

WYKORZYSTANIE SKROPLONEGO GAZU ZIEMNEGO W POLSCE

W pierwszej części artykułu omówiono aspekt ekologiczny stale zwiększającego się zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Polsce. Zaprezentowano głównych emitentów szkodliwych związków mających największy wpływ na jakość powietrza oraz przedstawiono alternatywne rozwiązania umożliwiające redukcję występujących zanieczyszczeń. Kolejno szczegółowo scharakteryzowano skroplony gaz ziemny i zdefiniowano jego możliwości. W trzeciej części pracy opisano sposoby obniżenia poziomu zanieczyszczenia poprzez wykorzystanie LNG w różnych dziedzinach gospodarki w Polsce.

WSTĘP

W XX wieku nastąpił szybki rozwój nowoczesnych gałęzi transportu, takich jak drogowy, kolejowy, powietrzny, morski, śródlądowy, specjalny oraz rurociągowy. Budowane są coraz to większe autostrady, porty morskie, porty lotnicze i linie kolejowe. Działania te są niekorzystne na rzecz środowiska naturalnego. Między innymi powstają trwałe zmiany w krajobrazie.

Zanieczyszczeniami przyczyniającymi się do obniżenia poziomu jakości powietrza mające swoje źródło w transporcie to gazy emitowane z systemów zainstalowanych w samochodach, pociągach i jednostkach morskich. Przemieszczające się drogą powietrzną tlenki azotu, dwutlenek siarki, dwutlenek węgla, metale, związki organiczne są głównymi zanieczyszczeniami powstającymi w wyniku funkcjonowania sektora transportu.

Emisja zanieczyszczeń w celu ochrony środowiska naturalnego i ochrony zdrowia ludzkiego stale jest redukowana dzięki zastosowaniu rozwiązań zmniejszających wydzielanie toksycznych związków np. zastosowanie katalizatorów spalin w pojazdach drogowych. Rodzaj stosowanego paliwa ma szczególne znaczenie dla rozwiązania problemu. Skroplony gaz ziemny jest ekologicznym paliwem charakteryzujący się dużym popytem na zapotrzebowanie w transporcie morskim, drogowym oraz w wielu innych dziedzinach gospodarki. Jego specyficzność wynika z niskiego poziomu siarki, która jest wydzielana do atmosfery w stosunku do innych wykorzystywanych paliw.

1. POZIOM ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W POLSCE

Poziom zanieczyszczenia powietrza na świecie stale wzrasta. W szczególności, zjawisko to jest zauważalne w krajach rozwijających się. O zanieczyszczeniu przede wszystkim świadczy występowanie w składzie powietrza gazów, cieczy lub ciał stałych niebędących jego naturalnymi składnikami. Dotyczy to również pojawiającego się stężenia nieodpowiadającego naturalnemu składowi atmosfery ziemskiej. Jest to najbardziej niebezpieczny rodzaj zanieczyszczenia, ponieważ nie można ograniczyć go do określonego obszaru. Ze względu na swoją ruchliwość obejmuje znaczny zasięg skażenia otoczenia.

Wzrastające zapotrzebowanie na energię, powoduje przedostawanie się do atmosfery zanieczyszczeń w postaci gazów i pyłów: PM₁₀, CO, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ (rys. 2). W głównej mierze, między innymi przyczyniają się do tego elektrownie węglowe, wzrost liczby pojazdów drogowych, zły sposób spożytkowania energii w budyn-

kach mieszkalnych oraz spożytkowanie biomasy do ogrzewania lub gotowania, itp.

Stan powietrza w Polsce w skali sześciopoziomowej kwalifikowany jest jako (tab. 1): [8]

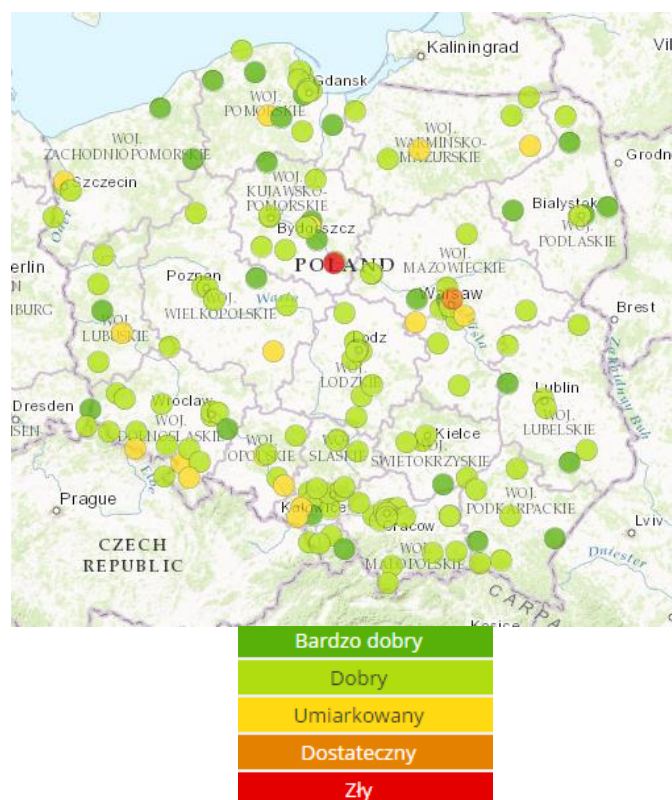
- bardzo dobry np.: Gdańsk, Solec Zdrój, Gliwice, Toruń Gdynia, Katowice,
- dobry np.: Zgierz, Wrocław, Sulęcín, Grudziądz, Nowy Sącz, Białystok, Malbork,
- umiarkowany np.: Opole, Karpacz, Jelenia Góra, Częstochowa, Diabla Góra, Elk, Augustów,
- dostateczny tylko Belsk Duży,
- zły tylko Włocławek.

Tab. 1. Kategorie jakości powietrza i informacje zdrowotne [8]

STAN	JAKOŚĆ POWIETRZA	RYZIKO DLA ZDROWIA
Bardzo dobry	bardzo dobra	a) brak zagrożenia dla zdrowia, b) warunki bardzo sprzyjające do uprawiania bez ograniczeń aktywności fizycznej na wolnym powietrzu.
dobry	zadowalająca	a) brak lub niskie ryzyko zagrożenia dla zdrowia, b) możliwość przebywania na wolnym powietrzu i uprawiania bez ograniczeń aktywności fizycznej na wolnym powietrzu;
umiarkowany	akceptowalna	a) zagrożenie dla zdrowia w szczególnych przypadkach, b) warunki umiarkowane do uprawiania aktywności fizycznej na wolnym powietrzu;
dostateczny	dostateczna	a) zagrożenie dla zdrowia i możliwość wystąpienia poważnych skutków, b) zaleca się rozważenie ograniczenia uprawiania aktywności fizycznej na wolnym powietrzu;
zły	zła	a) zaleca się unikanie bądź ograniczenie przebywania na wolnym powietrzu do niezbędnego minimum, b) odradza się uprawianie aktywności fizycznej na wolnym powietrzu;
bardzo zły	bardzo zła	a) zaleca się unikanie bądź ograniczenie przebywania na wolnym powietrzu do niezbędnego minimum, b) odradza się uprawianie aktywności fizycznej na wolnym powietrzu, c) zwiększone ryzyko wystąpienia zmian m.in. w układzie oddechowym, naczyniowo-sercowym, odpornościowym.

W całej Polsce jakość powietrza atmosferycznego jest na poziomie bardzo dobrym lub dobrym. Występują tylko pojedyncze miejsca, gdzie wskaźniki stanu powietrza wskazują na jakość

umiarkowaną i złą. Aktualnie w Polsce nie odnotowano bardzo złej jakości powietrza (rys. 1). [stan na 05.04.2017]



Rys. 1. Bieżące dane pomiarowe jakości powietrza w wybranych krajach w Polsce, stan na dzień 05.04.2017 [8]

Szczególne znaczenie dla zanieczyszczenia ma występujący w Polsce smog będący naturalnym zjawiskiem atmosferycznym wynikającym z współwystępowania zanieczyszczenia powietrza na skutek działalności człowieka jak i również niekorzystnych zjawisk naturalnych. Smog charakteryzuje się znacznym zamgleniem i bezwietrzną pogodą.

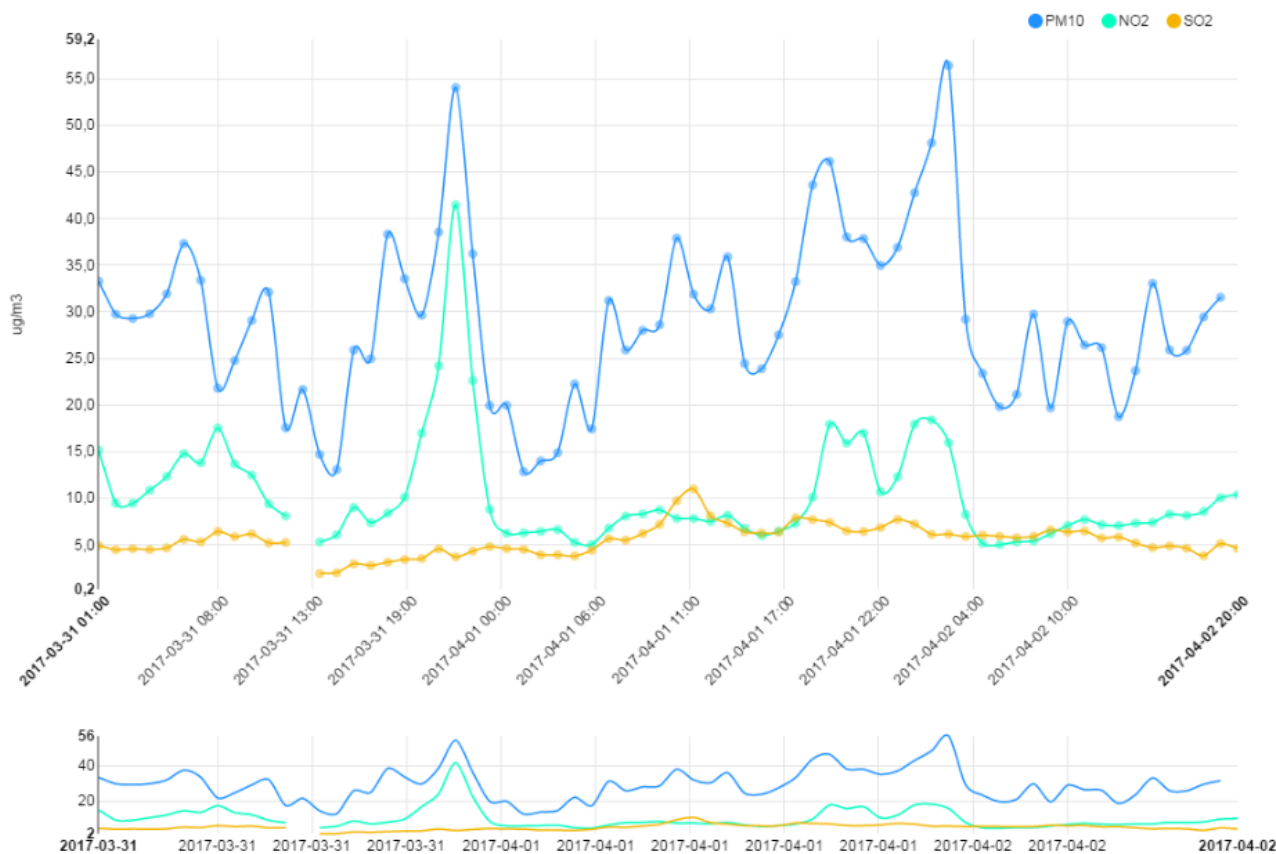
Pyłami coraz to częściej znajdującymi się w powietrzu są pyły zawieszane, takie jak $PM_{2.5}$ oraz PM_{10} (PM, ang. particulate matter). PM_{10} to cząstki, które mogą zawierać substancje toksyczne (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, metale ciężkie, dioksyny i furany). Zła jakość powietrza w polskim mieście wynika z utrzymującego się wysokiego stężenia tego pyłu: [8]

- jakość powietrza bardzo dobra - przy stężeniu poniżej 20 mikrogramów,
- jakość powietrza dobra - przy stężeniu 21 - 60 mikrogramów,
- jakość powietrza umiarkowana - 61-100 mikrogramów,
- jakość powietrza dostateczna - 101-140 mikrogramów,
- jakość powietrza zła - przy stężeniu 141-200 mikrogramów,
- jakość powietrza bardzo zła - powyżej 200 mikrogramów.

Pył $PM_{2.5}$ jest szczególnie niebezpieczny dla pęcherzyków płucnych. Dociera on również do naczyń krwionośnych i do krwioobiegu oraz do układu oddechowego i układu krążenia. Pył może powodować stany zapalne oczu (spojówek) oraz błon śluzowych nosa i gardła.

W przypadku pyłu $PM_{2.5}$ sytuacja w Polsce przedstawia się dobrze i umiarkowanie (warto zauważyć, że na mapie dominuje kolor zielony). Pozostała część kraju charakteryzuje się dobrą i bardzo dobrą jakością powietrza.

Największe zanieczyszczenie w kraju ma miejsce w rejonach zurbanizowanych i przemysłowych, gdzie głównymi przyczynami są komunikacja społeczna bądź np. sztuczne środki ochrony roślin wykorzystywane w rolnictwie. Głównymi emitentami podstawowych



Rys. 2. Emisja PM_{10} , NO_2 , SO_2 w Polsce [8]

zanieczyszczeń powietrza (tab. 2) wynikających z usług transportowych są: [10]

- transport drogowy (emitowane jest 30% zanieczyszczeń, przy czym w miastach udział ten wynosi od 70 do 90% - są to zanieczyszczenia negatywnie wpływające na zdrowie oraz życie człowieka),
- transport kolejowy (pociągi zasilane energią elektryczną są przyjazne środowisku, pozostałe jednostki stają się mniej szkodliwe dla otoczenia poprzez ciągłe udoskonalania),
- transport powietrzny (jedną ze znaczących przyczyn efektu cieplarnianego, a także powstawania dziury ozonowej),
- transport morski (między innymi w związku z obsługą 70% światowego obrotu handlowego zostały wprowadzone regulacje prawne ograniczające wydzielanie szkodliwych związków ze spalnego paliwa napędowego jednostek morskich),
- transport śródlądowy (wprowadzone regulacje prawne ograniczają stosowanie paliwa o wysokiej zawartości toksycznych związków),
- transport przy użyciu rurociągów (najbardziej ekologiczny sposób transportu dla ropy naftowej, gazu oraz innych substancji).

Tab. 2. Emisja i redukcja zanieczyszczeń powietrza w Polsce [6]

WYSZEGÓLNIENIE		2012	2013	2014	2015
Zakłady szczególnie uciążliwe dla czystości powietrza (stan w dniu 31 XII)		1695	1796	1878	1810
w tym wyposażone w urządzenia do redukcji zanieczyszczeń:	pyłowych	1228	1209	1183	1200
	gazowych	233	260	246	246
Emisja zanieczyszczeń pyłowych w tys. t:		111	63	47	44
w tym: pyły ze spalania paliw		89	45	31	28
pyły cementowo-wapiennicze i materiałów ogniotrwałych		3	2	2	2
Emisja zanieczyszczeń gazowych (bez dwutlenku węgla)		2007	1704	1573	1605
w tym:	dwutlenek siarki	856	519	409	392
	tlenek węgla	326	344	347	351
	tlenki azotu	351	341	381	269
Zanieczyszczenia zatrzymane w urządzeniach do redukcji zanieczyszczeń w tysiącach ton:	pyłowe	17933	19192	19618	19396
	gazowe (bez dwutlenku węgla)	1967	2299	2322	2275
w % zanieczyszczeń wytworzonych:	pyłowych	99,4	99,7	99,8	99,8
	gazowych (bez dwutlenku węgla)	49,5	57,4	59,6	58,6
Zwiększenie (+) lub zmniejszenie (-) zanieczyszczeń w tys. t:	pyłowych	-12	+0,3	-3	-3
	gazowych (bez dwutlenku węgla)	+1	+37	-17	+27
	w tym dwutlenek siarki	-13	+7	-25	-11

Zanieczyszczone powietrze niekorzystnie wpływa na kondycję ekosystemów. Odpowiedzialne jest również za niszczenie różnego

rodzaju materiałów (np. korozja metali). Aglomeracje w celu poprawy jakości powietrza stosują alternatywne rozwiązania takie jak np. wprowadzenie energii odnawialnej, modernizacja silników (unowocześnienie bądź ich całkowita wymiana w celu zastosowania instalacji paliwa niskosiarkowego). Skutecznym sposobem do zmniejszenia emisji gazów i pyłów jest również ograniczenie wydobycia paliw kopalnych i spalania węgla. Wykorzystanie systemów odsiarczania spalin i urządzeń odpylających oraz zwiększenie udziału źródeł odnawialnych w produkcji energii.

2. OBNIŻENIE POZIOMU ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA - SKROPLONY GAZ ZIEMNY

Poziom zanieczyszczenia powietrza w Polsce jest określany przez ponad 300 stacji pomiarowych, znajdujących się we wszystkich aglomeracjach oraz miastach powyżej 100 tys. mieszkańców. Rozbudowany system monitoringu jakości powietrza składa się ze stacji mierzących jakość powietrza zlokalizowanych w zależności od stężeń zanieczyszczeń w danym regionie.

W związku z występowaniem w powietrzu SO₂ oraz innych, wcześniej wymienionych zanieczyszczeń stale dąży się do obniżenia poziomu szkodliwych związków powstających w procesie spalania paliwa wykorzystywanego jako napęd jednostek drogowych, morskich, itp. Najgorsze 33 z 50 miast w Unii Europejskiej znajduje się w Polsce i 15 razy więcej Polaków umiera na skutek smogu niż w wypadkach drogowych. Jednym z wielu rozwiązań redukcji zanieczyszczenia jest coraz częściej wykorzystywany naturalny gaz ziemny. Gaz ze względu na swoje ekologiczne właściwości nazywany jest potocznie „błękitnym paliwem”.

Alternatywą dla dotychczas stosowanych paliw w różnych dziedzinach światowej gospodarki jest wykorzystanie „błękitnego paliwa”. W celu ochrony środowiska naturalnego zauważa się permanentny wzrost zapotrzebowania na naturalny gaz ziemny.

Zapotrzebowanie to, na akwenach morskich wynika z wejścia w życie w 2015 roku regulacji prawnej dotyczącej zawartości siarki i innych szkodliwych związków w stosowanych paliwach na obszarach ścisłej kontroli emisji siarki, tzw. obszary SECA (ang. Sulphur Oxide Emission Control Area). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE ogranicza zawartość siarki w stosowanym paliwie jednostkom morskim świadczącym swoje usługi na akwenu Morza Bałtyckiego, Morza Północnego, Kanału La Manche i na wodach przybrzeżnych Ameryki Północnej do poziomu 0,1%. [2]

Ze względu na ekologiczne właściwości naturalnego gazu ziemnego, zainteresowanie surowcem w stanie skroplonym stale rośnie. Zjawisko to, znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach światowej gospodarki i zostało zauważone również w Polsce. LNG ma wiele walorów. Głównymi są podłoże ekologiczne oraz ekonomiczne.

W odniesieniu do światowego rynku gazu duże znaczenie dla Polski ma zlokalizowany w Świnoujściu terminal LNG (rys. 3). Terminal o docelowej mocy 7,5 mld m³ będzie miał wpływ na cenę gazu ziemnego. Spadek cen hurtowych związany jest z celem strategicznym polityki energetycznej w Polsce. Mowa tutaj o stabilności dostaw naturalnego gazu ziemnego w połączeniu z wydobyciem krajowym. Będzie to skutkowało polepszeniem płynności masowego rynku gazu w Polsce.



Rys. 3. Terminal LNG w Świnoujściu [9]

Plan rozbudowy systemu gazowego w kraju i połączenia terminalu LNG w Świnoujściu z innymi krajami oraz efektywność cenowa naturalnego gazu ziemnego doprowadzi do zmniejszenia zapotrzebowania na import surowca od rosyjskiego dostawcy. Sprawne funkcjonowanie terminalu wiąże się ze zmniejszeniem znaczenia oraz zależności Polski od nabycia surowca z Rosji.

W procesie skroplenia naturalnego gazu ziemnego, paliwo zostaje dokładnie oczyszczone ze składników takich jak ditlenek węgla, azot, propan, butan, wilgoć czy też hel. [3] Ze względu na właściwości fizyczne (tab. 3) LNG jest znacznie bezpieczniejsze od pozostałych paliw, np. podczas wycieku nie dochodzi do skażenia środowiska, a w kontakcie z powietrzem odparowuje.

Tab. 3. Właściwości fizyczne LNG. [4]

WŁAŚCIWOŚĆ	STAN
Masa cząsteczkowa	16,4
Stan skupienia w temp. 20 °C	Gaz
Barwa	Bezbarwny
Zapach	Bezzapachowy
Gęstość cieczy (-161,5 °C)	430 kg/m ³
Ciepło spalania	39,21 MJ/m ³
Wartość opalowa	35,36 MJ/m ³
Temperatura wrzenia (1013 hPa)	-161,5 °C
Temperatura topnienia (1013 hPa)	-182,6 °C
Temperatura samozapłonu	580 °C
Rozpuszczalność w wodzie	Bardzo słaba
Rozpuszczalność	W eterze etylowym
Niebezpieczne reakcje z:	Chlor, fluor, trójfluorek azotu, dwulfuorek tlenu, ciekły tlen

Ze względu na właściwości naturalnego gazu ziemnego, w procesie skroplenia następuje sześciokrotna redukcja jego objętości. Dzięki temu zjawisku zwiększają się jego możliwości transportowe – możliwość transportu systemem rurociągów na dalekie odległości (tab. 4).

Tab. 4. Dane kalkulacyjne dla LNG [7]

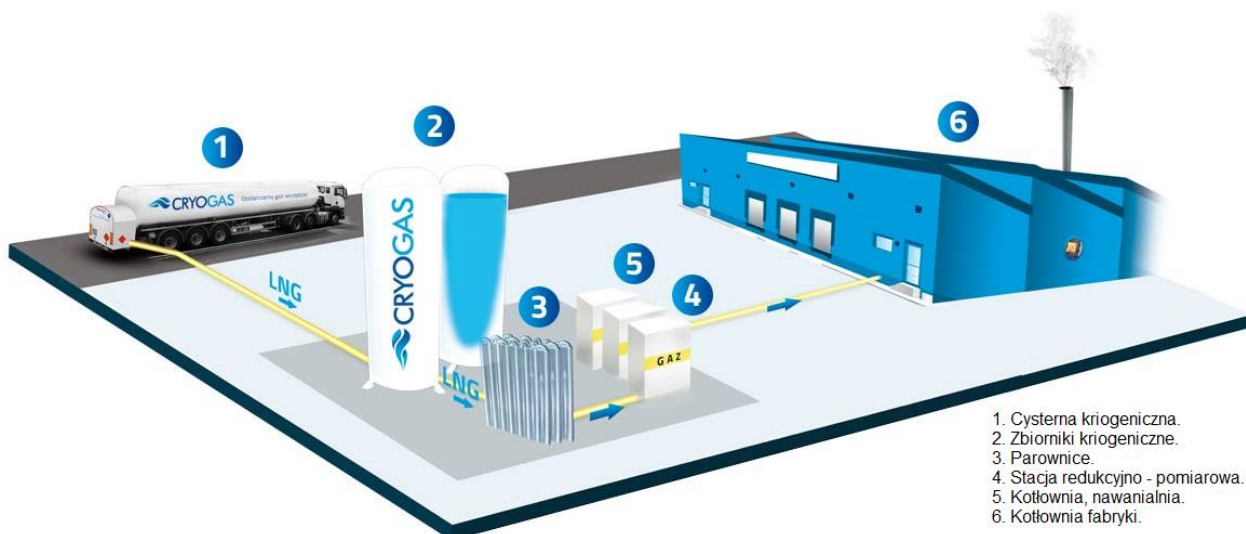
LNG	Równoważnik
1 m ³ LNG	600 Nm ³ gazu ziemnego
1 tona LNG	1380 Nm ³ gazu ziemnego
1 tona LNG	1,23 tony ropy naftowej
1 tona LNG	1,86 tony węgla kamiennego

Wraz z dystrybucją skroplonego gazu ziemnego niezbędna jest specjalistyczna infrastruktura umożliwiająca regazyfikację fazy ciekłej (rys. 4) lub tankowanie pojazdów i bunkrowanie jednostek morskich. Najefektywniejszym środkiem transportu dla przewozu LNG jest wykorzystanie system kriogenicznych, utrzymujących stałą niską temperaturę gazu podczas jego przewozu. Do zatankowania zbiornika magazynowego (zbiornika kriogenicznego) służącego do przechowywania gazu w postaci skroplonej w temperaturze -162°C wykorzystuje się zbiorniki o różnych pojemnościach magazynowych. Możliwe jest również użycie pompy kriogenicznej, która zatłacza paliwo do dystrybutora LNG. Pobieranie gazu ze zbiornika przez odbiorcę następuje poprzez wypychanie (pod wpływem ciśnienia w poduszce gazowej) ciekłego metanu do parownic atmosferycznych przez rurociąg technologiczny fazy ciekłej. [11]

Alternatywnym rozwiązaniem dla stosowania paliwa niskosiarkowego o obniżonej zawartości siarki w wydzielanym paliwie jest naturalny gaz ziemny w postaci LNG. W szczególności jest ono wykorzystywane jako napęd pojazdów samochodowych zwłaszcza w krajach gęsto zaludnionych, w celu ochrony środowiska i zapobiegania zanieczyszczenia powietrza toksynami ze spalin samochodowych.

3. ZASTOSOWANIE SKROPLONEGO GAZU ZIEMNEGO W POLSCE

Naturalny gaz ziemny w postaci skroplonej jest paliwem czystym oraz bardzo wygodnym w stosowaniu. LNG ze względu na swoją niską cenę i wiążące się z tym niskie koszty eksploatacji oraz bardzo wysoką efektywność energetyczną (zamiana gazu na energię cieplną i elektryczną), możliwość chłodzenia powietrza znacząco



1. Systema kriogeniczna.
2. Zbiorniki kriogeniczne.
3. Parownice.
4. Stacja redukcji - pomiarowa.
5. Kotłownia, nawianialnia.
6. Kotłownia fabryki.

Rys. 4. Stacja regazyfikacyjna LNG [11]

wpływa na rozwój rynku gazu w Polsce. Paliwo o wysokiej jakości i niskim poziomie toksycznych związków jest paliwem ekologicznym oraz bezpiecznym. Nie stwarzającym zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego oraz dla środowiska naturalnego.

Z analizy światowego rynku wynika, że zapotrzebowanie na skroplony gaz ziemny rośnie (tab. 5). Przewidywany jest ciągły wzrost produkcji LNG dzięki zwiększającemu się wydobyciu i produkcją surowca w: Katarze, Australii, Kanadzie, Rosji oraz Stanach Zjednoczonych. [1] Ważnym czynnikiem jest wzrost zależności Europy od importu gazu ziemnego (dostarczanego gazociągami transkontynentalnymi oraz metanowcami) z uwagi na słabe możliwości wydobycia lokalnych złóż oraz zapotrzebowanie na gaz ziemny. Aktualnie na kontynencie europejskim sprawnie funkcjonują 24 terminale. [5]

Tab. 5. Światowa produkcja LNG [1]

ROK		2010	2015	2020	2025	2030
Ilość prod. LNG	mld m ³ /rok	285,6	428,4	544,0	639,2	680,0

Właściwości fizykochemiczne oraz rozwój nowoczesnych technologii umożliwiają wykorzystanie gazu ziemnego w różnych dziedzinach gospodarki, co doprowadziło do zwiększenia udziału gazu na rynku światowym. Zainteresowanie gazem ziemnym stale rośnie ze względu na:

- wysoką sprawność energetyczną,
- niewielkie zanieczyszczenie środowiska,
- łatwą, intuicyjną obsługę urządzeń gazowych,
- brak obowiązku utylizacji odpadów,
- brak potrzeby magazynowania znacznej ilości paliwa.

Skroplony gaz ziemny znajduje wiele zastosowań nie tylko jako paliwo transportowe. Wykorzystywany jest także do ogrzewania pomieszczeń dużych organizacji jak i mieszkań czy domów. Stanowi to ekonomiczne rozwiązanie dla przedsiębiorstw, które ze względu na wielkość pomieszczeń i hal bądź dużą ilość budynków odnotowują wysokie poziomy strat ciepła.

Gaz ziemny generuje duże oszczędności również w handlu i usługach, w mieszkaniach i domach. Duże obiekty jak np. hipermarkety czy centra handlowe ogrzewane są poprzez pompy ciepła. Zasada działania pomp polega na przemieszczaniu ciepła ze źródła o niższej temperaturze do odbiornika o temperaturze wyższej.

W wyżej wymienionych pomieszczeniach są instalowane kotły gazowe wykorzystywane do ogrzewania wody. Kotły te są użytkowane w gastronomii do sprawnego przygotowania posiłku za pomocą szybkiej i płynnej regulacji płomienia w kuchence gazowej z zachowaniem najwyższego poziomu bezpieczeństwa.

Jedną z funkcji gazu ziemnego w gospodarce rolniczej jest wykorzystanie go do ogrzewania pomieszczeń. Za pomocą wentylatorów ciepłe spaliny są przesyłane do szklarni. Pojemność CO₂ w LNG powoduje lepsze jakościowo plony oraz skraca czas wegetacji.

Gaz do ocieplania jest również wykorzystywany w hodowli zwierząt, które potrzebują odpowiedniej temperatury niezależnie od panujących warunków.

Surowiec stanowi także źródło energii. Pozyskiwanie energii z gazu przynosi korzyści ekologiczne dla środowiska naturalnego w postaci wyeliminowania zanieczyszczeń w elektrowniach. Zmodernizowane technologie wykorzystywane w elektrowniach czy ciepłowniach charakteryzują się wysoką sprawnością procesów przy małym zużyciu paliwa.

W elektrociepłowniach z gazu ziemnego produkuje się energię elektryczną i ciepło w układach skojarzonych (tzw. kogeneracja). Gaz w połączeniu z kogeneracją redukuje koszty związane z ochroną

środowiska, stałą jakością oraz brakiem potrzeby magazynowania przy wysokiej wartości opałowej.

Kolejno w hutnictwie gaz stosowany jest głównie do opalania pieców grzewczych, a w przemyśle chemicznym w ponad 90% jest wykorzystywany jako surowiec do otrzymania wodoru oraz do produkcji amoniaku.

Podsumowując: naturalny gaz ziemny wykorzystywany jest w wielu gałęziach polskiej gospodarki, takich jak: [4]

- rolnictwo:
 - ogrodnictwo – zasięg obejmuje uprawę i hodowlę roślin warzywnych, sadowniczych oraz ozdobnych poprzez ogrzewanie szklarni,
 - hodowla zwierząt – zastosowanie w pomieszczeniach wymagających utrzymania stałej temperatury np.: fermy kurcze;
- handel i usługi:
 - centra handlowe – podgrzewanie wody użytkowej, klimatyzacja i wentylacja pomieszczeń,
 - spółdzielnie mieszkaniowe, wspólnoty mieszkaniowe, itp. – zasilanie lokalnych kotłowni oraz stosowanie gazowej instalacji wewnętrznej w mieszkaniach celem ogrzania pomieszczeń oraz wody użytkowej,
 - gastronomia – ogrzanie pomieszczeń i wody użytkowej, gaz wykorzystany np. w kuchenkach gazowych, wędzarniach grille, kotły do gotowania, itp.,
 - hotelarstwo – klimatyzację,
 - piekarnie – zasilanie pieców, ogrzewanie pomieszczeń,
 - masarnie – procesy produkcyjne, podgrzewanie wody użytkowej,
 - instytucje publiczne np. szkoły, szpitale, itp. – ogrzewanie pomieszczeń, podgrzewanie wody użytkowej,
- energetyka zawodowa (zjawisko kogeneracji polegające na uzyskaniu energii elektrycznej bądź cieplnej):
 - elektrownie, ciepłownie - urządzeniami gazowymi stosowanymi do produkcji energii są silniki oraz turbiny gazowe,
 - elektrociepłownie – produkcja energii elektrycznej i cieplnej w układach skojarzonych – zastosowanie kogeneracji,
- hutnictwo:
 - procesy produkcyjne np. opalanie pieców grzewczych walcowni gorących i pieców do obróbki cieplnej walcowni zimnych,
 - procesy pomocnicze: np. opalanie komór koksowniczych, suszenia kadzi oraz zestawów odlewniczych w kotłowniach,
- przemysł chemiczny:
 - procesy technologiczne takie jak produkcja amoniaku, produkcja wodoru, itp.,
 - paliwo pieców technologicznych,
- przemysł spożywczy – procesy technologiczne, ogrzewanie i klimatyzacja pomieszczeń (utrzymanie stałej temperatury) oraz podgrzewanie wody użytkowej; wykorzystywane przede wszystkim w:
 - przemyśle mięsnym,
 - przemyśle tłuszczowym,
 - przemyśle cukrowniczym,
 - przemyśle spirytusowy,
 - przemyśle piwowarskim,
 - przemyśle cukierniczych,
 - zakładach przetwórstwa owocowo-warzywnego,
 - zakładach przetwórstwa mleka,
 - itp.,
- klimatyzacja – regulacja temperatury,
- ogrzewanie – utrzymanie optymalnie wysokiej temperatury np. w okresie zimowym.

Popyt na gaz ziemny zyskał szerokie zastosowanie ze względu na szereg właściwości mających pozytywny wpływ na środowisko naturalne. Procesy technologiczne wykorzystywane do procesu skroplenia gazu powodują jego odsiarczenie bez konieczności wykorzystania dodatkowych instalacji. Aspekt ekonomiczny jest drugim czynnikiem mającym wpływ na zwiększenie popularności gazu ziemnego.

PODSUMOWANIE

Szybko rozwijających się gałęzi transportu i wielu dziedzin gospodarki nie można powstrzymać. Zjawisko to związane jest z nieodwracalnym postępowaniem ludzkości. Szczególnie istotnym elementem jest wykorzystanie skroplonego gazu ziemnego jako „czystego paliwa” w dużych aglomeracjach miejskich, w celu poprawy stanu powietrza oraz jego destrukcyjnego wpływu na środowisko naturalne w kraju i na świecie.

Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń można osiągnąć poprzez wprowadzenie nowoczesnych technik i technologii oraz nieustanne udoskonalanie już istniejących. Unowocześnianie gospodarki może również polegać na szukaniu nowych rozwiązań, np. pomagających zneutralizować emitowanie toksycznych związków, poprzez zwiększenie wydajności różnych dziedzin gospodarki.

Stosowanie LNG w dystrybucji paliwa jest najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem w stosunku do innych paliw. Wykorzystanie LNG w wielu gałęziach przemysłu jest perspektywą przyszłości, którą należy rozwijać w celu zwiększenia źródeł obniżających poziom zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

Rosnące ceny paliw konwencjonalnych i surowców energetycznych obligują do poszukiwania różnych alternatyw. Użycie gazu ziemnego zmniejsza emisję szkodliwych gazów i pyłów oraz redukuje koszty eksploatacji maszyn, pojazdów, itp.

BIBLIOGRAFIA

1. Bućko P: *Perspektywy wykorzystania gazu ziemnego do produkcji energii elektrycznej w Polsce*. Rynek Energii 3/2015, s. 17-22.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE.
3. Łaciak M. , Nagy S.: *Problemy bezpieczeństwa technicznego i charakterystyka zagrożeń związanych z terminalem rozładunkowym LNG*. Wiertnictwo, nafta, gaz 27(4)2010, s. 701-720.
4. PGNiG: *Karta charakterystyki: Gaz ziemny skroplony - LNG*. Wersja 1.5, 2014.
5. Ruszel M.: *Znaczenie terminali LNG na wspólnym rynku energii UE*. Czasopismo Polityka i Społeczeństwo 4(12)/2014, s. 49-59.
6. Statistical Office in Szczecin: *Statistical yearbook of maritime economy*. Szczecin: Central Statistical Office in Szczecin, 2016.
7. Woroch T, Klonowski K.: *LNG jako alternatywne źródło energii*. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne 6/ 2006, s. 30-32.
8. Dane Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska 04.2017
9. www.biznes.onet.pl
10. www.bryk.pl
11. www.cryogas.pl
12. www.pgnig.pl

The use of liquefied natural gas in Poland

The first part of the article characterized the ecological aspect of the constantly increasing atmospheric pollution in Poland and in the world. Major emitters of harmful compounds have the highest impact on air quality and alternative solutions to reduce unhealthy relationships are presented. The liquefied natural gas has been characterized in detail and its capabilities have been defined. The third part describes how to reduce pollution by using LNG in different areas of the economy in Poland.

Autorzy:

mgr inż. **Ewelina Chłopińska** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, Instytut Nawigacji Morskiej, Zakład Ratownictwa i Ochrony Żeglugi

Agata Nowakowska – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno Ekonomiczny – Transportu