Tabela 4.2

Emisja składników w spalinach dla czeskiego autobusu Ekobus

Składniki spalin	Emisja (G/kWh)
CO	0,012
NMHC	0,0
CH ₄	0,25
NO _x	2,08
PM	0,0

W Polsce ocena ekonomiczna skutków ekologicznych jest bardzo ograniczona (nalicza się opłaty ekologiczne zależnie od ilości zużytego paliwa płynnego, a nie od rzeczywistej emisji spalin). Należy sądzić, że obecny system naliczania opłat za korzystanie ze środowiska ulegnie modyfikacji i opłaty będą odnosić się do rzeczywistych emisji, co zdecydowanie poprawi opłacalność stosowania „czystej” technologii NGV.

Nowoczesne silniki benzynowe oraz dieslowskie pozwalają na osiągnięcie korzystniejszych parametrów emisji spalin od silników poprzedniej generacji. Silniki takie są jednak znacznie droższe na skutek konieczności stosowania lepszych układów sterowania oraz katalizatorów. Mimo to spaliny z tych silników mają gorsze parametry niż spaliny z silników w technologii NGV.

4.2. Emisja hałasu

Silniki pojazdów zasilanych CNG pracują znacznie ciszej niż silniki dieslowskie. Ma to ogromne znaczenie zwłaszcza w gęstej zabudowie miast. Prowadzone badania potwierdzają zmniejszenie poziomu hałasu dla pojazdów NGV w granicach 1–3 dB.

W praktyce oznacza to, że z odległości 7 m od przejeżdżającego pojazdu hałas jest mniejszy o ok. 40% dla pojazdów NGV w porównaniu z pojazdami posiadającymi silnik wysokoprężny. Różnica ta jest większa podczas przyspieszania.

4.3. Bezpieczeństwo sprzętu i tankowania

Bardzo często, na skutek nieznajomości spraw związanych ze stosowaniem gazu ziemnego, w powszechnej świadomości uchodzi on za bardzo niebezpieczne medium. Biorąc pod uwagę własności gazu ziemnego (granice samozapłonu w wąskim przedziale procentowego udziału gazu ziemnego w powietrzu oraz wysoką temperaturę zapłonu), jest to zdecydowanie bardziej bezpieczne paliwo niż benzyna, ON czy LPG.

Współczesna technologia wytwarzania zbiorników wysokociśnieniowych gwarantuje bezpieczeństwo gromadzenia gazów pod ciśnieniem nawet do 700 bar, gdy tymczasem ciśnienie robocze w zbiornikach CNG w pojazdach nie przekracza 250 bar.

Jeśli z jakiegoś powodu nastąpiłoby rozszczelnienie zbiornika z gazem sprężonym, to konstrukcja takiego zbiornika powoduje, iż nie nastąpi wybuch i rozerwanie butli. Dla gazu sprężonego oznacza to gwałtowne obniżenie jego temperatury wskutek rozprężenia, co z kolei praktycznie uniemożliwia zapalenie się tego gazu, bo temperatura zapłonu wynosi ponad 630°C.

Dla poprawy warunków bezpieczeństwa w autobusach montuje się zbiorniki na CNG na dachach pojazdów, zapewniając warunki do ulatniania się gazu w przypadku ewentualnego rozszczelnienia się osprzętu lub zbiorników.



Rys. 4.1. Autobus CNG ze zbiornikami na dachu (zajezdnia w Göteborgu)

Podobnie, w sposób kontrolowany, bez wybuchu, następuje rozszczelnienie się zbiorników z CNG, gdy znajdują się one w otwartym ogniu. Dlatego też, gdy pojazdy są narażone np. na ostrzelanie czy podpalenie, to bezpieczniej jest używać pojazdów NGV niż na paliwa tradycyjne. Przykładem może być zakup dla policji w niektórych miastach amerykańskich (np. w Las Vegas) pojazdów na CNG, aby zapewnić większe bezpieczeństwo stróżom prawa.

Z tych samych powodów obsługa niektórych dużych lotnisk europejskich czy amerykańskich korzysta z pojazdów NGV.

Podobnie całkowicie bezpiecznymi – pod warunkiem prawidłowego używania – są inne urządzenia w technologii NGV (dyspensery, sprężarki, zbiorniki kaskadowe, osuszacze i in.).

Zagadnienia bezpieczeństwa stosowania tej technologii wymagają opracowania przepisów chroniących użytkowników technologii NGV. Projekt takich przepisów dotyczących wykonania, uruchomienia i eksploatacji stacji CNG został przygotowany w Instytucie Nafty i Gazu w Krakowie (w najbliższym czasie projekt ten powinien zostać przyjęty i stać się obowiązującym).

Dla użytkowników stacji tankowania CNG istotnymi są: wielkość strefy zagrożonej wybuchem (tj. przestrzeni, w której może występować mieszanina wybuchowa substancji palnych z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi) oraz wielkość strefy ochronnej (tj. dodatkowy obszar wokół strefy zagrożenia wybuchem, w którym nie wolno stosować urządzeń i materiałów stanowiących potencjalne źródło zapłonu).

Zgodnie z powyższym projektem strefa zagrożenia wybuchem (E_x) oraz strefa ochronna (S_O) wynoszą odpowiednio:

Sprężarka:

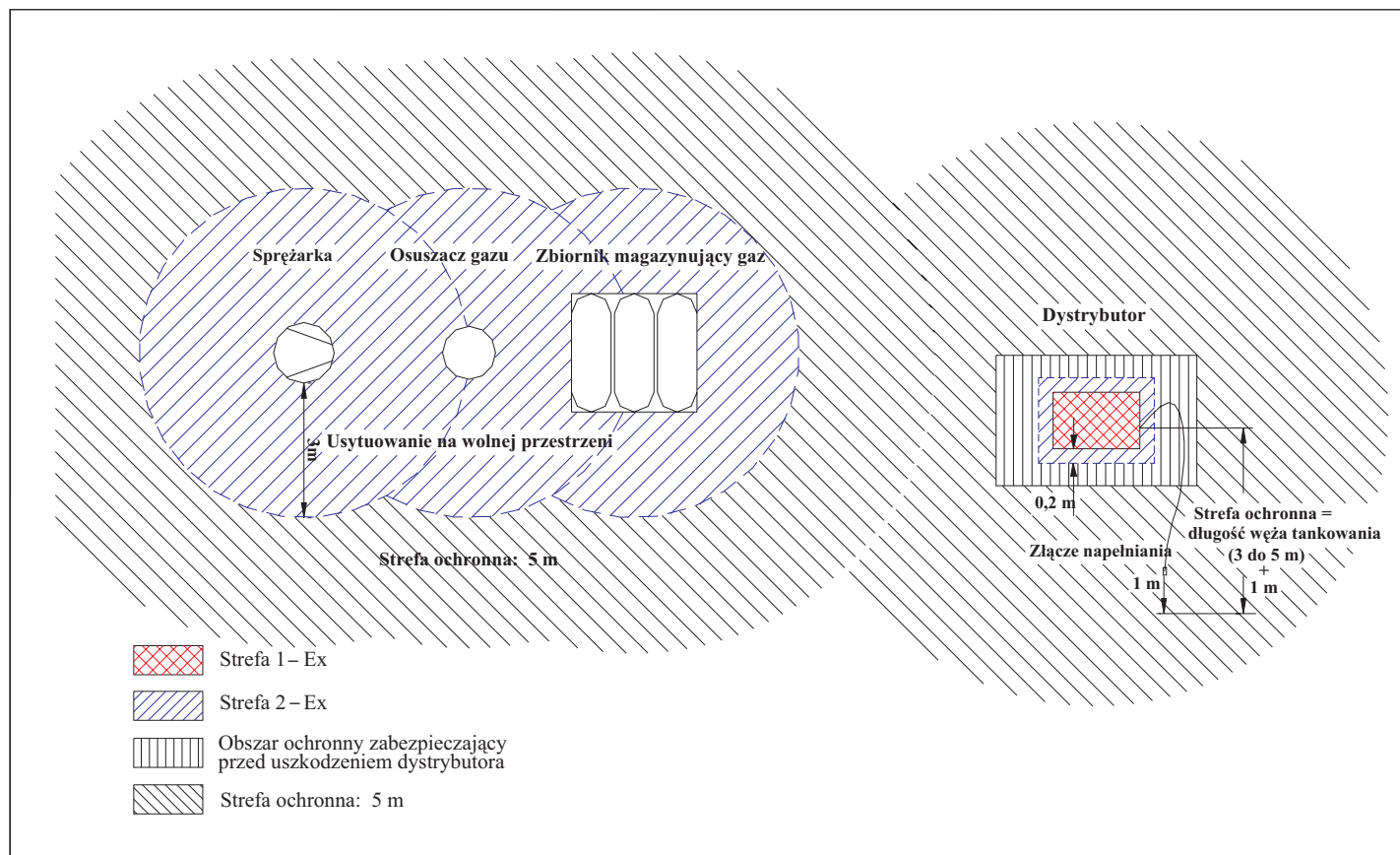
- lokalizacja w pomieszczeniu:
 - E_x – wewnątrz pomieszczenia,
 - S_O – nie ma poza pomieszczeniem;
- lokalizacja na wolnej przestrzeni:
 - E_x – w promieniu 3 m,
 - S_O – w promieniu 5 m.

Zbiorniki magazynujące gaz (np. zbiorniki kaskadowe) oraz osuszacz gazu:

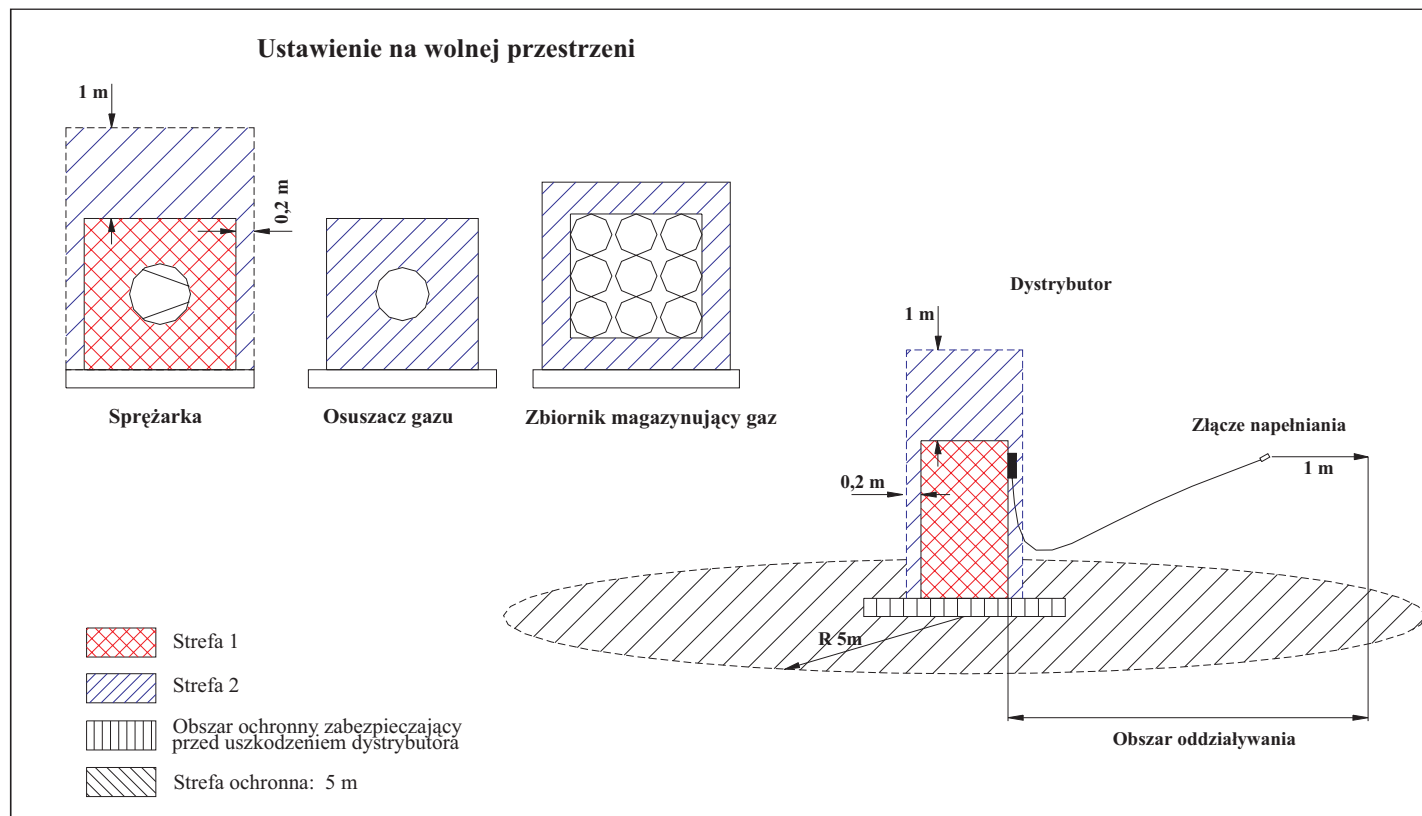
- lokalizacja w pomieszczeniu:
 - E_x – wewnątrz pomieszczenia,
 - S_O – nie ma poza pomieszczeniem;
- lokalizacja na wolnej przestrzeni:
 - E_x – w promieniu 3 m,
 - S_O – w promieniu 5 m.

Dystrybutory:

- E_x – w odległości 20 cm od urządzenia i 1 m nad urządzeniem,
- S_O – zasięg węża do tankowania +1 m od złącza do napełniania.



Rys. 4.2. Strefy zagrożenia wybuchem na stacjach CNG (widok z góry)



Rys. 4.3. Strefy zagrożenia wybuchem na stacjach CNG (widok z boku)

5. Ekonomiczne aspekty wprowadzania NGV

5.1. Koszty benzyny, oleju napędowego i gazu ziemnego

Różnica między ceną gazu ziemnego a ceną ropy i benzyny jest kluczowym czynnikiem kształtującym efektywność przestawienia pojazdów na zasilanie CNG. Innym równie ważnym czynnikiem jest ilość spalanej paliwa przez pojazdy, które zostaną przerobione na gaz. Ilość ta wynika z jednostkowego zużycia CNG (mierzonego tradycyjnie w m³/100 km) oraz intensywności użytkowania pojazdu (mierzonej w tys. km/rok).

Biorąc pod uwagę fakt, że w warunkach polskich gaz ziemny jest tańszy niż benzyna czy olej napędowy, zatem im większe jednostkowe spalanie oraz większe roczne przebiegi, tym bardziej opłacalne jest stosowanie gazu ziemnego jako paliwa. W rzeczywistości o okresie zwrotu nakładów decyduje nie stosunek cen wyrażony w %, a różnica cen wyrażona w zł. Podejście takie jest jednak dużym uproszczeniem, ponieważ trzeba wkalkulować szereg innych kosztów precyzyjnie określonych w zależności od projektu.

Relacje cen ON i benzyny w stosunku do cen gazu są odbiciem sytuacji rynkowej tych paliw, ale stanowią równocześnie odbicie polityki energetycznej państwa wyrażanej w postaci podatków. Poprzez aktywną politykę państwa można zatem sterować procesem substytucji paliw. Przesłanki tej polityki mogą być różne – bezpieczeństwo strategiczne dostaw czy też wola polepszenia standardów ochrony środowiska. Sprawia to, że okres zwrotu nakładów poniesionych przez użytkowników pojazdów napędzanych CNG staje się znacznie krótszy.

Ceny oleju napędowego i benzyny w Polsce

- Różnica pomiędzy cenami paliw w Polsce jest relatywnie duża w porównaniu z krajami UE. Wynika to z różnego opodatkowania tych surowców. Ceny paliw pokazują, że najdroższym paliwem jest benzyna, którą sprzedaje się w kilku odmianach określonych liczbą oktanową. Olej napędowy jest na drugim miejscu pod względem ceny, a najtańszy jest gaz ziemny.
- Firmy posiadające dużą flotę pojazdów kupują paliwo hurtowo u producenta i mają możliwość znacznych oszczędności, dochodzących do 10%.
- Ceny paliw różnią się na terenie kraju w zależności od regionu i dystrybutora.
- Względne ceny paliw – zawarte w nich podatki – zmieniają się w różnych państwach z powodu zmian polityki fiskalnej, na którą wpływ ma wiele czynników, w tym aspekty ochrony środowiska. Próbuje się wypromować gaz ziemny jako paliwo czyste i przyjazne środowisku. Zmiany te mogą zakłócać rachunek ekonomiczny.
- Tabela 5.1 pokazuje strukturę i poziom cen detalicznych wybranych paliw.

Tabela 5.1
Ceny oleju napędowego i benzyny

Rodzaj paliwa	Cena netto zł/litr	Podatek VAT zł/litr
Benzyna Eurosuper 95	2,74	0,60
Olej napędowy Ekodiesel	2,32	0,51
Olej napędowy Miejski	2,36	0,52

* źródło: <http://www.orlen.pl>, 2004/03/24

Ceny gazu ziemnego i LPG

- Ceny gazu ziemnego w chwili obecnej praktycznie nie różnią się na terenie kraju, w przeciwieństwie do cen ciekłego gazu propanu-butanu (LPG).
- Różnice cen gazu mogą wystąpić jedynie w zależności od wielkości rocznego odbioru.
- PGNiG S.A. zamierza prowadzić politykę cen w sposób zapewniający konkurencyjność sprężonego gazu ziemnego, co stwarza bardzo dogodne warunki ekonomiczne dla klientów NGV.
- Tabela 5.2 przedstawia ceny gazu oferowane przez PGNiG S.A. na dzień 20 marca 2004.

Tabela 5.2
Ceny gazu ziemnego

Rodzaj paliwa/odbiorcy	Cena netto zł/Nm ³	Podatek VAT %
Gaz ziemny – niskociśnieniowy	0,68–0,77 (zal. od taryfy)	22
Gaz ziemny – wysokociśnieniowy	0,61–0,64 (zal. od taryfy)	22
CNG	0,98–1,02	22
LPG	1,07–1,30	22

- PGNiG S.A. zamierza podpisywać umowy długoterminowe na dostawę gazu zapewniając stabilność cen lub stały parytet cen gazu ziemnego w stosunku do ON w długim okresie.
- Zyskają na tym zwłaszcza duże floty, dla których nie bez znaczenia jest duża fluktuacja cen rynku naftowego.

5.2. Koszty nabycia pojazdów NGV

Dodatkowe koszty zakupu nowych pojazdów (podobnie jak koszty przerabiania) stanowią kolejny istotny czynnik efektywności zamiany paliwa. Z powodu małej ilości sprzedanych samochodów NGV ich cena u sprzedawcy jest stosunkowo wysoka w porównaniu z pojazdami na benzynę czy ropę. Należy pamiętać, że cena zakupu istotnie zależy od liczby kupowanych pojazdów i warunków płatności. Można przyjąć, że ceny nowych pojazdów na CNG są wyższe od cen podobnych pojazdów benzynowych o ok. 10–15% (dla samochodów osobowych), a dla autobusów o 15–20%. W przypadku właścicieli dużych flot pojazdów uwzględnić należy również dodatkowe nakłady na adaptację infrastruktury garażowania i przeglądów technicznych.

5.3. Inne koszty

Początkowe koszty przeglądów będą wyższe niż w przypadku samochodów o napędzie konwencjonalnym. Spowodowane jest to różnicą nakładu pracy przy samochodach NGV. Po okresie wstępnym koszty przeglądów wracają do normalnego poziomu lub są niższe. Dzieje się tak dlatego, że gaz ziemny ma mniej szkodliwy wpływ na zużywanie się silnika niż tradycyjne paliwo. Za roczne przeglądy zbiorników wysokociśnieniowych doliczyć można zryczałtowaną kwotę wynoszącą ok. 200 zł.

5.4. Okres zwrotu nakładów

Okres zwrotu inwestycji obliczono z uwzględnieniem utrzymania i kosztów paliwa. Koszty paliwa zależą od jego zużycia, co jest bezpośrednio związane z parametrami silnika. Tabela 5.3 przedstawia kalkulację okresu zwrotu kosztów dla Fiata Multipla. Kalkulację sporządzono w oparciu o ceny z marca 2004.

Tabela 5.3

Skutki ekonomiczne stosowania CNG zamiast benzyny i ON w samochodzie Fiat Multipla

	Multipla CNG	Multipla benzyna	Multipla ON
Dodatkowe koszty zakupu +VAT	8400,0 zł		8400,0 zł
Cena paliwa +VAT	1,22 zł/m ³	3,34 zł/l	2,83 zł/l
Zużycie paliwa	11,2 Nm ³ /100 km	8,6 l/100 km	7,9 l/100 km
Koszt paliwa	13,66 zł/100 km	28,72 zł/100 km	22,35 zł/100 km
Inne koszty (różnica)	1,0 zł/km	–	–
Oszczędność kosztów			
– w odniesieniu do benzyny	14,06 zł/100 km	–	–
– w odniesieniu do ON	8,25 zł/100 km		
Okres zwrotu nakładów			
– w odniesieniu do benzyny	59 743 km	–	–
– w odniesieniu do ON	0,0 km		
Korzyści finansowe po 100 tys. km			
– w odniesieniu do benzyny	5660 zł	–	–
– w odniesieniu do ON	8250 zł		

Podobną kalkulację sporządzić można w odniesieniu do autobusów eksploatowanych w komunikacji miejskiej (tab. 5.4). Przy czym w uproszczonym rachunku nie uwzględniono kosztów korzystania ze środowiska, które ponosi operator floty w przypadku przekroczenia poziomu dopuszczalnej emisji.

Tabela 5.4

Uprozczone wyliczenie korzyści ekonomicznych stosowania gazu ziemnego zamiast ON w autobusie miejskim

	Autobus niskopodłogowy CNG	Autobus niskopodłogowy ON
Dodatkowe koszty zakupu – netto	110 000,0 zł	–
Cena paliwa – netto	1,0 zł/Nm ³	2,36 zł/l
Zużycie paliwa	56 Nm ³ /100 km	40 l/100 km
Koszt paliwa	56,0 zł/100 km	94,4 zł/100 km
Inne koszty (różnica)	2,0 zł/100 km	–
Oszczędność kosztów – w odniesieniu do ON	36,4 zł/100 km	–
Okres zwrotu nakładów – w odniesieniu do ON	302 197 km	–
Korzyści finansowe po przejechaniu 500 tys. km w porównaniu z paliwem ON	72 000 zł	–

Zakładając roczny przebieg autobusów eksploatowanych w komunikacji miejskiej na poziomie 70 000 km, okres zwrotu nakładów wynosi 4,3 roku.

6. Obowiązujące standardy i uwarunkowania prawne

Aktualnie trwa proces przystosowania prawa polskiego do wymagań obowiązujących w UE, chociaż zdecydowana większość dyrektyw i norm zharmonizowanych została już przyjęta do naszego prawa.

Biorąc pod uwagę wymagania oraz zagrożenia związane ze stosowaniem technologii NGV, należy uwzględnić obowiązujące przepisy prawne w odniesieniu do:

- wymagań dotyczących jakości gazu ziemnego dla CNG,
- wymagań dotyczących instalacji dla CNG w pojazdach samochodowych,
- wymagań dotyczących emisji spalin z pojazdów,
- wymagań dotyczących budowy stacji sprężania i tankowania CNG oraz związanych z tym stref bezpieczeństwa.

Jakość gazu ziemnego dla CNG

Sprawy te reguluje norma ISO 15403:2000 „Gaz ziemny – określenie jakości gazu stosowanego jako sprężone paliwo do silników samochodów”.

Instalacja dla CNG w pojazdach samochodowych

Podstawowym dokumentem regulującym powyższe kwestie jest Regulamin 110 EKG ONZ. W październiku 2003 r. został przyjęty przez Europejską Komisję Gospodarczą ONZ nowy, zmodyfikowany w porównaniu z poprzednim, Regulamin 115 EKG ONZ. Aktualnie w Polsce trwają prace nad adaptacją tej wersji do prawodawstwa polskiego.

Szczegółowe wymagania dotyczące instalacji CNG w pojazdach samochodowych znajdują się również w normach ISO. Są to m.in.:

- PN-EN 13423:2000 „Wymagania eksploatacyjne pojazdów na sprężony gaz ziemny”,
- PN-EN-ISO 13341:2000 „Butle do gazów – montaż zaworów do butli gazowych”,
- ISO 15000:2001 „Pojazdy drogowe – podzespoły układu paliwowego na sprężony gaz ziemny”,
- ISO 15001:2001 „Norma dotycząca układu napełniania w pojazdach drogowych na sprężony gaz ziemny”,
- ISO 11439:2000 „Norma dotycząca zasad i wymagań dla projektowania zbiorników o objętości do 1000 litrów i ciśnieniu napełniania 26 MPa”,
- ISO 14469 „Przyłącze tankowania – pojazdy na gaz ziemny”.

Bardzo istotnym w Polsce dla technologii NGV jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury (Dz.U. 2003, nr 232, poz. 2333) – „Homologacja sposobu montażu instalacji do zasilania gazem”. Przepis ten reguluje zasady umożliwiające firmom instalowanie urządzeń i osprzętu dla CNG w pojazdach.

Emisja spalin z pojazdów

Sprawy te ujmuje Regulamin 83 EKG ONZ oraz obowiązujące do roku 2005 normy emisji spalin EURO3. Dane szczegółowe dotyczące dopuszczalnej emisji składników spalin dla CNG w pojazdach podano w rozdz. 4.1 niniejszego opracowania.

Stacje sprężania i tankowania CNG

Wejście Polski do UE z dniem 1.05.2004 oznacza również stosowanie się producentów i wytwórców do obowiązujących w UE dyrektyw tzw. nowego podejścia. W przypadku budowy stacji sprężania gazu dotyczy to:

- Dyrektywy „Urządzenia gazowe” (90/396/EEC),
- Dyrektywy „Niskonapięciowe wyroby elektryczne” (72/21/EEC),
- Dyrektywy „Kompatybilność elektromagnetyczna” (89/336/EEC).

Odpowiedzialność za spełnienie wymagań powyższych dyrektyw ponosi dostawca sprzętu (wytwórca – jeśli pochodzi z krajów UE, lub importer – gdy sprzęt jest spoza UE).

Dostawcy stacji sprężania i tankowania gazu powinni uwzględnić szereg wymagań szczegółowych zawartych w normach krajowych, europejskich lub międzynarodowych. Ważniejsze spośród nich to:

- PN-EN 60079-10:2002 „Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem” – Część 10: „Klasyfikacja obszarów zagrożonych wybuchem”;
- PN-EN 1127-1: 2001 „Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem”;
- PN-EN 50014:2002 „Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – Wymagania ogólne i metody badań”;
- PN-EN 60079-14:2002 „Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem” – Część 14: „Instalacje elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem innych niż w kopalniach”;
- PN-EN 1834-1:2002 „Silniki spalinowe tłokowe. Wymagania bezpieczeństwa dla konstrukcji i budowy silników przeznaczonych do stosowania w atmosferze potencjalnie wybuchowej. Silniki grupy II przeznaczone do stosowania w atmosferze palnych gazów i par”;
- PN-EN 60534 „Przemysłowe zawory regulacyjne”;
- PN-EN 10216 „Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych – Warunki techniczne dostawy”;
- PN-EN 10217 „Rury stalowe ze szwem do zastosowań ciśnieniowych – Warunki techniczne dostawy”;
- PN-EN 334:2002 „Reduktory ciśnienia gazu dla ciśnień wejściowych do 100 bar”;
- PN-EN 13365:2002 „Butle do gazów – Wiązki butli do gazów nieskroplonych i skroplonych (z wyjątkiem acetylenu) – kontrola w czasie napełniania”;

- PN-EN ISO 13341:2000 „Butle do gazów – Montaż zaworów do butli do gazów”;
- PN-82/M-74101 „Armatura przemysłowa – Zawory bezpieczeństwa – Wymagania i badania”;
- PN-EN 13478 „Maszyny – Bezpieczeństwo – Zapobieganie pożarom i ochrona przeciwpożarowa”;
- PN-89/E-05003.03 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – ochrona obostrzona”;
- PN-E-05204:1994 „Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń – Wymagania”;
- PN-92/E-05202 „Ochrona przed elektrycznością statyczną – Bezpieczeństwo pożarowe i/lub wybuchowe – Wymagania ogólne”;
- PN-92/E-05203 „Ochrona przed elektrycznością statyczną – Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem – Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu”;
- PN-EN 61340-5 „Elektryczność statyczna – Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną”;
- PN-EN 1708-1:2002 „Spawanie – Podstawowe rozwiązania stalowych połączeń spawanych – Część 1: Elementy ciśnieniowe”;
- EN 13638:2001 „Stacje tankowania sprężonym gazem ziemnym”;
- ISO 15403:2000 – „Gaz ziemny – określenie jakości gazu stosowanego jako sprężone paliwo do silników samochodowych”;
- ISO 14469 „Przyłącze tankowania – pojazdy na gaz ziemny”.

7. Wytyczne dotyczące bezpiecznego stosowania CNG

7.1. Garażowanie

Garaże dla pojazdów z instalacją CNG muszą mieć zapewnioną dobrą wentylację umiejscowioną w sufitach. Gaz ziemny jest znacznie lżejszy od powietrza i dlatego w przypadku ewentualnego wydostania się z instalacji pojazdu będzie gromadził się w górnej przestrzeni pomieszczeń.

W praktyce można spotkać dwa rozwiązania dotyczące wentylacji. Jedno jest oparte na naturalnej cyrkulacji powietrza przez otwory w ścianach pomieszczenia garażowego (lub w podłodze) i otwór w suficie. Drugim sposobem jest zastosowanie wymuszonego obiegu powietrza.

Można więc stwierdzić, że w przypadku garażowania pojazdów w wentylowanych pomieszczeniach, a tym bardziej na otwartych parkingach, zagrożenie ze strony pojazdów na CNG jest mniejsze lub podobne jak w przypadku pojazdów benzynowych, na ON lub LPG.

7.2. Tankowanie

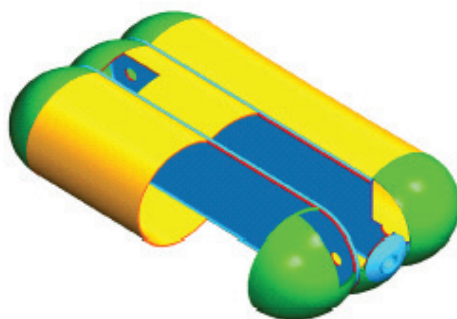
Gaz ziemny znajduje się w szczelnym systemie, dzięki czemu nie przedostaje się do atmosfery. Zawór złączny pomiędzy węzem dystrybutora a zbiornikiem CNG w pojeździe jest skonstruowany w ten sposób, że gaz nie popłynie do zbiornika samochodu, jeśli połączenie jest niewłaściwe.

W przypadku, gdyby samochód ruszył, a węz dystrybutora ciągle był podłączony do zbiornika paliwowego, wówczas przy oderwaniu węża zawory bezpieczeństwa odetną wypływ gazu z dystrybutora i ze zbiornika paliwa w samochodzie.

7.3. Wypadki drogowe

Analiza wypadków drogowych z udziałem pojazdów na CNG dowodzi, że ze względu na możliwość wycieku i zapalenia się bądź wybuchu zbiornika z paliwem pojazdy na gaz ziemny są bezpieczniejsze niż pojazdy na paliwa tradycyjne.

Bardzo wytrzymała konstrukcja zbiorników na CNG powoduje, że w chwili kolizji możliwość uszkodzenia takiego zbiornika jest niezwykle niska. Zawory bezpieczeństwa natychmiast odcinają wypływ gazu. Gdyby wzrosło ciśnienie gazu w zbiorniku (np. na skutek powstania pożaru), wówczas nastąpi kontrolowany wyciek gazu przez zawór bezpieczeństwa i gaz ten będzie płonął. Jeśli nastąpiłoby przebicie płaszcza zbiornika (np. na skutek przestrzelenia z broni palnej – a takie próby były przeprowadzane), wówczas zbiornik nie ulega rozerwaniu, a gaz wydostający się przez taki otwór ulega rozprężeniu powodującemu znaczne obniżenie temperatury. Możliwość zapalenia się gazu w tym przypadku jest bardzo mała, gdyż taki gaz ma zwykle temperaturę ujemną, a zapłon może nastąpić w temperaturze powyżej 630°C i przy określonej zawartości powietrza w mieszaninie gaz – powietrze.



Rys. 7.1. Nowe kształty zbiorników na CNG dla samochodów osobowych i średniej wielkości

Testy zderzeniowe pojazdów przeprowadzane w USA przy prędkości 84 km/godz. (52 mile/godz.) pozwoliły stwierdzić, że zbiorniki z CNG nie zostały uszkodzone lub uszkodzenia były małe i nie powodowały zagrożenia. Podobne rezultaty przyniosły próby z napełnionymi gazem sprężonym zbiornikami umieszczonymi w płonącym ogniu.

Do tej pory, pomimo że na świecie jeździ ponad 3 mln pojazdów na CNG, nie zanotowano ani jednego przypadku, aby instalacja CNG w pojeździe była przyczyną wypadku śmiertelnego.

Zbiorniki na gaz sprężony, a także sama instalacja dla CNG, powinny być okresowo kontrolowane, zgodnie z odpowiednimi dla nich instrukcjami.

Przedostawanie się gazu ziemnego do atmosfery nie jest groźne, ponieważ nie jest on toksyczny, nie stanowi zagrożenia dla wód gruntowych, a podczas jego spalania nie powstają aldehydy oraz inne toksyny, jak ma to miejsce w przypadku benzyny czy ON.

Na rynku dostępne są różne rodzaje zbiorników na CNG. Różnią się one materiałem, z którego są wykonane, oraz kształtem. Zbiorniki o kształcie cylindrycznym są aktualnie zastępowane zbiornikami o kształcie zbliżonym do spłaszczonego prostopadłościanu. Takie rozwiązanie jest korzystniejsze, zwłaszcza dla autobusów. Dane charakteryzujące zbiorniki na CNG wykonane z różnych materiałów przedstawiono w tabeli 7.1.

Tabela 7.1
Zbiorniki na sprężony gaz ziemny

Ozna- czenie	Typ konstrukcji	Masa 1 l obję- tości zbiornika [kg]	Wymagane min. ciśn. niszczące [bar]
CNG1	zbiornik wykonany całkowicie ze stali	0,9÷1,1	450
CNG2	zbiornik stalowy wzmocniony obwodowo włóknem polimerowym, zbrojonym	0,77÷0,9	470÷500
CNG3	wewnętrzna powłoka zbiornika metalowa (tzw. liner), a cała powierzchnia owinięta powłoką nośną z kompozytu długowłóknistego	0,34÷0,52	470÷700*
CNG4	zbiornik wykonany całkowicie z kompozytów	0,3÷0,4	470÷730*

* zależnie od rodzaju kompozytu: węglowy, aramidowy lub szklany

8. Wspomaganie projektów

8.1. Wspomaganie ze strony firm gazowniczych

W krajach, gdzie nastąpił znaczny rozwój NGV, istotnie przyczyniły się do tego firmy gazownicze (Ruhrigas, Gas de France, Gazprom, OMW i in.). W Polsce taką wiodącą rolę przejmuje na siebie Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. wraz z zależnymi spółkami gazownictwa.

Strategia PGNiG S.A. przewiduje osiągnięcie do 2010 roku 2% udziału w rynku paliw w sektorze transportu.

Aktywna rola PGNiG i spółek gazownictwa skupiać się będzie głównie na pomocy w zakresie doradztwa technicznego, wsparciu w opracowywaniu biznesplanów i pozyskaniu współfinansowania. Grupa Kapitałowa PGNiG S.A. może być również inwestorem stacji CNG.

Budowa stacji tankowania

W praktyce stacje tankowania CNG, ze względu na charakter własności i operatorstwa, mogą być następujące:

- Stacje tankowania dla środków transportu wewnętrznego w przedsiębiorstwie (np. wózki widłowe itp.) usytuowane na terenie przedsiębiorstwa, niedostępne dla klientów zewnętrznych. Takie stacje budowane są przez dane przedsiębiorstwo. Do tej pory PGNiG nie współfinansował żadnej takiej stacji, chociaż nie jest to wykluczone w przyszłości.
- Stacje tankowania przeznaczone dla flot transportowych, głównie dla firm transportu publicznego w miastach (MPK, PKS i in.), z możliwością korzystania ze stacji również przez klientów zewnętrznych. Budowa takich stacji leży w obszarze zainteresowań Regionalnych Spółek Gazownictwa i po zawarciu stosownej, wieloletniej umowy z właścicielem floty pojazdów może być zrealizowana w całości przez gazownictwo. Wówczas firma transportowa nabywa sprężony gaz ziemny w ilości i po cenie ustalonej z firmą gazowniczą. Wszelkie koszty związane z eksploatacją stacji tankowania ponosi firma gazownicza. Takie rozwiązanie powoduje, że wszelkie ryzyko związane z wprowadzaniem technologii NGV (wahania cen gazu ziemnego, zmiana kursów walutowych, zmiana cen paliw tradycyjnych wpływająca na poziom efektywności NGV itp.) rozkłada się na obie strony kontraktu, tj. przewoźnika i dostawcę CNG.

- Ogólnodostępne stacje CNG będące własnością firm z Grupy Kapitałowej PGNiG S.A.
- Stacje tankowania wybudowane i prowadzone przez inwestorów nie posiadających flot CNG i nie będących firmami gazowniczymi. Są to więc firmy operatorskie zajmujące się sprężaniem i sprzedażą gazu ziemnego. Rola Spółek Gazownictwa będzie sprowadzać się tutaj do dostarczania gazu ziemnego firmie operatorskiej.
- Garażowe stacje sprężania montowane indywidualnie przez użytkowników pojazdów na CNG. Firmy gazownicze będą jedynie dostawcami gazu.

Doradztwo techniczne NGV

Szef Projektu CNG w PGNiG S.A., wraz z zespołem oraz instytucjami współpracującymi, służy pomocą w zakresie wyboru optymalnych rozwiązań technicznych dla budowy stacji tankowania, ale również w zakresie wyboru oferentów sprężarek, dystrybutorów, pojazdów na CNG bądź ich dostosowania do CNG (dane teleadresowe podano w rozdziale 1).

8.2. Wspomaganie ze strony rządu i władz samorządowych

W Polsce nie ma rządowych programów wspierania technologii NGV, takich jakie istnieją np. w Niemczech, Francji czy USA (1000 taksówek w Berlinie, odpisy podatkowe czy „ekologiczne autobusy szkolne” w USA).

Poparcie dla NGV ze strony Rządu RP sprowadza się do dwóch obszarów. Pierwszy to brak akcyzy na CNG – należy spodziewać się, że minister finansów nie nałoży takiej akcyzy przez co najmniej 10 lat.

Drugim obszarem wspomagania NGV jest możliwość skorzystania z pomocy finansowej poprzez EkoFundusz, NFOŚiGW, WFOŚiGW, z funduszy pomocowych UE oraz z preferencyjnych kredytów (np. poprzez Bank Ochrony Środowiska S.A.).

Wsparcie lokalnych władz samorządowych zależy od ich zaangażowania na rzecz działań proekologicznych. Możliwe do zrealizowania formy wspierania NGV przez władze samorządowe to np.:

- przeznaczenie określonych środków pieniężnych na zakup pojazdów na CNG w podległych firmach transportu publicznego,
- zwolnienie z opłat lub części opłat za korzystanie ze środowiska dla pojazdów na CNG,
- wprowadzenie zwolnienia z opłat parkingowych w centrach miast dla pojazdów CNG,
- preferencje w przetargach na obsługę linii autobusowych (mikrobusowych) dla pojazdów NGV,
- umożliwienie poruszania się dla pojazdów NGV pasami przeznaczonymi dla taksówek i autobusów,
- tworzenie stref wjazdu do centrów miast jedynie dla pojazdów na CNG itp.

8.3. Fundusze pomocowe i tanie kredyty

Najważniejsze dostępne źródła finansowania technologii NGV w ramach pomocy zarówno z funduszy krajowych, jak i z UE wymieniono poniżej.

Środki NFOŚiGW poprzez BOŚ S.A.

Przedmiot kredytowania:

- zakup i instalacja w pojazdach mechanicznych urządzeń umożliwiających zasilanie silników wysokoprężnych gazem,
- budowa stacji tankowania gazu,
- zakup nowych pojazdów w miejsce wyeksploatowanego sprzętu (środki kredytu skierowane na część silnikową z doposażeniem),
- wymiana lub zakup nowego układu silnikowego wraz z przynależnymi podzespołami układu napędowego, dostosowanego do wymogów normy EURO 3.

Podmioty uprawnione do ubiegania się o kredyt:

- wszyscy ubiegający się

Warunki kredytowe:

- kwota kredytu – do 2 mln zł, lecz nie więcej niż 70% kosztu przedsięwzięcia,
- oprocentowanie – 0,5 stopy redyskonta weksli NBP, nie mniej niż 3% (obecnie 3%),
- okres karencji – spłata kredytu w następnym miesiącu po zakończeniu zadania,
- okres realizacji zadania – do 12 miesięcy od daty postawienia przez bank kredytu do dyspozycji kredytobiorcy,
- okres kredytowania – do 7 lat, nie dłużej niż do 31.12.2010 r.

Efekt rzeczowy i ekologiczny:

- sposób określania efektu ekologicznego – redukcja emisji zanieczyszczeń powietrza w Mg/rok,
- sposób określania efektu rzeczowego – likwidacja stosowanego układu silnikowo-napędowego,
- sposób potwierdzenia efektu rzeczowego – dowód zakupu silników lub ich dostosowania do paliwa gazowego, liczba pojazdów objętych modernizacją, protokół likwidacji wymienianych silników (szt.) (liczba likwidowanych jednostek powinna być równa liczbie jednostek wprowadzanych do eksploatacji),
- sposób potwierdzenia efektu ekologicznego – potwierdzenie o oddaniu do użytkowania, wpis do dowodu rejestracyjnego pojazdu lub opracowanie eksperckie potwierdzone opinią Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska, certyfikat potwierdzający spełnienie warunków normy EURO 3.

Istnieje możliwość uzyskania 10% umorzenia kredytu po spłacie terminowej co najmniej 50% kredytu i osiągnięcia efektów ekologicznych. Umorzona kwota musi być przeznaczona na działania proekologiczne.

Można również ubiegać się o wspomaganie finansowe w WFOŚiGW. Warunki, na jakich można uzyskać tam środki finansowe, są różne w poszczególnych województwach. Dlatego też należy skontaktować się z danym WFOŚiGW.

EkoFundusz

W celach statutowych fundusz ten posiada zapisy o wspieraniu działań ograniczających emisję CO₂, NO_x i SO₂. Stosowanie NGV realizuje takie zadania.

Do działań preferowanych przez EkoFundusz w 2004 roku należą:

- ograniczenie emisji gazów powodujących zmiany klimatu Ziemi,
- ograniczenie transgranicznego transportu dwutlenku siarki i tlenków azotu.

W dziedzinie ochrony powietrza i ochrony klimatu będą w 2004 roku dotowane przedsięwzięcia dotyczące m.in. systemowych rozwiązań mających na celu istotne zmniejszenie zanieczyszczeń atmosfery powodowanych przez transport samochodowy na terenach miejskich.

Po spełnieniu wymagań formalnych możliwe są następujące partycypacje EkoFunduszu w projektach proekologicznych – tabela 8.1.

Tabela 8.1

Możliwość dotacji z EkoFunduszu (projekty innowacyjne)

Jednostka wprowadzająca ekorozwiązania	Forma pomocy finansowej
1. Samorządy	do 50%
2. Przedsiębiorcy	do 30%
3. Inne podmioty	do 50%

Rocznie EkoFundusz przeznacza na pomoc ok. 180 mln zł. Działalność tego funduszu jest przewidziana do roku 2010. Dysponowane środki będą prawdopodobnie w przyszłości jeszcze większe.

Fundusz Spójności

Dla dużych projektów o budżecie co najmniej 10 mln Euro prawdopodobnie będzie istniała możliwość uzyskania pomocy finansowej* w postaci dotacji sięgającej do 85% wydatków publicznych na inwestycję. W latach 2004–2006 kwota środków pomocowych to 2,1 mld Euro. Beneficjentami końcowymi mogą być podmioty publiczne, czyli samorządy terytorialne (gminy, związki gmin) i przedsiębiorstwa komunalne. Instytucjami pośredniczącymi są NFOŚiGW wraz z WFOŚiGW (tam składa się wnioski), a instytucją zarządzającą Ministerstwo Środowiska.

Sektorowy Program Operacyjny „Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw”

Wsparcie w ramach tego programu obejmuje m.in. „inwestycje na dostosowanie przedsiębiorstw do wymogów ochrony środowiska (...) względem ochrony powietrza”. Dla projektów NGV tytułem starań o pomoc może być poddziałanie 2.4.2. „Inwestycje w zakresie ochrony powietrza”, w czym mieszczą się proekologiczne inwestycje w miejskich systemach transportowych. Pomoc finansowa polega tutaj na refundacji całości lub części wydatków kwalifikowanych.

* Po przyjęciu przez Rząd RP stosownych regulacji prawnych, w tym uwzględniających technologię NGV.

W przypadku działań podlegających zasadom pomocy publicznej maksymalny poziom wsparcia wynosi 50% (+15% w przypadku MSP). Gdy wsparcie nie podlega zasadom pomocy publicznej, możliwa jest refundacja nawet w 100% poniesionych wydatków kwalifikowanych.

Kwota przeznaczona na działanie 2.4. wynosi 164 mln Euro w latach 2004–2006. Instytucją zarządzającą jest MGPIPS.

Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego

Projekty CNG, które mogą być zrealizowane w ramach działań ujętych w ZPORR, mieszczą się w Priorytecie 1 („Rozbudowa i modernizacja infrastruktury służącej wzmocnieniu konkurencyjności regionów”) (działania 1.2 oraz 1.6)

DZIAŁANIE 1.2. „INFRASTRUKTURA OCHRONY ŚRODOWISKA”

W ramach tego działania przewiduje się realizację projektów, których wynikiem powinna być poprawa jakości powietrza w wyniku zmniejszenia ilości zanieczyszczeń pyłowych i gazowych oraz racjonalizacja transportu miejskiego w aglomeracjach.

W kryteriach wyboru projektów atutem będą projekty odnoszące się do obszarów wrażliwych np. chronionych bądź turystycznych, oraz skutkujące ponadlokalnie. Kwota przeznaczona na pomoc to 407,3 mln Euro z funduszu ERDF. Maksymalne dofinansowanie wynosi do 75% kosztów kwalifikowanych, a w przypadku generowania znaczącego zysku – do 50% takich kosztów. Konieczne jest partnerstwo z jednostką samorządu terytorialnego.

DZIAŁANIE 1.6. „ROZWÓJ TRANSPORTU MIEJSKIEGO W AGLOMERACJACH”

W ramach zadań zmierzających do osiągnięcia przedstawionych tutaj celów podano m.in. „zmniejszenie uciążliwości ruchu dla mieszkańców miast poprzez zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza i ograniczenia hałasu”. Środki UE przeznaczone na ten cel to 179 mln Euro, drugie tyle winny wyasygnować samorządy terytorialne. Możliwe dofinansowanie wynosi do 50% poniesionych nakładów kwalifikowanych.

Program ten jest przeznaczony dla dużych miast (powyżej 0,5 mln mieszkańców). Wielkość realizowanych projektów to 0,5–10 mln Euro. Instytucją zarządzającą jest MGPIPS, a instytucjami pośredniczącymi są Urzędy Wojewódzkie.

Pomoc z funduszy UE będzie możliwa do uzyskania od momentu wejścia Polski do UE. Adresy instytucji i osób zaangażowanych w proces zarządzania i wdrażania funduszy strukturalnych można znaleźć na stronach MGPIPS: www.mgpips.gov.pl w części dotyczącej tych funduszy.

8.4. Inicjatywy lokalne

W kraju zostały podjęte różne inicjatywy na rzecz propagowania i wspomagania projektów NGV. Należą do nich m.in.:

- Małopolskie Centrum Rozwoju Transportu Ekologicznego (MCRTE) funkcjonujące przy Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, zawiązane przez przedstawicieli AGH,

władz samorządowych kilku miast Małopolski, Karpackiej Spółki Gazownictwa i Senatora RP – Franciszka Bachledę-Księdzularza.

Adres MCRTE:

ul. Gramatyka 10

30-067 Kraków

tel.: 12/617 42 55

e-mail: jsas@zarz.agh.edu.pl

- Dolnośląska Grupa Inicjatywna do wdrożenia CNGV na Dolnym Śląsku (Instytut Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej Politechniki Wrocławskiej i Dolnośląska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o.), e-mail: mwidlak@gazownia.pl
- Pomorska Grupa Inicjatywna CNG w Gdańsku, e-mail: tomasz.roman@gazownia.gdansk.pl

Międzynarodowe organizacje na rzecz NGV o wieloletniej tradycji i znaczących osiągnięciach to:

- Europejska Organizacja NGV (ENGVA), www.engva.org;
- Międzynarodowa Organizacja NGV (IANGV), www.iangv.org;

W Polsce działa Stowarzyszenie NGV Polska z siedzibą przy Instytucie Nafty i Gazu, tel. 12/653 25 12, w. 200.

9. Metodyka przygotowania studium wykonalności

Rozwój projektu inwestycyjnego od wstępnego pomysłu do jego realizacji może być przedstawiony w formie cyklu zawierającego trzy fazy:

- 1) przedinwestycyjną,
- 2) inwestycyjną,
- 3) operacyjną.

Celem niniejszego rozdziału jest zbadanie różnego rodzaju problemów i okoliczności, jakie pojawiają się przy opracowaniu studium fazy przedinwestycyjnej. Dokonano zatem przeglądu niezbędnych informacji oraz przedstawiono pewnego rodzaju schemat analityczny, którymi projektodawca przedsięwzięcia powinien posłużyć się w trakcie weryfikacji korzyści i kosztów związanych z realizacją projektu.

Nie ma co prawda uniwersalnego rozwiązania lub modelu studium odpowiedniego dla wszelkich projektów tego typu i dla różnych odbiorców, niemniej pewna systematyka jest tutaj konieczna, aby ustrzec się przed pominięciem jakichś istotnych okoliczności, które mogą wprowadzić w błąd podejmujących decyzję.

Studium musi dostarczyć wszelkich wiarygodnych danych, niezbędnych do podjęcia decyzji inwestycyjnej dotyczącej z jednej strony czasu budowy, lokalizacji wielkości i standardu stacji sprężania i dystrybucji CNG, z drugiej zaś czasu zakupu odpowiedniej liczby i rodzaju taboru pojazdów.

Wszelkie założenia, dane handlowe, techniczne i finansowe oraz uwarunkowania związane ze środowiskiem naturalnym muszą być krytycznie przeanalizowane i zweryfikowane.

Efektem tych prac powinien być projekt z jasno sprecyzowanymi celami, terminami rozpoczęcia, lokalizacją i zakresem inwestycji, określoną wielkością nakładów i kosztów związanych z jego eksploatacją. Ostateczna ocena powinna zawierać ekonomiczną efektywność projektu, jego wpływ na środowisko oraz inne korzyści społeczne a także analizę ryzyka związanego z jego realizacją.

Pamiętać należy, że sukces lub porażka projektu zależy przede wszystkim od jakości przeprowadzonych analiz, które przedstawione potencjalnym inwestorom prywatnym czy publicznym stanowią dla nich punkt wyjścia do zaangażowania się w projekt i początek gromadzenia odpowiednich środków finansowych.

9.1. Co czytelnicy studium chcą wiedzieć?

Studium wykonalności nie służy tylko wewnętrznym celom inwestora jako ważny dokument planistyczny dla kadry menedżerskiej. Potencjalnym jego czytelnikiem będą banki udzielające pożyczek czy fundusze pomocowe.

Każdy z czytelników oczekiwał będzie zachęty związanej z potencjalnymi możliwościami projektu, ale jednocześnie satysfakcji wiążącej się z małym stopniem ryzyka zawartego w przedsięwzięciu. Jakie są zatem jego szczegółowe kryteria?

Fundusze pomocowe

Każdy fundusz, chcąc w optymalny sposób wykorzystać ograniczone środki, jakimi dysponuje, opiera się na następujących kryteriach:

- zgodności zakresu i celów projektu z założeniami funduszu,
- spełnienia kryteriów formalnych oceny projektu (w tym m.in. zdolność do przetrwania i rozwoju mierzona zyskownością i płynnością, dotrzymanie standardów ochrony środowiska itp.),
- udziału środków własnych – przynajmniej część funduszy projektu musi być dostarczona ze środków własnych,
- wspomagania – fundusz pomocowy będzie chciał być przekonany, że bez pomocy projekt nie mógłby rozwijać się w określony sposób.

Banki

Kryteria, jakimi posługują się banki, są ogólnie znane, każdy z nich będzie chciał wiedzieć:

- ile i na jaki cel chcecie pożyczyć?
- kiedy będziecie mogli spłacić pożyczkę?
- czy będziecie w stanie na bieżąco spłacać odsetki?
- jakie są ryzyka i zagrożenia związane z realizacją projektu?
- czy możliwe jest zabezpieczenie pożyczki?

Inwestorzy, w tym PGNiG S.A.

Zwykle oczekują zakładanych zysków lub inaczej okresu zwrotu, możliwości oszacowania stopnia swojego ryzyka, między innymi poprzez sprawdzenie prognoz dotyczących potencjalnych przychodów i kosztów oraz ram organizacyjnych projektu, w tym kompetencji zespołów kierujących projektem.

9.2. Kryteria podejmowania decyzji

Przystępując do przygotowania studium, najpierw należy ustalić kryteria, według których potencjalni inwestorzy będą oceniać projekt. Kryteria te mogą prowadzić do powstania między nimi konfliktu, w związku z tym ich ocena wymaga zastanowienia się nad tym, jak te różne wymogi powinny być oceniane.

Istnieją trzy podstawowe kryteria, według których rozumują inwestorzy:

- 1) kryterium zgodności z celami inwestorów definiowanymi w misji,
- 2) kryterium wykonalności,
- 3) kryterium akceptowalności.

Jednym z głównych celów analizy będzie przedstawienie jasnego obrazu otoczenia, w którym inwestor funkcjonuje. Za pomocą kryterium zgodności będziemy próbowali zmierzyć, na ile zaproponowana strategia wprowadzenia NGV pasuje do prowadzonej polityki kreowania wizerunku inwestora, czy jest zgodna z jego celami w zakresie ochrony środowiska naturalnego, czy jest sposobem na ominięcie zagrożeń wynikających z przekroczenia dopuszczalnych norm emisji.

Kryterium wykonalności ocenia, czy projekt może być wprowadzony do działania, tzn. czy skala proponowanych zmian jest osiągalna i możliwa do sfinansowania.

W momencie oceny wykonalności pojawia się kilka podstawowych pytań, które należy zadać:

- czy możliwy jest dostęp do zakładanych źródeł finansowania,
- czy możemy osiągnąć zakładane parametry eksploatacyjne i ekonomiczne proponowanych rozwiązań w zakresie taboru,
- czy parametry eksploatacyjne stacji sprężania zapewnią konkurencyjność kosztów,
- czy możliwe jest rozwiązanie problemów logistycznych.

Nie jest to ostateczna lista pytań, ale pokazuje ona, jak szeroką skalę pytań należy uwzględnić. Ważne jest też, aby brać pod uwagę powyższe pytania w odniesieniu do czasu, w jakim zmiany mają być osiągnięte.

Równocześnie, analizując zgodność i wykonalność, należy wziąć pod uwagę także trzecie kryterium, jakim jest akceptowalność. Kryterium akceptowalności ocenia, czy konsekwencje wprowadzenia projektu są do przyjęcia, zaakceptowania. Ponieważ akceptowalność ściśle łączy się z ludzkimi oczekiwaniami, należy najpierw jednoznacznie określić, przez kogo dany projekt ma być akceptowany.

Pomocne przy zidentyfikowaniu prawdopodobnych konsekwencji projektu mogą być następujące pytania:

- czy zapewniona jest wymagalna zyskowność przedsięwzięcia?
- czy ryzyko działalności zbytnio nie wzrasta?
- czy zakres zmian zostanie zaakceptowany przez pracowników, pasażerów itp.?
- czy przyjęta strategia substytucji paliw będzie zaakceptowana przez otoczenie, np. władze lokalne.

Następny rozdział pracy pokaże metody i techniki dokonania oceny.

9.3. Metody oceny projektu

Kluczową miarą akceptowalności finansowej projektu jest zyskowność. Istnieje wiele różnych metod oceny pomocnych w wyborze właściwego rozwiązania. Techniki różnią się od siebie znacząco pod względem stopnia złożoności.

Podstawowym kryterium klasyfikacji tych metod jest ujęcie w nich czynnika czasu. Stąd metody te możemy podzielić na podstawie tego kryterium na:

- statyczne (niedyskontowe),
- dynamiczne (dyskontowe).

Metody statyczne obejmują m.in. okres zwrotu, natomiast do metod dynamicznych zaliczamy: bieżącą wartość netto oraz wewnętrzną stopę zwrotu.

Dla użytecznej oceny zyskowności miary muszą odnosić się do sensownych podstaw porównania. Przy ocenie projektów NGV najbardziej przydatnymi miarami są te, które odnoszą przewidywane zyski, rozumiane jako różnica kosztów eksploatacji pojazdów, do nakładu kapitału wymaganego do osiągnięcia tych zysków. Przy czym przez nakłady kapitałowe rozumiemy różnicę w cenie pojazdów NGV w stosunku do pojazdów napędzanych paliwem tradycyjnym.

Prezentacja poniżej zaczyna się od najprostszej (i zarazem najstarszej) z metod.

Okres zwrotu

Jest to oczekiwany okres, w którym dodatnie strumienie pieniężne zrównoważą początkowy wydatek inwestycyjny, lub czas, jaki potrzebny jest do odzyskania poniesionych kosztów. Jest to najstarsza i zarazem najprostsza metoda oceny projektów inwestycyjnych, atrakcyjna jako metoda stosowana dla pojedynczych użytkowników pojazdów. Na koniec trzeba tylko ocenić, czy jest to odpowiedni wynik dla naszego przedsiębiorstwa, czy przedsiębiorstwo jest w stanie tak długo czekać na zwrot. Będzie to zależało oczywiście od intensywności eksploatacji. W przypadkach intensywnego eksploataowania pojazdów zwrot ten jest możliwy już po 1 roku.

Metoda okresu zwrotu stanowi najbardziej intuicyjną metodę oceny inwestycji, gdyż jest najłatwiejsza do zrozumienia. Ma ponadto tę zaletę, iż daje pewne wyobrażenie szacunkowej długości okresu, w którym inwestycja będzie narażona na ryzyko.

Należy jednakże zwrócić uwagę na teoretyczne ograniczenia związane z metodą okresu zwrotu:

- strumienie pieniężne występujące po okresie spłaty inwestycji początkowej nie są brane pod uwagę,
- nie uwzględnia się wartości pieniądza w czasie.

Zdyskontowane przepływy pieniężne (*discounted cash flow* – DCF)

W praktyce stosowania zdyskontowanych przepływów pieniężnych w analizie efektywności rozwoju przedsiębiorstwa wyróżniamy dwie zasadnicze ich odmiany:

- wartość zaktualizowaną (bieżącą) netto (*net present value* – NPV),
- wewnętrzną stopę zwrotu (*internal rate of return* – IRR).

Analiza zdyskontowanych przepływów pieniężnych jest najprawdopodobniej najczęściej używaną techniką oceny inwestycji i jest to kontynuacja okresu zwrotu. Najpierw szacuje się przepływ gotówki netto dla każdego z kolejnych lat, a następnie wyniki są stopniowo dyskontowane, aby ukazać fakt, że fundusze wytworzone wcześniej mają większą realną wartość niż te z późniejszych okresów.

Wartość bieżącą netto (NPV) obliczamy jako różnicę pomiędzy wartością bieżącą przyszłych strumieni pieniężnych (obliczonych przy użyciu odpowiedniej stopy dyskonta) i kosztem początkowym projektu

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I_0,$$

gdzie:

- CF_t – strumień pieniężny netto w okresie t ,
- k – stopa dyskontowa,
- I_0 – początkowy koszt projektu (inwestycja początkowa),
- n – horyzont czasowy projektu.

Kluczową kwestią w wyznaczaniu wartości bieżącej netto jest odpowiednia stopa dyskonta. Stopa ta powinna odpowiadać stopie zwrotu inwestora możliwej do osiągnięcia przez niego z kolejnej najlepszej alternatywy inwestycyjnej. W takim ujęciu stopa dyskonta jest minimalną wymaganą stopą zwrotu projektu.

Projektowane przedsięwzięcie inwestycyjne powinno zostać podjęte, gdy jest spełniony następujący warunek $NPV > 0$.

Wewnętrzna stopa zwrotu IRR to taka stopa zwrotu, przy której koszt projektu równy jest dokładnie wartości bieżącej przyszłych strumieni pieniężnych

$$I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t},$$

gdzie:

- I_0 – początkowy koszt projektu (inwestycja początkowa).
- CF_t – strumień pieniężny netto w okresie t ,
- IRR – wewnętrzna stopa zwrotu,
- n – horyzont czasowy projektu.

Metoda ta nie jest pozbawiona wad. Pierwsza z nich to założenie, iż wszystkie przychody pojawiające się w toku trwania projektu są reinwestowane według stopy procentowej równej IRR . Innym problemem związanym z użyciem stopy IRR jest fakt, iż w niektórych przypadkach projekt może posiadać więcej niż jedną wewnętrzną stopę zwrotu lub – inaczej – więcej niż jedna stopa będzie powodowała zrównanie wartości bieżącej przyszłych strumieni pieniężnych z początkowym kosztem inwestycji.

Sytuacja taka może mieć miejsce tylko wówczas, gdy znaki opisujące przyszłe strumienie pieniężne zmieniają się więcej niż raz (przychody przeplatają się z wydatkami). Wzór pozwalający nam obliczyć wewnętrzną stopę zwrotu na pierwszy rzut oka jest podobny do wzoru na wartość bieżącą netto. Jednakże we wzorze na NPV strumienie pieniężne netto są dyskontowane przy użyciu stóp procentowych wyrażających koszty utraconych korzyści,

a zmienną wynikową jest ich aktualna wartość. Przy obliczaniu wewnętrznej stopy zwrotu natomiast poszukujemy takiej stopy procentowej, która doprowadzi aktualną wartość strumieni pieniężnych netto (osiągniętych w okresie realizacji i eksploatacji projektu) do wartości zero. Powyższe wskazuje, że przy obliczaniu wewnętrznej stopy zwrotu nie uwzględniamy rynkowych stóp procentowych.

Ocena ryzyka

Przewidywalny zwrot z konkretnego projektu jest ważną miarą jego akceptowalności. Jednakże istnieje jeszcze jedna miara akceptowalności, według której mogą być oceniane różne opcje. Jest to ryzyko, z którym musi sobie poradzić inwestor przy wprowadzaniu danego rozwiązania. Poniżej przedstawiono, w jaki sposób można oszacować ryzyko jako część oceny konkretnej opcji.

Analiza wrażliwości – technika ta pozwala analizować i zmieniać każde z ważnych założeń wpływających z poszczególnych opcji, zwłaszcza stara się sprawdzić, na ile wrażliwe będzie przewidywane działanie firmy albo wyniki tego działania, szczególnie zysk. Podstawową ideą analizy wrażliwości jest zamrożenie wszystkich zmiennych, z wyjątkiem jednej, i obserwowanie, jak wrażliwe jest badane działanie na zmiany tej zmiennej. Jeżeli badana wartość okaże się bardzo wrażliwa na względnie małe zmiany w przewidywanej wartości danej zmiennej, oznacza to, że ryzyko prognozowania związane z tą zmienną jest wysokie. Dla przykładu podstawowym założeniem projektu niech będzie cena 1 m³ CNG. Analiza wrażliwości będzie w tym przypadku polegała na sprawdzeniu skutku, jaki wywrze na zyskowności wzrost ceny o 5% albo o 10%, i czy któreś z otrzymanych ekstremów zmieni decyzję co do wprowadzenia tego rozwiązania. Podobny proces można powtórzyć dla innych kluczowych założeń. Analiza wrażliwości jest więc użyteczna przy identyfikowaniu tych zmiennych, które zasługują na największą uwagę. Pomaga nam wyznaczyć obszary, w których ewentualne błędy w oszacowaniu przyszłych wartości poczynią najwięcej szkód, czyli pomaga nakreślić jasny obraz ryzyka związanego z podejmowaniem konkretnych decyzji inwestycyjnych.

9.4. Struktura i zawartość studium wykonalności

Prezentacja struktury i zawartości informacyjnej studium wykonalności ma na celu ułatwienie prezentacji na zewnątrz koncepcji omawianego w niniejszym poradniku, zwłaszcza w zakresie identyfikacji rozmiarów projektu i rozwiązań technicznych, obliczania nakładów kapitałowych i kosztów czy wreszcie opracowania przepływów pieniężnych na potrzeby oceny projektu i planowania finansowego. Tekst wyróżniony kolorem ma za zadanie przybliżyć zakres tematyczny, jaki powinien się znaleźć w poszczególnych punktach opracowania, oraz zwrócić uwagę na najistotniejsze kwestie.

A. Podsumowanie i wnioski

Powinno pojawić się na początku studium wykonalności, będąc zwięzłym przeglądem Waszej propozycji – czym różni się ona od dotychczasowego stanu, jakie są kluczowe czynniki sukcesu. Streszczenie powinno być długości 1–2 stron, a w żadnym wypadku nie może

przekraczać 3 stron. Nie zapominajcie, że próbujecie przyciągnąć uwagę zajętego czytelnika – 60–70% propozycji przesyłanych inwestorom jest odrzucanych po krótkim przeglądzie.

A.1. Inicjatorzy, partnerzy i władze projektu

Inicjatorem projektu może być jednostka samorządowa, przedsiębiorstwo, przedsiębiorcy lub grupa ww. partnerów tworząca prawną i organizacyjną strukturę sankcjonującą władze projektu.

A.2. Koncepcja i ogólna strategia projektu

Krótki opis projektu, tzn. ekonomicznie niepodzielnej serii prac, spełniającej określone funkcje techniczne, posiadającej jasno określone cele i cechującej się własną efektywnością. Może to być również grupa tak rozumianych projektów, które dodatkowo spełniają następujące warunki: są ulokowane na tym samym obszarze, wchodzą w skład ogólnego planu dla danego obszaru lub korytarza transportowego i są nadzorowane przez tą samą instytucję.

A.3. Cele inicjatorów projektu

Możliwe cele inicjatorów projektu to budowa właściwego image'u i związana z tym dbałość o ochronę środowiska, poprawa bezpieczeństwa energetycznego, a także cele efektywnościowe mierzone zwrotem z zainwestowanego kapitału. Proszę pamiętać, że każdy z tych celów należy przedstawić w formie możliwie mierzalnej, pozwalającej kontrolować stopień ich realizacji, tzn. podając miarę i standard.

A.4. Autorzy raportu

Należy pamiętać, że czytający raport, oceniając kompetencje autorów, w istocie dokonuje oceny wiarygodności danych, analiz i wynikających z nich wniosków.

A.5. Główne rezultaty analizy

W zwięzłej formie podanie: skali projektu, zapotrzebowania na finansowanie, w tym finansowanie zewnętrzne, miar efektywności, np. okres zwrotu nakładów, NPV i IRR oraz stopień ryzyka związany z projektem. Wskazane jest również zwięzłe przedstawienie korzyści społecznych.

B. Warunki instytucjonalne realizacji projektu

B.1. Źródła finansowania projektu

Zdobycie środków finansowych na realizację projektu stanowi oczywisty i podstawowy warunek decyzji inwestycyjnych. Przygotowanie studium będzie bezcelowe, jeśli wcześniej nie uda się uzyskać dostatecznego stopnia pewności, że środki na jego finansowanie będą dostępne. Sprawdzając, poprzez wykonanie analizy finansowej, że pro-

projekt udźwignie koszty finansowe, strukturę finansowania można przedstawić za pomocą tabeli B.1.

Tabela B.1
Źródła finansowania projektu

Źródła finansowania	Rok				
	0	1	2	...	<i>n</i>
Środki własne inwestorów					
Kredyty bankowe komercyjne					
Kredyty BOŚ					
Pomoc publiczna					
Inne					
Finansowanie ogółem					

Planując wykorzystanie pomocy publicznej do finansowania projektu, nie należy zapominać o warunkach brzegowych ich przyznawania, jak również o maksymalnych wskaźnikach współfinansowania. W tym celu należy szczegółowo zapoznać się z warunkami udzielania kredytów i zasadami ewaluacji jakich wymagają fundusze pomocowe.

B.2. Inne rodzaje wspomagania zewnętrznego projektu

Możliwe rodzaje i zakres wspomagania projektów NGV omówiono w rozdziale 8. Należy szczegółowo przedstawić tylko te, które mają realne szanse przejść procedury formalne i znaleźć zastosowanie w projekcie.

B.3. Wymagania związane z budową stacji sprężania i dystrybucji CNG

Lokalizacja stacji dystrybucji CNG, spełniająca warunki techniczne związane z dostarczeniem gazu oraz wymagania związane z logistyką obsługiwanego transportu samochodowego, wymaga uzupełnienia o rozpoznanie stanu prawnowłasnościowego gruntu, uzyskania niezbędnych pozwoleń związanych z rodzajem działalności, doprowadzeniem mediów itp. Ponadto niezbędne są uzgodnienia dotyczące przystosowania infrastruktury drogowej.

B.4. Długoterminowa umowa na dostawę/odbiór gazu

W celu ograniczenia ryzyka związanego ze zmianą cen paliw na rynku, inwestorzy będą starali się podpisać długoterminowe umowy gwarantujące odpowiedni parytet ceny CNG do ceny ON.

C. Analiza rozwiązań alternatywnych

Należy odpowiedzieć na pytanie, czy warianty alternatywne wobec analizowanego były rozpatrywane, i dlaczego na wstępnym etapie zostały odrzucone.

D. Koncepcja i ogólna strategia wprowadzania NGV – skala przedsięwzięcia

Przedstawienie ogólnej koncepcji wprowadzania pojazdów NGV do eksploatacji, identyfikacja rodzaju, liczby i terminu zakupu pojazdów oraz ich parametrów eksploatacyjnych w celu określenia nakładów inwestycyjnych na zakup taboru, zapotrzebowania na CNG oraz oszacowania przyszłych kosztów eksploatacji. Przez parametry eksploatacyjne rozumieć należy: zużycie paliwa tradycyjnego oraz zużycie CNG na 100 km, roczny przebieg w km, oraz inne koszty eksploatacji.

E. Zaopatrzenie w CNG

E.1. Określenie zapotrzebowania na CNG

Zapotrzebowanie na CNG jest prostą funkcją liczby eksploatowanych pojazdów, rocznych przebiegów w km oraz jednostkowego zużycia paliwa.

E.2. Wybór wielkości i rodzaj stacji sprężania

Sposób doboru wielkości i rodzaju stacji sprężania omówiono w rozdziale 3. Istotnym jest rozpatrzenie możliwości budowy stacji modułowej w celu optymalizacji nakładów i kosztów w początkowym okresie eksploatacji.

E.3. Lokalizacja stacji

Wymogi projektu w zakresie infrastruktury technicznej narzucają pewne ograniczenia lokalizacyjne. Dla lokalizacji nadających się do celów projektu należy ocenić następujące wymogi i uwarunkowania: aspekty strategiczno-logistyczne użytkowników stacji, infrastruktura lokalna, w tym sieć gazowa, elektryczna i wodna, wymogi i koszty przygotowania i uzbrojenia terenu oraz koszty gruntów.

E.4. Identyfikacja nakładów inwestycyjnych

Nakłady inwestycyjne związane z budową stacji sprężania obejmować powinny koszty: prac projektowych i przygotowawczych, zakupu ziemi, budowy obiektów infrastruktury, zakupu i montażu urządzeń.

E.5. Identyfikacja kosztów sprężania

Koszty sprężania obejmują: koszty energii elektrycznej, materiałów eksploatacyjnych, remontów, pracy, podatki, ubezpieczenia i opłaty.

E.6. Koszty gazu/CNG

W zależności od tego, czy projekt przewiduje dostawę przez dystrybutora gazu niskociśnieniowego, czy CNG, ceny jednostkowe należy przyjąć według obowiązującej taryfy.

F. Organizacja przedsięwzięcia, zespół zarządzający projektem

W przypadku projektu realizowanego przez przedsiębiorstwo lub jednostkę samorządową zespół zarządzający projektem na etapie przygotowania i realizacji wyznacza zarząd, w przypadku przedsięwzięcia, w skład którego wchodzi kilku inwestorów, konieczne jest powołanie jednostki zarządzającej i nadanie jej ram organizacyjno-prawnych (np. spółka prawa handlowego, konsorcjum itp.).

G. Analiza i ocena finansowa

Ogólny opis modelu analizy finansowej służącego do wykorzystania danych o prognozowanych kosztach i wydatkach w ramach projektu dla wyliczenia prognozowanych przepływów pieniężnych i na ich podstawie odpowiednich wskaźników efektywności. Polega na przygotowaniu szeregu tabel, w których kolejno zbierane i agregowane są dane o przepływach w ramach inwestycji.

G.1. Podstawowe założenia

Należy przedstawić jednoznaczne założenia dotyczące: horyzontu czasowego, uwzględnienia efektu inflacji, kosztów finansowania, sposobu wyznaczania wartości rezydualnej inwestycji, wyboru stopy dyskontowej oraz wskaźnika współfinansowania. W zależności od wyników przedsiębiorstwa występują lub nie występują implikacje podatkowe.

G.2. Prognozy finansowe

Końcowym efektem analizy są trzy tabele dające syntetyczny obraz przepływów pieniężnych:

- G.6 – obliczanie okresu zwrotu inwestycji,
- G.7 – ocena wartości zaktualizowanej netto NPV i wewnętrznej stopy zwrotu *IRR*, oparta o przyrostowe przepływy pieniężne,
- G.8 – ocena finansowej trwałości projektu.

Tabele poprzedza syntetyczne zestawienie danych wyjściowych, jak przedstawiono to w tabelach G.1–G.5.

Tabela G.1
Koszty zakupu i parametry eksploatacyjne NGV

	j.m	typ 1	typ 2	typ n
1. Cena podstawowa pojazdu (netto)	tys. zł			
2. Różnica ceny pojazdu/koszty adaptacji	%			
2. Średni roczny przebieg pojazdu	km			
3. Średnie zużycie ON/100 km	l			

4. Średnie zużycie benzyny/100 km	l			
5. Średnie zużycie CNG/100 km	Nm ³			
6. Dodatkowe koszty eksploatacji	zł/rok			
7. Roczna stawka amortyzacji	%			

Tabela G.2

Harmonogram wprowadzania NGV

Wyszczególnienie	j.m.	Rok				
		0	1	2	...	n
Tabor samochodowy						
– typ 1	szt.					
– typ 2	szt.					
– typ n	szt.					

Tabela G.3

Nakłady inwestycyjne

Wyszczególnienie	j.m.	Rok				
		0	1	2	...	n
1. Stacja sprężania i dystrybucji	tys. zł					
– prace przygotowawcze	tys. zł					
– zakup terenu	tys. zł					
– urządzenia i montaż	tys. zł					
– infrastruktura	tys. zł					
2. Zakup/adaptacja pojazdów	tys. zł					
– typ 1	tys. zł					
– typ 2	tys. zł					
– typ n	tys. zł					
3. Adaptacja zaplecza dla pojazdów	tys. zł					
4. Nakłady inwestycyjne razem	tys. zł					
5. Nakłady inwestycyjne różnica	tys. zł					

Tabela G.4

Koszty paliwa

Wyszczególnienie	j.m.	Rok				
		0	1	2	...	n
1. Cena jednostkowa zakupu gazu	zł/Nm ³					

2. Cena jednostkowa benzyny	zł/l					
3. Cena jednostkowa ON	zł/l					
4. Koszty jednostkowe eksploatacji stacji	zł/Nm ³					
5. Potencjalne koszty benzyny/ON	tys. zł					
7. Koszty gazu	tys. zł					
8. Koszty eksploatacji stacji sprężania	tys. zł					
9. KOSZTY CNG	tys. zł					

Tabela G.5

Zmiana kosztów eksploatacji NGV

		Rok				
Wyszczególnienie	j.m.	0	1	2	...	n
1. Zmiana kosztów operacyjnych	tys. zł					
– paliwa	tys. zł					
– korzystania ze środowiska	tys. zł					
– pozostałych	tys. zł					
2. Zmiana kosztów amortyzacji	tys. zł					
– pojazdów	tys. zł					
– infrastruktury	tys. zł					
3. Razem zmiana kosztów	tys. zł					

Tabela G.6

Okres zwrotu nakładów

		Rok				
Wyszczególnienie	j.m.	0	1	2	...	n
WPLYWY GOTÓWKI	tys. zł					
Różnica kosztów operacyjnych	tys. zł					
Kredyty	tys. zł					
Pomoc publiczna	tys. zł					
Wartość rezydualna inwestycji	tys. zł					
WYPŁYWY GOTÓWKI	tys. zł					
Wydatki inwestycyjne – różnica	tys. zł					

Zmiana kosztów operacyjnych	tys. zł					
		Rok				
Wyszczególnienie	j.m.	0	1	2	...	n
Obsługa kredytu	tys. zł					
– spłata rat	tys. zł					
– odsetki	tys. zł					
Implikacje podatkowe	tys. zł					
CASH FLOW NETTO	tys. zł					
współczynnik dyskontowy						
DCF	tys. zł					
NPV	tys. zł					
IRR	%					

Dodatkowe nakłady inwestycyjne	tys. zł					
Implikacje podatkowe	tys. zł					
SALDO	tys. zł					
SALDO SKUMULOWANE	tys. zł					

Tabela G.7

Cash flow na potrzeby oceny efektywności inwestycji

Tabela G.7 cd.

Tabela G.8

Cash flow dla ustalenia finansowej trwałości projektu

		Rok				
Wyszczególnienie	j.m.	0	1	2	...	n
WPLYWY	tys. zł					
1. Kredyty bankowe komercyjne	tys. zł					
2. Kredyty preferencyjne	tys. zł					
3. Pomoc publiczna	tys. zł					
4. Różnica kosztów operacyjnych	tys. zł					

WYDATKI	tys. zł					
5. Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł					
6. Obsługa zadłużenia						
– spłata kredytów komercyjnych	tys. zł					
– spłata kredytów preferencyjnych	tys. zł					
– odsetki od kredytów komerc.	tys. zł					
– odsetki od kredytów preferenc.	tys. zł					
ŚRODKI WŁASNE INWESTORA	tys. zł					
Cash Flow	tys. zł					

G.4. Wyniki analizy finansowej

Przedstawienie i ocena otrzymanych wyników w kontekście wykonalności, trwałości i efektywności projektu.

H. Analiza korzyści społecznych

Główne korzyści społeczne wynikające z realizacji projektu to ograniczenie emisji gazów do środowiska oraz skutki ograniczenia hałasu. Należy przedstawić, zgodnie z sugestiami rozdziału 4, efekty w postaci bezwzględnych wielkości liczbowych oraz względnego poziomu ograniczenia emisji w poszczególnych latach realizacji projektu. Nie bez znaczenia są również inne realizowane cele, w tym poprawa wizerunku miasta/regionu w opinii odwiedzających czy też budowa świadomości ekologicznej wśród mieszkańców.

I. Analiza ryzyka

Celem analizy jest określenie zmiennych o decydującym znaczeniu oraz skutków zaistnienia niekorzystnych scenariuszy, jak również poszukiwanie sposobów zabezpieczenia się przed różnymi rodzajami ryzyka. Badanie wrażliwości dokonane przez przyjmowanie dla decydujących zmiennych wartości ze scenariusza normalnego oraz pesymistycznego, a następnie obliczenie na podstawie zdyskontowanych strumieni pieniężnych NPV – patrz tabela I.1.

Tabela I.1
Analiza wrażliwości projektu – zmiana NPV

Zmiana parametrów	j.m.	0%	5%	10%	15%
1. Wzrost cen CNG	tys. zł				
2. Spadek rocznych przebiegów pojazdów	tys. zł				
3. Przyrost różnicy cen NGV	tys. zł				

J. Harmonogram realizacji projektu

Posługując się standardowym oprogramowaniem, np. Microsoft Project, przedstawić poszczególne czynności i zdarzenia, jakie muszą nastąpić podczas przygotowania i realizacji programu, uwzględniając współzależności, jakie między nimi występują.

K. Załączniki

Mapy terenu, umowy wstępne, oferty, opinie zewnętrzne itp.

10. Informacje uzupełniające

10.1. Lokalizacja i użytkownicy stacji sprężania CNG w Polsce (stan na dzień 31.03.2004 r.)

Tabela 10.1
Stacje sprężania CNG w Polsce

Miejsce	Właściciel	Charakterystyka
Ogólnodostępne		
Inowrocław*	MPK	220 m ³ /h
Warszawa	PGNiG	600 m ³ /h
Wrocław*	PGNiG	300 m ³ /h
Zgorzelec*	PGNiG	17 m ³ /h
Rzeszów*	MPK	60 m ³ /h
Wewnętrzne		
Płock*	Adler	18 m ³ /h
Poznań	Volkswagen	36 m ³ /h
Radom*	PGNiG	9 m ³ /h
Krasnystaw*	Cersanit	27 m ³ /h
Jarosławiec*	Huta Szkła „Jarosławiec”	18 m ³ /h
Kęty*	Alutech	70 m ³ /h
Świdnica*	Adler	18 m ³ /h
Tychy*	Fiat	220 m ³ /h
Cieszyn*	Polifarb	18 m ³ /h
Bielsko-Biała*	Adler	18 m ³ /h
Bielsko-Biała*	Fiat Auto Poland	220 m ³ /h
Kraków*	PGNiG	600 m ³ /h
Kraków*	Ibmer	18 m ³ /h
Tarnów*	Tamel	18 m ³ /h
Rzeszów	PGNiG – Kopalnia gazu Przybyszówka	500 m ³ /h (stacja na złożu)
Rzeszów*	Zelmer	18 m ³ /h
Przemyśl*	MZK	600 m ³ /h
Przemyśl	PGNiG – Kopalnia gazu	stacja na złożu o ciśnieniu 140 bar bez doprężania
Września*	Gestamp	140 m ³ /h

* Źródło informacji: wykonawca stacji firma NGV Autogas



Rys. 10.1. Stacje CNG w Polsce

10.2. Użytkownicy NGV w Polsce

Aktualnie w Polsce eksploatuje się ok. 140 pojazdów samochodowych, w których paliwem jest gaz ziemny sprężony. W tej liczbie znajduje się 38 autobusów, a resztę stanowią samochody osobowe i lekkie dostawcze.

Największym użytkownikiem autobusów jest Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Przemyślu (25 autobusów). Autobusy na CNG jeżdżą również w transporcie publicznym w Inowrocławiu (5 autobusów), Rzeszowie (2) oraz w Grodzisku Mazowieckim i we Wrocławiu (tutaj w prywatnej firmie transportowej DLA).

Najwięcej samochodów na CNG jest w posiadaniu spółek gazownictwa. Dolnośląska Spółka Gazownictwa z siedzibą we Wrocławiu posiada 51 takich pojazdów, wykorzystywanych jako pojazdy techniczne gazownictwa. Są to głównie samochody marki Peugeot Partner, Renault Megane, Laguna, Express i Trafic oraz Fiat Doblo i Seicento przerobione z pojazdów benzynowych na dwupaliwowe. Ponad 30 podobnych samochodów jeździ w Mazowieckiej Spółce Gazownictwa w Warszawie oraz ponad 20 w Pomorskiej Spółce Gazownictwa z siedzibą w Gdańsku. Do tego dochodzą pojedyncze egzemplarze samochodów osobowych będących w posiadaniu indywidualnych właścicieli (głównie Fiat Multipla).

Informacje o pojazdach osobowych CNG używanych w poszczególnych spółkach gazownictwa można uzyskać u Kierowników Projektów CNG przedstawionych w rozdziale 1 niniejszego opracowania.

10.3. Europejskie programy NGV

Wśród europejskich programów wspomagających realizację projektów NGV do najważniejszych zaliczyć należy:

- zakończony program NGVeuropa, w ramach którego w 15 miastach na terenie 7 krajów UE zrealizowano projekty NGV, wprowadzając do komunikacji miejskiej autobusy na gaz ziemny sprężony,
- realizowany program „czystego transportu miejskiego” CIVITAS. Jeden z możliwych projektów to wprowadzenie do transportu miejskiego ekologicznych autobusów na gaz ziemny sprężony. W ten sposób w ostatnim okresie pojawiły się autobusy na CNG np. w miejscowości Graz w Austrii. Jest możliwym, że w następnej edycji w ramach tego unijnego programu również w którymś z polskich miast pojawią się pojazdy komunikacji miejskiej na CNG.
- „Blue Corridor” – projekt przygotowywany przez Europejską Komisję Ekonomiczną ONZ, który umożliwiłby przejazd pojazdami na CNG od Helsinek przez Moskwę do Madrytu. Trasa tego „błękitnego korytarza” biegnie przez Polskę, od Brześcia do Słubic. Jeśli dojdzie do jego realizacji, to na terenie Polski, na tej trasie, powstanie sieć kilku (prawdopodobnie pięciu) stacji tankowania CNG.

11. Źródła informacji

Przygotowując niniejsze opracowanie, autorzy korzystali z następujących źródeł informacji:

- materiałów Światowych Kongresów INGVA w Jokohamie (2000 r.), Nicei (2001 r.) i w Waszyngtonie (2002 r.),
- informacji i materiałów reklamowych producentów urządzeń sprężania gazu, m.in. firm Bauer Compressoren, CompAir, NGV Autogas, Adast, Sulzer, FuelMaker i in.
- materiałów reklamowych producentów pojazdów na CNG takich firm jak: Fiat, Opel, Jelcz, Ekobus, Renault, Man i wielu innych,
- materiałów szkoleniowych Ruhrgas oraz Gaz de France,
- materiałów Instytutu Nafty i Gazu,
- materiałów Urzędu Komitetu Integracji Europejskiej,
- oferty Banku Ochrony Środowiska,
- informacji na stronach internetowych EkoFunduszu i NFOŚiGW,
- własnych zasobów archiwalnych dotyczących NGV.

12. Studium przypadku

12.1. Program NGV – 10-letnia prognoza finansowa i ocena inwestycji

Tabela G.1

Koszty zakupu i parametry eksploatacyjne NGV

	j.m.	typ 1	typ 2	typ 3
1. Cena podstawowa pojazdu (netto)	tys. zł	650,0	0,0	0,0
2. Różnica ceny pojazdu/koszty adaptacji	%	15,0%	0,0%	0,0%
2. Średni roczny przebieg pojazdu	km	70 000,0	0,0	0,0
3. Średnie zużycie ON/100 km	l	40,0	0,0	0,0
4. Średnie zużycie benzyny/100 km	l	0,0	0,0	0,0
5. Średnie zużycie CNG/100 km	Nm ³	55,0	0,0	0,0
6. Dodatkowe koszty eksploatacji	zł/rok	2000,0	0,0	0,0
7. Roczna stawka amortyzacji	%	20,0%	0,0%	0,0%

Tabela G.2

Harmonogram wprowadzania NGV

Wyszczególnienie	j.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tabor samochodowy													
– typ 1	szt.	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– typ 2	szt.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– typ n	szt.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

78

Nakłady inwestycyjne

[illegible]

Tabela G.4

Koszty paliwa

[illegible]

Tabela G.5

Zmiana kosztów eksploatacji NGV

Wyszczególnienie	j.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Zmiana kosztów operacyjnych	tys. zł	0	-1375	-2751	-2751	-2751	-2751	-2751	-2751	-2751	-2751	-2751	-1275
– paliwa	tys. zł	0	-1475	-2951	-2951	-2951	-2951	-2951	-2951	-2951	-2951	-2951	-1475
– korzystania ze środowiska	tys. zł	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– pozostałych	tys. zł	0	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
2. Zmiana kosztów amortyzacji	tys. zł	0	1471	2593	2593	2593	2593	1471	350	350	350	350	0
– pojazdów	tys. zł	0	1121	2243	2243	2243	2243	1121	0	0	0	0	0
– infrastruktury	tys. zł	0	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	0
3. RAZEM ZMIANA KOSZTÓW	tys. zł	0	96	-158	-158	-158	-158	-1279	-2401	-2401	-2401	-2401	-1275

Tabela G.6

Okres zwrotu nakładów

Wyszczególnienie	j.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zmiana kosztów operacyjnych	tys. zł	0	1375	2751	2751	2751	2751	2 751	2 751	2751	2751	2751	1275
Dodatkowe nakłady inwestycyjne	tys. zł	3500	5606	5606	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Implikacje podatkowe	tys. zł	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SALDO	tys. zł	-3500	-4 231	-2856	2 751	2751	2751	2 751	2751	2751	2751	2751	1275
SALDO SKUMULOWANE	tys. zł	-3500	-7 731	-10 587	-7 836	-5086	-2335	415	3166	5916	8667	11 417	12 693

80

Cash flow dla potrzeb oceny efektywności inwestycji

[illegible]

Tabela G.8

Cash flow dla ustalenia finansowej trwałości projektu

Wyszczególnienie	j.m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
WPŁYWY	tys. zł	3500	36 882	38 257	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2751	1275
1. Kredyty bankowe komercyjne	tys. zł	0	29 900	29 900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Kredyt BOŚ	tys. zł	3500	5606	5606	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Pomoc publiczna	tys. zł	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Różnica kosztów operacyjnych	tys. zł	0	1375	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2751	1275
WYDATKI	tys. zł	3500	48 363	58 104	19 377	18 026	16 674	9 622	0	0	0	0	
5. Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	3500	37 375	37 375	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Obsługa zadłużenia	tys. zł	0	10 988	20 729	19 377	18 026	16 674	9622	0	0	0	0	0
– spłata kredytów komercyjnych	tys. zł	0	5980	11 960	11 960	11 960	11 960	5980	0	0	0	0	0
– raty BOŚ	tys. zł	0	1471	2593	2593	2593	2593	2871	0	0	0	0	0
– odsetki od kredytów	tys. zł	0	2990	5382	4186	2990	1794	598	0	0	0	0	0
– odsetki BOŚ	tys. zł	0	546	794	639	483	328	172	0	0	0	0	0
ŚRODKI WŁASNE INWESTORA *	tys. zł	0	11 481	19 847	16 627	15 275	13 924	6871	-2751	-2751	-2751	-2751	-1275
Cash Flow	tys. zł	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* środki generowane z dotychczasowej działalności operacyjnej

Tabela I.1

Analiza wrażliwości projektu – zmiana NPV

Zmiana parametrów	j.m.	0%	5%	10%	15%
1. Wzrost cen CNG	tys. zł	4921	4023	3106	2188
2. Spadek rocznych przebiegów pojazdów	tys. zł	4921	3936	2932	1927
3. Przyrost różnicy cen NGV	tys. zł	4921	806	–3635	–8382