

Uwagi do raportu TSE

„Czy samochody ciężarowe zasilane gazem przyczyniają się do ograniczenia emisji?”

19 września 2019 r.

Opracowanie zatytułowane „*Do gas trucks reduce emissions?*” („Czy samochody ciężarowe zasilane gazem przyczyniają się do redukcji emisji?”) opublikowane właśnie przez T&E (Transport & Environment) daje nam okazję do skorygowania informacji w niektórych aspektach oraz wyjaśnienia wybranych zagadnień i szczegółów dotyczących wykorzystania paliwa gazowego w transporcie.

Wnioski T&E są oparte głównie na różnych kampaniach pomiaru emisji prowadzonych przez TNO, Holenderską Organizację Zastosowań Nauki. Przedmiotem badań było porównanie samochodów ciężarowych zgodnych z normą Euro VI Diesel z ich odpowiednikami zasilanymi LNG, które są zazwyczaj wykorzystywane w długodystansowym transporcie towarów.

Przeanalizujemy poszczególne punkty:

1. Stwierdzenie T&N na temat emisji NOx:

Samochody ciężarowe zasilane skroplonym gazem ziemnym (LNG) zanieczyszczają powietrze nawet pięciokrotnie bardziej w porównaniu z samochodami wyposażonymi w silniki Diesla.

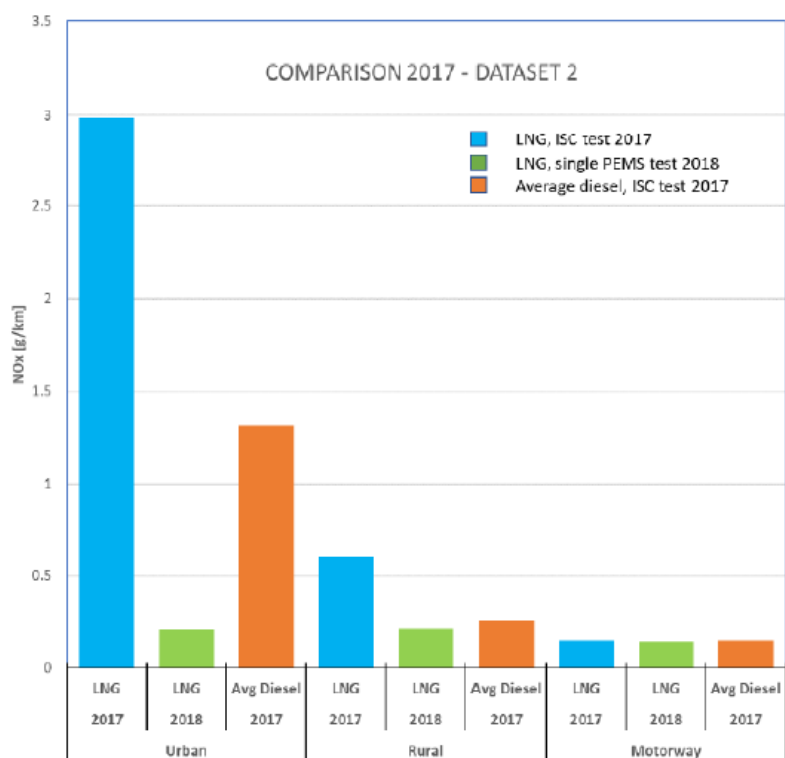
Rzeczywistość:

Wszystkie analizy i wnioski są oparte na Raporcie TNO 2019 R10193 i Raporcie TNO 2017 R11336, bez uwzględnienia Raportu 2018 R11448¹, który precyzyjnie odnosi się do emisji NOx z jednej z badanych ciężarówek.

1. Pomiary emisji NOx zostały odnotowane w Raporcie TNO 2018 R11448 po modernizacji kalibracyjnego zbioru danych do poziomu Euro VI Etap D i były podstawą do ustalenia

¹ Zob. „[Iveco Euro VI LNG PEMS test report](#)” („Raport z badania emisji spalin systemem PEMS pojazdu Iveco zasilanego LNG, zgodnego z normą Euro VI”)

poniższych wyników:



Rys. 11, Porównanie emisji NOx, test ISC 2017 w por. ze zbiorem danych 2

COMPARISON 2017 0 DATASET 2	PORÓWNANIE: 2017 — ZBIÓR DANYCH 2
LNG, ISC test 2107	LNG, test ISC 2107
LNG, single PEMS test 2018	LNG, pojedynczy test PEMS 2018
Average diesel, ISC test 2017	Olej napędowy, średnia z testów ISC 2017
Urban	Miasto
Rural	Poza miastem
Motorway	Autostrada

Kilka uwag do powyższych wyników:

- Pierwszy zestaw pomiarów w raporcie z 2017 r. wskazuje:
 - a. Taki sam poziom emisji, jak w przypadku pojazdu z silnikiem Diesla w warunkach autostradowych
 - b. Poziom emisji NOx dwukrotnie wyższy w porównaniu z pojazdem z silnikiem Diesla (w mieście i poza miastem)
→ NIE 5-KROTNIIE WYŻSZY!
- Pomiaru odnotowane w raporcie z 2018 r. doprowadziły do następujących wniosków:
 - a. Emisja NOx jest obniżona o współczynnik 6,5 w porównaniu z samochodami z silnikami Diesla w warunkach jazdy miejskiej

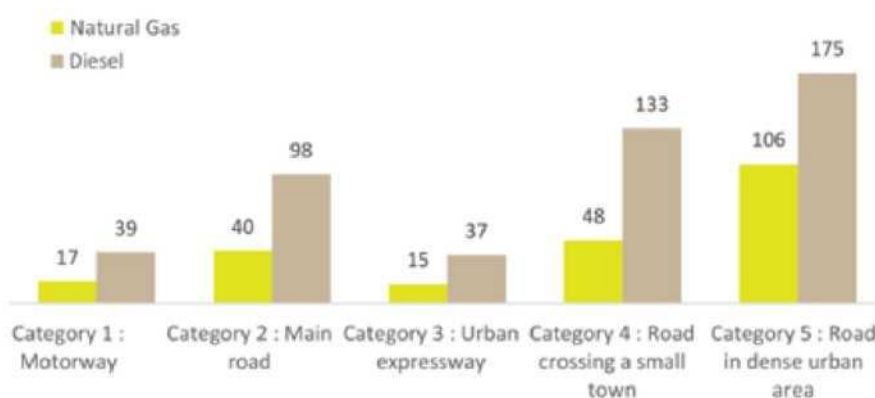
- 2) Ponadto T&E nie podkreśla bardzo ważnego aspektu technologii zasilania gazem ziemnym, czyli faktu, że udział NO₂ w ogólnej emisji NO_x jest pomijalny w przypadku technologii gazu ziemnego, co zostało stwierdzone w tym samym raporcie TNO 2018 R11448: „*Udział NO₂ na poziomie ulicy w emisji NO_x jest bardzo niski we wszystkich testach*”.

Istnieje ogromna różnica w porównaniu z emisją z pojazdów wyposażonych w silniki Diesla, ponieważ NO₂ jest odpowiedzialny za choroby układu oddechowego u ludzi, a także wykazuje wysoką reaktywność, tworząc przyziemną warstwę ozonu.

- 3) Korzyści ze stosowania gazu ziemnego pod względem emisji NO_x zostały również niedawno wykazane w obszernym badaniu *Projet Equilibre*².

Eksperyment prowadzono przez ponad dwa lata, w warunkach operacyjnych, z wykorzystaniem trzech 19-tonowych ciężkich pojazdów zasilanych gazem ziemnym. Testowano również dziewięć 44-tonowych ciągników siodłowych z silnikami zasilanymi gazem ziemnym i olejem napędowym. Emisja — w szczególności NO_x i CO₂ — była wielokrotnie mierzona na drodze, w czasie realizacji różnych zadań transportowych.

Ogólne średnie wyniki przedstawiają się następująco (emisja NO_x w g/100 km):



Natural Gas	Gaz ziemny
Diesel	Olej napędowy
Category 1: Motorway	Kategoria 1: autostrady
Category 2: Main road	Kategoria 2: drogi główne
Category 3: Urban expressway	Kategoria 3: drogi ekspresowe miejskie
Category 4: Road crossing a small town	Kategoria 4: skrzyżowania dróg w małym mieście
Category 5: Road in dense urban area	Kategoria 5: drogi w ruchliwej strefie miejskiej

² Zob. www.projtequilibre.fr

Pomiary jasno wskazują na konsekwentną redukcję emisji NO_x w przypadku samochodów ciężarowych zasilanych gazem ziemnym — o 40 do 60% w porównaniu z pojazdami zasilanymi olejem napędowym.

3. Stwierdzenie T&N na temat emisji cząstek stałych:

Producenci samochodów ciężarowych twierdzą, że dzięki stosowaniu LNG „emisja cząstek stałych jest prawie całkowicie wyeliminowana” — lub ograniczona o 95% w porównaniu z silnikami Diesla^{xxxix.xl}. Według raportów TNO takie deklaracje są nieprawdziwe. Testowane samochody ciężarowe marki Scania i Iveco emitowały całkiem dużą liczbą cząstek stałych na kilometr w warunkach jazdy miejskiej. Emisja w strefie miejskiej jest szczególnie niepokojąca, gdyż ma istotny negatywny wpływ na jakość powietrza w mniejszych i większych miastach.

Rzeczywistość:

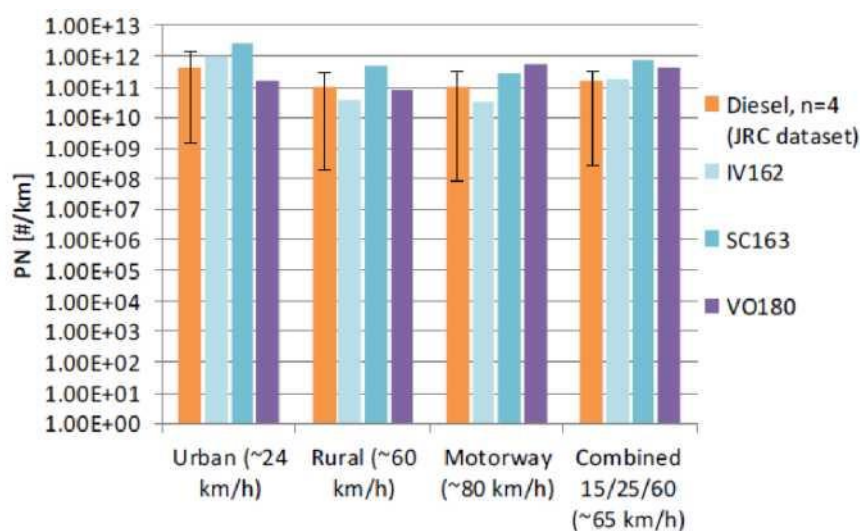
Stwierdzenie to jest niepoprawne, ponieważ pomieszano w nim pojęcia PM (emisja cząstek stałych mierzona wagowo) i PN (liczba cząstek stałych). Deklaracja redukcji emisji o 95% odnosi się do emisji PM i odpowiada porównaniom opartym na publicznie dostępnych danych homologacyjnych.

W raportach TNO odniesiono się wyłącznie do pomiarów emisji PN.

W raporcie TNO 2017 - R11336 znalazły się następujące wnioski (str. 5):

„Rzeczywista liczba emitowanych cząstek stałych zarówno w przypadku pojazdów zasilanych LNG, jak pojazdów z silnikami Diesla jest średnio bardzo niska — jest ona też niższa od limitu określonego w normie Euro VI stosowanej przy badaniu silników. Liczba emitowanych cząstek stałych w badanych czterech ciężkich pojazdach z silnikami Diesla wyniosła ok. 1x10⁸ do 1x10¹² cząstek/km, natomiast w dwóch badanych pojazdach zasilanych LNG było to ok. 1x10¹¹ do 1x10¹² cząstek/km. W silnikach Diesla poziom ten jest osiągnięty dzięki zastosowaniu filtrów cząstek stałych, które są niezbędne do spełnienia wymagań UE dotyczących liczby emitowanych cząstek. Wymagania te obowiązują od 2014 r. jako norma Euro VI. Silniki z zapłonem iskrowym zasilane LNG emitują mniej cząstek stałych w porównaniu z silnikami Diesla, dlatego osiągnięcie odpowiednio niskiego poziomu emisji tych cząstek nie wymaga stosowania filtrów. Badane pojazdy zasilane LNG nie były więc wyposażone w filtry cząstek stałych”.

Raport TNO 2019 - R10193 dotyczy pomiarów dokonanych w rzeczywistych warunkach jazdy. Uzyskane wyniki przedstawiono na poniższych rysunku:



Rys. 13: Liczba cząstek stałych emitowanych przez pojazd z silnikiem LNG-ZS (zapłon samoczynny) oraz dwa pojazdy z silnikami LNG-ZI (zapłon iskrowy) przy średnim obciążeniu ładunkiem, zmierzona w systemie PEMS (TNO 2017 R11336), oraz średnie wyniki dla czterech pojazdów z silnikami Diesla badanymi na hamowni podwoziowej (Źródło: pomiary na hamowni JRC) na różnych trasach, obejmujących drogi miejskie, pozamiejskie i autostrady. Z uwagi na różnice między pomiarami i przyrządami nie można porównywać wyników uzyskanych dla poszczególnych pojazdów. Słupki błędów odpowiadają minimalnym i maksymalnym wartościom uzyskanych dla czterech pojazdów zasilanych olejem napędowym.

Diesel, n=4 (JRC dataset)	Olej napędowy, n=4 (zbiór danych JRC)
Urban (~24 km/h)	Miasto (~24 km/h)
Rural (~60 km/h)	Poza miastem (~60 km/h)
Motorway (~80 km/h)	Autostrada (~80 km/h)
Combined 15/25/60 (~65 km/h)	Cykl mieszany 15/25/60 (~65 km/h)

Wnioski z Raportu TNO 2019 R10193:

„Zmierzona liczba emitowanych cząstek stałych dla VO180 jest na porównywalnym poziomie dla czterech pojazdów z silnikami Diesla ujętymi w zbiorze danych JRC zawartym w [TNO 2017] oraz dla dwóch pojazdów z silnikami zasilanymi LNG. Wyniki wskazują na niskie stężenie cząstek (za DPF) oraz w większości przypadków, oprócz jazdy autostradowej pierwszego N3 (9,6x1011), są

niższe (zob. pkt 3.2.1) od obowiązującego limitu wynoszącego $6,0 \times 10^{11}$ cząstek/kWh w badaniu silnika zgodnie z WHTC. Nie można wyciągnąć żadnych wniosków na temat zaobserwowanych różnic pomiędzy pojazdami lub rodzajami paliwa, ponieważ pojazdy zasilane olejem napędowym były badane w laboratorium, natomiast pomiar liczby emisji cząstek stałych z pojazdów zasilanych LNG przeprowadzono na drodze. Ponadto trasy testowe także były różne, a liczba testów oraz pojazdów jest zbyt mała do sformułowania uogólnionych wniosków. Testy na drodze i w laboratorium były również przeprowadzane za pomocą różnych przyrządów.

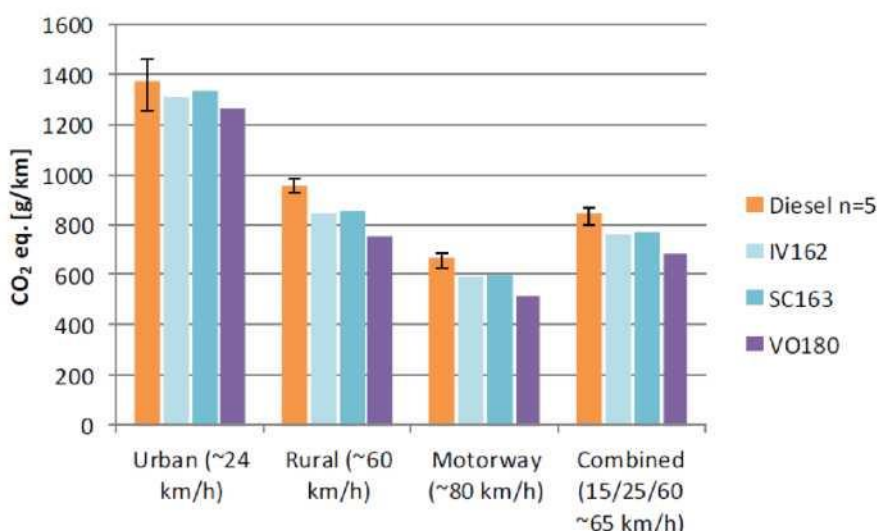
- ⇒ Nie jest jasne, gdzie T&E znalazł podstawy do swoich wniosków.
- ⇒ Wyniki potwierdzają, że silniki o zapłonie iskrowym zasilane gazem ziemnym, nawet bez urządzeń filtrujących, charakteryzują się tak samo niską liczbą emisji cząstek stałych (PN), jak nowoczesne silniki Diesla z filtrami DPF. Wynika to z cech gazu ziemnego jako paliwa.

4. Stwierdzenie T&N na temat emisji gazów cieplarnianych:

Emisja gazów cieplarnianych (GHG): W przypadku badanych samochodów ciężarowych z silnikami o zapłonie iskrowym zasilanych LNG odnotowano emisję z układu wydechowego o 3 do 5% niższą w porównaniu z samochodem ciężarowym z silnikiem Diesla, który uzyskał najniższy wynik w teście. Dla ciężarówki Volvo zasilanej LNG i wyposażonej w układ wysokociśnieniowego wtrysku bezpośredniego (HPDI) odnotowano emisję (bezpośrednią; „od zbiornika do kół”) o 14% niższą w porównaniu z testowanym pojazdem z silnikiem Diesla o najniższej emisji GHG. Jednak w przypadku emisji mierzonej „od wydobycia do zbiornika”, czyli związanej z produkcją i transportem gazu, wyniki są średnio o 26% wyższe w UE niż w przypadku paliw kopalnych^v. Według analizy T&E, jeżeli uwzględnić pełny cykl emisji, samochody ciężarowe z silnikami o zapłonie iskrowym zasilane LNG są bardziej szkodliwe dla klimatu niż samochody z silnikami Diesla, dla których odnotowano najniższe wartości w teście, a korzyści pod tym względem w przypadku samochodów ciężarowych zasilanych gazem i wyposażonych w układ HPDI są praktycznie żadne.

Rzeczywistość:

- 1) Stwierdzenie to jest nieuprawnione, jeżeli wziąć pod uwagę oryginalne pomiary odnotowane w raporcie TNO 2019 R10193:



Rys. 9: Emisja ekwiwalentu CO₂ (w tym CH₄ z układu wydechowego) w średnio obciążonym samochodzie ciężarowym z silnikiem LNG-ZS w porównaniu ze średnimi wynikami dla 5 badanych pojazdów z silnikami Diesla (rok modelowy ok. 2013) oraz 2 pojazdów z silnikami LNG-ZI (rok modelowy ok. 2016) (TNO 2017 R11336). Słupki błędów dla samochodów ciężarowych z silnikami Diesla odpowiadają minimalnym

i maksymalnym wartościami z bazy danych.

Urban	Miasto
Rural	Poza miastem
Motorway	Autostrada
Combined	Cykl mieszany
Diesel n=5	Diesel n=5

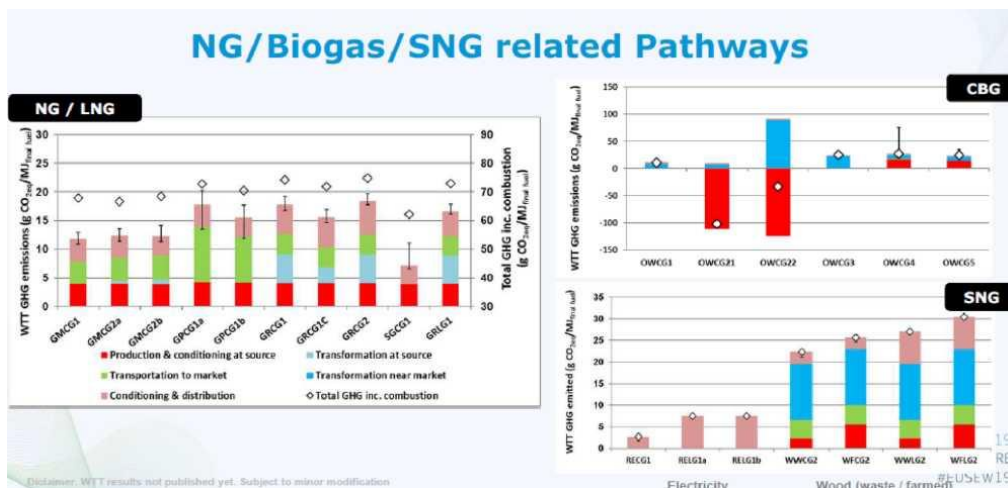
Ogólne wyniki w cyklu mieszanym wskazują na emisję ekwiwalentu CO₂ z układu wydechowego o 8% dla silników z zapłonem iskrowym oraz nawet o 20% w przypadku technologii HPDI (oznaczone jako VO180).

W przypadku typowego profilu zadań transportowych realizowanych przez samochody ciężarowe z silnikami zasilanymi LNG (jazda autostradowa) redukcja emisji wynosi 10% w przypadku silników z zapłonem iskrowym oraz 22% w silnikach z HPDI.

2) O emisji „od wydobycia do zbiornika”:

Cieszymy się, że T&E wspomina aspekt emisji „od wydobycia do zbiornika”, gdyż ma on kluczowe znaczenie dla oceny ogólnych parametrów pojazdów. Jednak stosowanie gazu ze źródeł odnawialnych (bioCNG i bioLNG) jest szybkim i skutecznym sposobem dekarbonizacji sektora transportowego.

Najnowszy zaktualizowany zbiór danych dotyczących emisji GHG opracowany przez Konsorcjum JEC (JRC/Eucar/Concawe) i zaprezentowany na ostatnim EUSEW³ wskazuje, że wartości emisji w ujęciu „od wydobycia do kół” (WTT) w przypadku stosowania gazu ze źródeł odnawialnych (CBG) są bliskie **neutralności węglowej**, a w przypadku stosowania biometanu pochodzącego z płynnego nawozu bilans emisji może być nawet ujemny.



NG/Biogaz/SNG related Pathways	Wyniki dla gazu ziemnego (NG)/biogazu (CBG) i syntetycznego gazu ziemnego (SNG)
WTT GHG emissions (g CO ₂ ep/Mj _{final fuel})	Emisja GHG WTT (g CO ₂ ekw./Mj _{paliwo końcowe})
Total GHG inc. combustion	Łącznie GHG, w tym spalanie
Production & conditioning at source	Produkcja i kondycjonowanie u źródła
Transformation at source	Przerób u źródła
Transportation to market	Transport na rynek
Transformation near market	Przerób blisko rynku
Conditioning & distribution	Kondycjonowanie i dystrybucja
Total GHG inc. combustion	Łącznie GHG, w tym spalanie
Electricity	Elektryczność
Wood (waste/farmed)	Drewno (odpady / uprawa)

Samochód ciężarowy zasilany LNG i eksploatowany przez rok na bioLNG wytwarzanym z płynnego nawozu (od wydobycia do kół = -28,5 g CO₂/MJ) pozwala ograniczyć emisję CO₂ o 42 t/rok, co odpowiada około 7 hektarom lasu!

5. Stwierdzenie T&N na temat emisji metanu:

Oprócz emisji zanieczyszczeń powietrza TNO zmierzyła i porównała także emisję gazów cieplarnianych (GHG) z pojazdów z silnikami Diesla oraz zasilanych LNG. TNO zmierzyła emisję z pojazdów w ujęciu „od zbiornika do kół” (czyli bezpośrednią), koncentrując się głównie na emisji CO₂ i metanu z pojazdów ciężarowych. Obydwa wymienione gazy cieplarniane mają znaczący negatywny wpływ na zmiany klimatu, przy czym metan ze źródeł kopalnych ma potencjał wpływu na globalne ocieplenie o 30 razy wyższy w porównaniu z CO₂ w horyzoncie czasowym 100 lat^{xliii}.

Rzeczywistość:

- 1) Owszem, metan jest gazem cieplarnianym. Dlatego bardzo dobrym pomysłem jest jego przechwytywanie, np. z działalności rolniczej, oraz konwersja na paliwo (biometan), które można wykorzystać np. w sektorze transportowym.
- 2) Potencjał wpływu na globalne ocieplenie nie jest 30-krotnie, ale od 25 do 28 razy wyższy w porównaniu z CO₂. Tak przyjęto w różnych standardach zaproponowanych przez IPCC (AR4 / AR5).
- 3) Jeżeli chodzi o emisję metanu jako gazu niespalonego, w Raporcie TNO 2019 R10193 w Tabeli 11 podano emisję CH₄ zmierzoną przy wydechu. Średnia wartość w siedmiu testach wyniosła 0,17% w/w, co oznacza, że na 100 g zużytego CH₄ przypada 0,17 g CH₄ wyemitowanego jako niespalony gaz. Ten bardzo pozytywny wynik jest osiągnięty dzięki zastosowaniu specjalnych układów oczyszczania spalin w nowoczesnych pojazdach zasilanych gazem ziemnym.

6. Stwierdzenie T&E dotyczące wpływu gazu ze źródeł odnawialnych na jakość powietrza:

Trzeba także podkreślić, że jeden z trzech omawianych tu producentów samochodów ciężarowych potwierdził na piśmie, że „stosowanie biometanu nie ma żadnego znaczenia, jeżeli chodzi o emisję NO_x z silnika”. Charakterystyka bioLNG i kopalnego LNG jako paliwa jest praktycznie taka sama, więc emisje z układu wydechowego także niczym się nie różnią^{xxxviii}. W uproszczeniu: samochód ciężarowy zasilany biometanem emituje praktycznie tyle samo NO_x, co samochód zasilany gazem kopalnym.

Rzeczywistość:

To prawda.

Efektom każdego procesu wytwarzania gazu ze źródeł odnawialnych (rozkład beztlenowy, gazyfikacja lub wytwarzanie metanu z wykorzystaniem energii elektrycznej) jest ta sama cząsteczka. Zapewnia to 100% zgodność z obecnymi technologiami stosowanymi w pojazdach oraz w infrastrukturze dystrybucji paliw. Dlatego każda z tych technologii dostarcza tych samych korzyści pod względem poprawy jakości powietrza i przyspiesza proces dekarbonizacji.

Wnioski

Mimo długiej listy dokumentów referencyjnych, na które powołano się w opracowaniu T&E, sformułowane wnioski są nieprecyzyjne, tendencyjne i służą dyskredytowaniu technologii gazu ziemnego.

Nie jest to pierwszy taki przypadek.

Jakie rozwiązanie proponuje T&E? Samochody ciężarowe zasilane akumulatorami i ultra szybkie systemy ładowania.

To fascynujące wyzwanie, ale:

- Przy dzisiejszej technologii akumulatorowej (gęstość energetyczna 240 kWh/kg) akumulatory, które w samochodzie ciężarowym zastąpiłyby 100 litrów oleju napędowego musiałyby ważyć ponad 4 tony.
- Produkcja akumulatorów nadal stanowi ogromne obciążenie dla środowiska, ponieważ towarzyszy jej emisja CO₂: od 70 do 100 kg CO₂/kWh³.
Oznacza to, że przy produkcji akumulatora o pojemności 700 kWh powstają 63 tony CO₂.
- Ultra szybkie systemy ładowania mają moc 500 kW. Taka wartość jest imponująca, jeżeli uświadomić sobie, że odpowiada zapotrzebowaniu na energię elektryczną 150 gospodarstw domowych. Jednak operacja tankowania LNG odbywa się już z mocą 10-12 MW.

Jeżeli rzeczywiście zależy nam na przyspieszeniu procesu dekarbonizacji, musimy opracować kompleksowe podejście, uwzględniające paliwa alternatywne oraz pochodzące ze źródeł odnawialnych, takie jak gaz ziemny.

W długim okresie musimy dążyć do zerowej emisji netto, ale musimy także uwzględniać sytuację na rynku i poszukiwać rozwiązań pragmatycznych z punktu widzenia klienta — przyjaznych dla środowiska, ale także przystępnych cenowo.

Nasze miasta i środowisko naturalne pilnie potrzebują takich rozwiązań. Technologie gazu ziemnego są zainstalowane i gotowe do takiego wykorzystania już dzisiaj.

Andrea Gerini

Sekretarz Generalny, NGVA Europe

O NGVA Europe

NGVA Europe (Natural & bio Gas Vehicle Association; Europejskie stowarzyszenie na rzecz pojazdów zasilanych gazem ziemnym i biogazem) promuje stosowanie gazu ziemnego i gazu ze źródeł odnawialnych jako paliwa w sektorze transportowym. Stowarzyszenie założone w 2008 r. liczy 127 członków z krajów 28+3. Zrzesza ono firmy oraz stowarzyszenia krajowe reprezentujące zarówno sektor gazowy, jak i producentów pojazdów.

NGVA Europe stanowi platformę dla branży produkcji i dystrybucji pojazdów oraz gazu ziemnego,

³ Zob. [„The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries”](#) („Zużycie energii i emisja gazów cieplarnianych w cyklu produkcji i eksploatacji akumulatorów litowo-jonowych”)

w tym producentów podzespołów oraz dostawców i dystrybutorów gazu. Broni interesów tych podmiotów w relacjach z europejskimi decydentami, uczestnicząc w opracowywaniu precyzyjnych standardów, sprawiedliwych przepisów oraz jednolitych warunków na rynku.

NGVA Europe tworzy sieć między zainteresowanymi podmiotami, umożliwiającą uzgadnianie wspólnych stanowisk oraz porozumiewanie się w sprawie działań służących rozwijaniu rynku dla systemu transportu opartego na gazie ziemnym. Organizacja gromadzi, dokumentuje i komunikuje rzetelne fakty i informacje o istotnych wydarzeniach dotyczących rynku.