

# Stacja regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego LNG – obiekt automatyczny czy bezobsługowy?

## Liquefied natural gas (LNG) regasification satellite station – automatic or maintenance-free facility?

Andrzej Żero\*

**Słowa kluczowe:** stacja regazyfikacji LNG, obiekt automatyczny, bezobsługowo, małe LNG, efektywność kosztowa stacji LNG

### Streszczenie

Niniejszy artykuł jest próbą przedstawienia Czytelnikowi stosowanych często zamiennie pojęć „automatyczny” i „bezobsługowy” na przykładzie prac związanych z obsługą stacji regazyfikacji LNG. Stosowane zamiennie pojęcia w swojej istocie teoretycznie oddają tę samą intencję, natomiast na poziomie zarządczym i operacyjnym w przedsiębiorstwie mogą oznaczać zupełnie odrębne pojęcia, zjawiska bądź procesy, mogące prowadzić do zupełnie odmiennych wniosków. Szczególną uwagę zwrócono na proces eksploatacyjny, jakim jest tankowanie stacji regazyfikacji LNG.

**Keywords:** LNG regasification satellite station, automatic object, maintenance-free, small scale LNG, cost-effectiveness of LNG station

### Abstract

This article is an attempt to present the frequently used interchangeable terms “automatic” and “maintenance-free” on the example of works related to the LNG regasification satellite station (small scale LNG). These terms used interchangeably in their essence theoretically reflect the same intention, while at the management and operational level they can mean completely separate concepts, phenomena or processes that may lead to completely different conclusions. Particular attention was paid to the operational process of refuelling the LNG regasification satellite station.

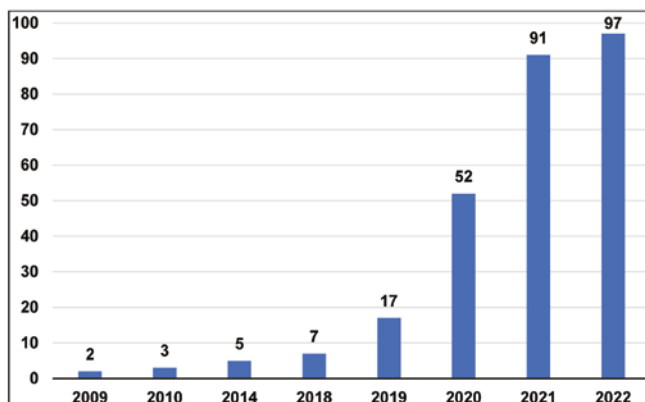
## Wstęp

Obecnie, w okresie transformacji energetycznej, rosnącej inflacji i niepewności wynikającej z sytuacji geopolitycznej oraz jednocześnie niezmiennie rosnących kosztów i presji inflacyjnej a z drugiej strony dzięki rozwojowi technologicznemu, firmy są skłaniane do poszukiwania optymalizacji procesów, co ma na celu redukcję kosztów działalności gospodarczej. Optymalizacja procesów i poszukiwanie oszczędności to naturalny trend w przedsiębiorstwie, gdyż każda firma powstaje m.in. po

to, aby przynosić zyski co, szczególnie w aspekcie ekonomicznym, jest jednym z podstawowych celów działalności gospodarczej.

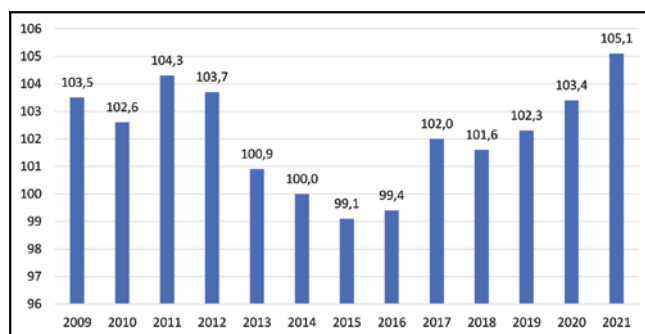
W tym kontekście przeanalizowano zapisy i wytyczne dotyczące stacji regazyfikacji LNG zawarte w projektach czy zaleceniach eksploatacyjnych. Tym bardziej, że w ostatnich latach liczba stacji regazyfikacji LNG znacząco wzrosła (Rys. 1) i tym samym można założyć, że czas związany z ich bieżącą eksploatacją zwiększył swój udział w pracach eksploatacyjnych.

Jednocześnie koszty prowadzenia działalności gospodarczej rosną czego przykładem mogą być zmiany wskaźników inflacji czy też płacy minimalnej (Rys. 2, Rys. 3).



Rys. 1. Zmiana liczby stacji regazyfikacji LNG w latach 2009-2022 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych PSG, stan na dzień 30.07.2022 r.)

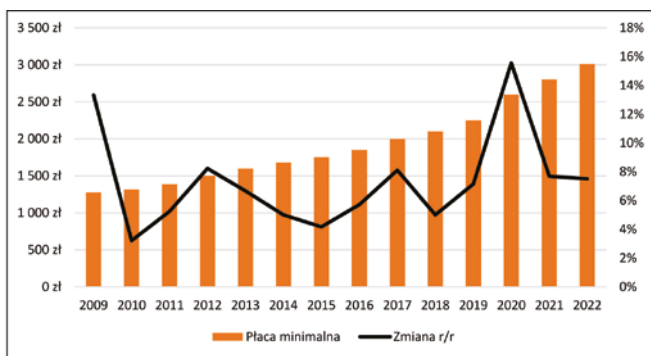
Fig. 1. Changing the number of LNG regasification plants in 2009-2022 (source: own study based on PSG data as at 30.07.2022)



Rys. 2. Zmiana wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych w latach 2009-2022 (poprzedni rok = 100) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, dostęp 11.08.2022 r.)

Fig. 2. Change in the CPI in 2009-2022 (previous year = 100) (source: own study based on GUS, access 11.08.2022)

\* Andrzej Żero – dr inż. – Ekspert ds. Wsparcia Rozwoju LNG, Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o., Departament Rozwoju, Biuro Rozwoju LNG, andrzej.zero@psgaz.pl.



Rys. 3. Zmiana płacy minimalnej w latach 2009-2022 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZUS, dostęp 11.08.2022 r.)

Fig. 3. Change in the minimum wage in 2009-2022 (source: own study based on ZUS, access 11.08.2022)

Analizując natomiast taryfy usług dystrybucyjnych jednego z operatorów systemu dystrybucyjnego (OSD) dla dwóch wybranych obszarów taryfowych oraz przykładowych grup taryfowych z lat 2014 (Taryfa 2) oraz 2022 (Taryfa nr 10) widać, że biorąc pod uwagę upływ czasu, przychody jednostkowe są w zasadzie na niezmiennym poziomie.

Tabela 1. Porównanie stawek opłat dystrybucyjnych w wybranych taryfach i obszarach taryfowych

Table 1. Comparison of distribution fees in selected tariffs and tariff areas

Obszar taryfowy/ Nazwa taryfy	Taryfa	Stawka opłaty stałej	Stawka opłaty stałej	Stawka opłaty zmiennej
		zł/mieś	gr/(kWh/h) za h	gr/kWh
Obszar taryfowy nr 1				
Taryfa 2	W-3.6	38,76		2,408
	W-5.1		0,596	1,699
Taryfa 10	W-3.6	39,20		2,435
	W-5.1		0,599	1,710
Obszar taryfowy nr 2				
Taryfa 2	W-3.6	33,49		3,502
	W-5.1		0,541	2,310
Taryfa 10	W-3.6	33,93		3,551
	W-5.1		0,551	2,356

Źródło: opracowanie własne na podstawie taryf PSG.

Uwaga: W związku z rozliczaniem paliwa gazowego w jednostkach energii nie dokonywano porównania do wcześniejszych taryf, w których opłaty były wyrażone w PLN/m<sup>3</sup>.

W związku z tym wskazane we wstępie zagadnienie, z punktu widzenia zarządzania oraz zrozumienia analizowanego zjawiska, staje się istotne.

## Stacja regazyfikacji LNG – obiekt automatyczny i/lub bezobsługowy

W części projektów, czy też opisów technicznych dotyczących stacji regazyfikacji LNG, można odnaleźć poniżej przedstawione zapisy:

- stacja regazyfikacji LNG oraz stacja redukcyjno-pomiarowa o działaniu **bezobsługowym** (nie przewiduje się stałego pobytu ludzi) ...
- instalacja będzie pracowała w systemie **bezobsługowym** .....
- instalacja SR LNG jest instalacją **bezobsługową** .....
- projektowana instalacja będzie obiektem **bezobsługowym** a jej działanie będzie się odbywało w sposób w pełni automatyczny,
- procesy technologiczne będą się odbywały w sposób automatyczny.

I wiele innych, ale podobnych w swoim wydźwięku stwierdzeń, które w prostym odniesieniu do definicji słowa „automatyczny” są często prawidłowe, natomiast pojawia się pytanie czy na pewno dany proces

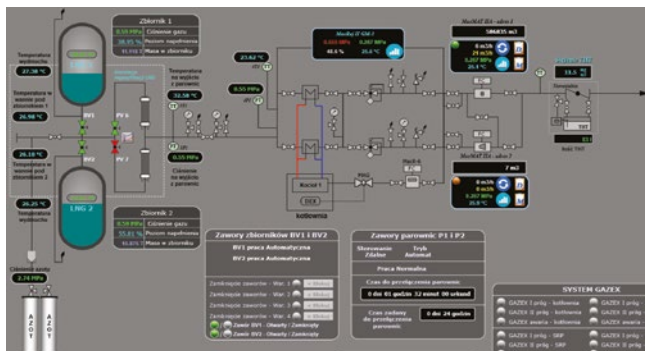
odbywający się automatycznie w instalacji regazyfikacji LNG można nazwać bezobsługowym lub daną instalację bezobsługową?

Pytanie jest o tyle zasadne, że w dobie optymalizacji procesów oraz kosztów powyższe zapisy mogą powodować naturalną niechęć do ponoszenia dodatkowych kosztów związanych z obsługą instalacji regazyfikacji LNG, a w kontekście stwierdzenia „bezobsługowa” szczególnie w zakresie kosztów osobowych.

Zgodnie z definicją zawartą w internetowym słowniku języka polskiego [13] słowo „automatycznie” oznacza:

1. działający samoczynnie, za pomocą odpowiedniego urządzenia,
2. wykonywany lub regulowany za pomocą automatu,
3. wykonywany lub powstający bez udziału świadomości i woli,
4. będący nieuchronnym następstwem lub naturalną konsekwencją czegoś.

Patrząc na powyższą definicję oraz biorąc pod uwagę procesy, w szczególności proces regazyfikacji LNG, zachodzące na stacji regazyfikacji LNG, układy sterowania związane m.in. z regulacją ciśnienia, układy sterowania zaworami odcinającymi, kontroli i pomiaru: temperatury, poziomu napełnienia, przepływu czy ciśnienia gazu nie ulega wątpliwości, że stacja regazyfikacji LNG jest instalacją pracującą w trybie automatycznym. Również systemy bezpieczeństwa, np. służące do wychwytywania wycieków LNG, mogą w automatyczny sposób przerwać proces regazyfikacji w celu ograniczenia wycieku LNG. Stacje regazyfikacji LNG wyposażone są ponadto w szereg czujników, przeliczników, urządzeń pomiarowych (ciśnienie, przepływ), automatycznych wyłączników czy detektorów. Pracą stacji regazyfikacji LNG steruje i nadzoruje sterownik PLC (ang. programmable logic controller) z wykorzystaniem wejść/wyjść analogowych jak i cyfrowych, do którego to urządzenia doprowadzone są sygnały, zarówno z urządzeń pomiarowych jak i wykonawczych stacji regazyfikacji LNG. Do urządzenia klasy PLC są podłączone obwoły AKPiA (aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka). Jednocześnie stacja regazyfikacji LNG, poprzez moduł transmisji danych, wpięta jest w system klasy SCADA (ang. Supervisory Control And Data Acquisition) a jej praca dostępna jest dla operatorów nadzorujących pracę urządzeń sieci gazowej, włączając w to możliwość zdalnego wyłączenia instalacji, przełączenia pracy zespołów parownic, czy też zmiany nastaw lub kasowania alarmów. Przykład widoku stacji regazyfikacji LNG z poziomu operatora systemu typu SCADA przedstawia Rys. 4. Na wskazanym rysunku widać, że w skład stacji regazyfikacji LNG wchodzi również stacja redukcyjno-pomiarowa z kotłownią i nawianialnią, włączając pomiar paliwa gazowego w fazie gazowej. Zatem już na tym etapie widać, że stacja regazyfikacji LNG wymaga pewnego nadzoru (czyli czasu pracy) ze strony operatora systemu SCADA oraz jednocześnie nie ulega wątpliwości, że obiekt stacji regazyfikacji LNG jest układem sterowania w rozumieniu zastosowań automatyki. Ponieważ przedmiotem artykułu nie jest instalacja regazyfikacji LNG jako obiekt automatyki, to z układami automatyki, obiektami sterowania, zasadami sterowania w tym rodzajami sygnałów oraz regulatorów można zapoznać się w obszernie dostępnej literaturze, której przykłady to m.in.: [3], [4], [18].



Rys. 4. Przykład stacji regazyfikacji LNG widzianej w systemie klasy SCADA (źródło: PSG)

Fig. 4. An example of an LNG regasification plant in a SCADA (source: PSG)

Jednocześnie, już na etapie projektowania instalacji regazyfikacji LNG oraz w następstwie przygotowania szczegółowych instrukcji eksploatacji instalacji, wskazywanych jest wiele czynności związanych z eksploatacją stacji regazyfikacji LNG. Można je podzielić na: kontrole, próby działania i regulacje, przeglądy, sprawdzenia i pomiary, obsługę urządzeń podlegających UDT (Urząd Dozoru Technicznego), przeglądy, konserwacje czy dodatkowe czynności eksploatacyjne, do których można zaliczyć chociażby prace porządkowe na terenie stacji regazyfikacji LNG.

Ponadto, poza czynnościami eksploatacyjnymi, pracownicy obsługi stacji regazyfikacji LNG zobowiązani są do prowadzenia książki eksploatacji obiektu (książki ruchu obiektu), książki obiektu budowlanego oraz okresowych kontroli stanu technicznego obiektu wynikających z art. 62 i 64 Ustawy Prawo budowlane [16] oraz wskazane już powyżej rewizje UDT, w zakresie urządzeń ciśnieniowych na podstawie Rozporządzenia [11].

Wskazane grupy czynności wykonywane są w okresach wskazanych przez producenta/wytwórcę instalacji na podstawie DTR (dokumentacja techniczno-ruchowa) lub w przypadku braku wytycznych powinny być określone przez właściciela instalacji, o ile nie wynika to z innych przepisów jak chociażby wskazano wcześniej. Również standard Izby Gospodarczej Gazownictwa w zakresie stacji regazyfikacji LNG zwraca uwagę na czynności eksploatacyjne oraz ich dokumentowanie [5].

I tak do czynności kontrolnych można zaliczyć m.in.: kontrole szczelności armatury, stan elementów stacji regazyfikacji, w tym aparatury kontrolno pomiarowej, instalacji elektrycznej, systemów detekcji gazu czy systemów monitoringu lub kontroli dostępu. Do czynności kontrolnych zalicza się również wszelkiego rodzaju kontrole wizualne stanu technicznego elementów konstrukcyjnych oraz elementów stacji, w tym armatury oraz stanu powłok malarskich i ewentualnych uszkodzeń w szczególności zbiornika kriogenicznego.

W ramach prób działania obsługa stacji regazyfikacji LNG ma zapewnić prawidłowe działania urządzeń i wyposażenia instalacji regazyfikacji LNG. Próbom i regulacjom podlegają więc m.in. wszelkiego rodzaju zawory (bezpieczeństwa, przepływu czy nadmiernego wypływu), instalacja azotu, system ESD (ang.: Emergency Shutdown System) czy instalacje elektryczne. W ramach prób dokonuje się, np. ręcznego uruchomienia i przedmuchiawania zaworów bezpieczeństwa zbiorników i samej instalacji (pod warunkiem, że konstrukcja dopuszcza tego typu czynności).

Przeglądy poszczególnych instalacji, elementów i urządzeń stacji regazyfikacji LNG powinny odbywać się w terminach i na zasadach określonych przez producenta urządzeń. Przegląd może być wykonywany zarówno przez pracowników przedsiębiorstwa lub pracowników firmy zewnętrznej – w zależności od warunków określonych przez producenta urządzeń, jednak w każdym z tych przypadków niezbędne jest zaangażowanie pracowników.

Kolejną grupą czynności są sprawdzenia i pomiary które polegają m.in. na kontroli układów AKPiA, układów rozliczeniowych, instalacji elektrycznej i odgromowej, instalacji tryskaczowych (o ile są obecne) czy wzorcowania gazomierzy.

Jednocześnie nie można zapominać, że stacja regazyfikacji LNG może być wyposażona w szereg dodatkowych instalacji, np. instalacja wodociągowa, instalacja SWiN (sygnalizacja włamania i napadu) lub urządzeń, np. pompa, czy elementów związanych z zasilaniem awaryjnym (np. agregat prądotwórczy) czy systemy pianowe – w przypadku stacji regazyfikacji LNG zakwalifikowanych jako zakład zwiększonego ryzyka poważnej awarii przemysłowej na podstawie [12], tj. instalacje przekraczające pojemność magazynową LNG w ilości 50 ton LNG. Wskazane powyżej czynności odnoszą się więc również w odpowiednim zakresie do istniejących na stacji regazyfikacji LNG instalacji.

Czynności wskazane powyżej wykonywane są z częstotliwością od raz na dwa tygodnie (np. kontrola układów technologicznych, instalacji azotu itp.) do np. pięciu lat, w przypadku gazomierzy rotorowych czy turbinowych. Jak widać już pobieżna analiza wykonywanych czynności (których powyższy opis nie jest pełen) wskazuje na znaczne zaangażowanie pracowników obsługi instalacji regazyfikacji LNG.

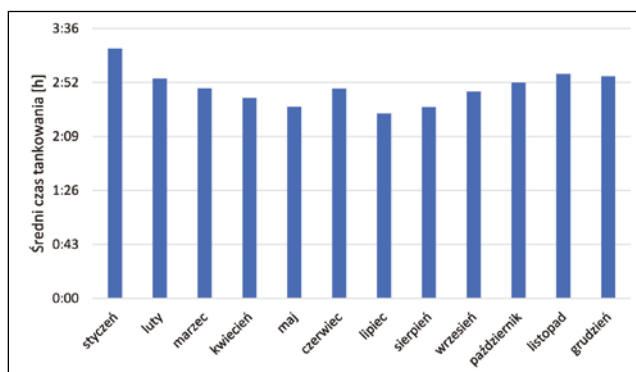
Należy przy tym pamiętać, że pracownicy wykonujący czynności na stacji regazyfikacji LNG powinni posiadać określone w odrębnych prze-

pisach uprawnienia i świadectwa kwalifikacyjne [10] oraz przestrzegać zasad BHP wynikających z przepisów ogólnych np.[8], [9] oraz zakładowych.

## Tankowanie stacji regazyfikacji LNG jako szczególny proces obsługi

Do podstawowych czynności związanych z bieżącą obsługą i jednocześnie zapewnieniem ciągłej pracy związanej z zasilaniem gazowej sieci dystrybucyjnej w paliwo, należy zaliczyć tankowanie stacji regazyfikacji LNG w paliwo gazowe w postaci LNG. Proces tankowania został szczegółowo opisany w [19] a zagrożenia wynikające z tego procesu szeroko poruszono zostały w pozycji [1]. Jednakże w niniejszym artykule postanowiono przybliżyć zaangażowanie pracowników obsługi w procesie tankowania.

W ramach analizy procesu tankowania poddano weryfikacji ponad 1000 tankowań, jakie odbyły się na stacjach regazyfikacji LNG w roku 2021. Średni czas tankowania wszystkich stacji regazyfikacji LNG za analizowany okres wynosi 2:52 h, a w okresach miesięcznych został on przedstawiony na Rys. 5. Należy przy tym dodać, że jest to czas tankowania bez czasu dojazdu personelu do stacji regazyfikacji LNG. W przypadku uwzględnienia czasu dojazdu średni czas tankowania dla wszystkich stacji za okres jednego roku wynosi 3:22 h i jest o około 18% dłuższy od czasu samego tankowania. Oczyszczenie czasu tankowania z czasu dojazdu daje jednak lepszy punkt wyjścia do analizy czasu pracy związanego tylko z tankowaniem stacji, gdyż czas dojazdu zależy wprost od lokalizacji brygady obsługującej stację oraz lokalizacji stacji. Jednocześnie po analizie procesów tankowania za rok 2021 można zauważyć podstawową obserwację przedstawioną na Rys. 5.



Rys. 5. Średni czas tankowania stacji regazyfikacji LNG w podziale na miesiące w roku 2021 (źródło: opracowanie własne)

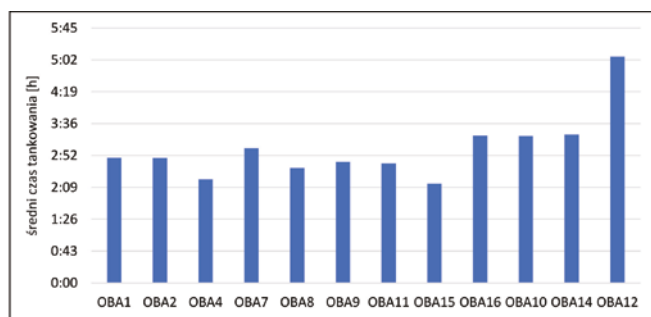
Fig. 5. Average time of refueling LNG regasification plants by month in 2021 (source: own study)

Widać wyraźnie, że średni czas tankowania maleje w ciągu roku, osiągając minimum w lipcu oraz ponownie rośnie osiągając maksimum w miesiącach listopad/grudzień oraz wcześniej w styczniu. Dane za czerwiec wykazują się odstępstwem, co może wynikać z uruchomienia nowej stacji regazyfikacji LNG, a tym samym pierwsze procesy tankowania z uwagi na proces uczenia są wydłużone, co tłumaczy również zjawisko, tzw. krzywej uczenia [17]. Tym samym widać, że wraz z dojazdem jedno tankowanie stacji regazyfikacji zajmuje średnio około 42% standardowego czasu pracy, co prowadzi do wniosku, że statystycznie jedna brygada może w ramach standardowego czasu pracy zatankować dwie stacje regazyfikacji LNG.

Szerszego komentarza wymaga jednak malejący średni czas tankowania w miesiącach letnich. Pierwsze i intuicyjne skojarzenie następuje z temperaturą otoczenia. Jednak temperatura jest w tym przypadku przyczyną zjawiska. Po przeprowadzeniu wywiadów z obsługą stacji regazyfikacji wytłumaczenie tego zjawiska według pracowników obsługi polega na tym, że w warunkach zimowych czynności przygotowawcze (np. przykręcenie węży) oraz związane z wypełnianiem dokumentów

trwają po prostu dłużej. Teza ta zostanie zweryfikowana podczas analizy czasów tankowania za rok 2022.

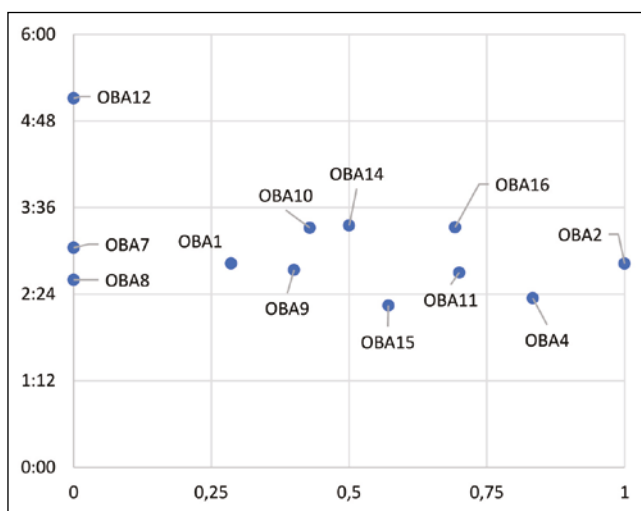
Przeprowadzono dodatkową analizę czasów tankowania w podziale na obszary administracyjne (tj. odpowiednio od OBA1 do OBAxx) do których przypisane są stacje regazyfikacji, co przedstawia Rys. 6.



Rys. 6. Średni czas tankowania stacji regazyfikacji LNG w podziale na obszary administracyjne w roku 2021 (źródło: opracowanie własne)

Fig. 6. Average time of refueling LNG regasification plants administrative areas in 2021 (source: own study)

Można zatem zauważyć, że tankowania stacji regazyfikacji LNG (bez czasu dojazdu) odbywały się w poszczególnych obszarach administracyjnych w średnim czasie od 2:14 h do 5:06 h. Jednocześnie zbadano jaki wpływ na czas tankowania ma pojemność geometryczna zbiorników do procesowego składowania LNG w instalacji. Na Rys. 7 przedstawiono średni czas tankowania w danym obszarze administracyjnym w funkcji stosunku liczby zbiorników o pojemności geometrycznej do 20 m<sup>3</sup> do całkowitej liczby wszystkich zbiorników w danym obszarze administracyjnym.

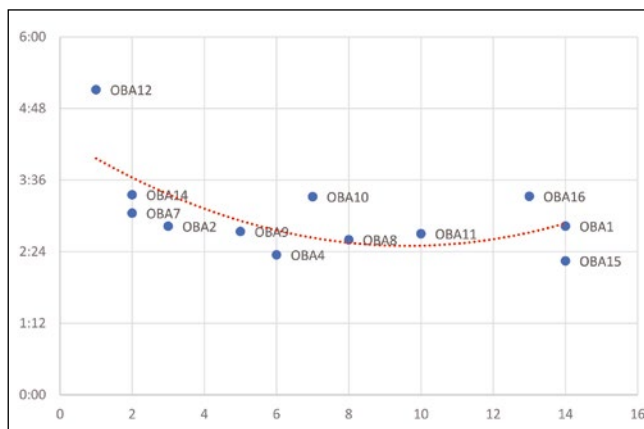


Rys. 7. Średni czas tankowania stacji regazyfikacji LNG w danym obszarze administracyjnym w funkcji udziału zbiorników do 20 m<sup>3</sup> w ogólnej liczbie zbiorników w roku 2021 (źródło: opracowanie własne)

Fig. 7. Average time of refueling LNG regasification plants in a given administrative area as a function of the share of tanks up to 20 m<sup>3</sup> in the total number of tanks in 2021 (source: own study)

Na podstawie analizy danych z widać wyraźnie, że nie ma zauważalnej korelacji pomiędzy udziałem zbiorników do 20 m<sup>3</sup> a średnim czasem tankowania (współczynnik korelacji R-kwadrat 0,18 a współczynnik korelacji Pearsona – 0,43) [2]. Widać również, że obszary administracyjne OBA1 oraz OBA2 o udziale zbiorników do 20 m<sup>3</sup> odpowiednio 0,28 oraz 1 mają czasy tankowania zbliżone do średniego czasu tankowania wszystkich instalacji (odpowiednio 2:49 h, 2:49 h podczas gdy średni czas wynosi 2:52 h). Z punktu widzenia eksploatacji stacji regazyfikacji LNG jest to bardzo istotna informacja pokazująca, że czas tankowania instalacji regazyfikacji LNG właściwie nie zależy od pojemności geometrycznej zbiorników.

Jednocześnie zbadano wpływ liczby stacji regazyfikacji na średni czas tankowania, co przedstawia Rys. 8.



Rys. 8. Średni czas tankowania stacji regazyfikacji LNG w funkcji liczby instalacji regazyfikacji w danym obszarze administracyjnym w roku 2021 (źródło: opracowanie własne)

Fig. 8. Average time of refueling LNG regasification plants as a function of the number of regasification plants in a given administrative area in 2021 (source: own study)

Jak przedstawiono na Rys. 8 nie można wyciągnąć jednoznacznego wniosku związanego z tym, że wraz ze wzrostem liczby stacji regazyfikacji LNG maleje średni czas tankowania (współczynnik R-kwadrat liniowej linii trendu 0,23) to jednak w przypadku zastosowania wielomianowej linii trendu (na rysunku czerwoną, przerywaną linią przedstawiono wielomian 2 rzędu) uważny obserwator zauważy, że czas tankowania w pewnym stopniu zależy od liczby instalacji regazyfikacji a nawet można zaobserwować, że teoretycznie po przekroczeniu pewnej liczby instalacji LNG średni czas tankowania rośnie. Weryfikując inne modele korelacji np. zależność o charakterze logarytmicznym lub potęgowym analizowane dane dały najlepsze dopasowanie dla potęgowej linii trendu (R-kwadrat 0,48, dla porównania R-kwadrat dla logarytmicznej linii trendu 0,43) [2]. Oczywiście linia trendu wykorzystująca wielomian wyższego rzędu daje lepsze wyniki w zakresie dopasowania niż model potęgowy jednak przy ich zastosowaniu można uzyskać zdecydowanie gorsze wyniki w zakresie predykcji. W analizowanym przypadku wielomian 3 rzędu daje R-kwadrat na poziomie 0,7 jednak przy predykcji średniego czasu tankowania przy wzroście liczby stacji regazyfikacji wyniki osiągają wartości nierealne (średni czas tankowania jest ujemny). Uwagę na problemy z modelami wielomianowymi w zakresie predykcji zwraca publikacja [7]. Wskazane powyżej rozważania w zakresie zależności średniego czasu tankowania od liczby stacji regazyfikacji LNG należałoby poddać w przyszłości weryfikacji bazując na danych za dłuższy okres. Na tym etapie należy zauważyć, że potęgowy model korelacji daje najlepsze wyniki w zakresie dopasowania przy uwzględnieniu realności osiągniętych wyników dla predykcji.

## Podsumowanie

Stacje regazyfikacji LNG jak najbardziej pracują w trybie zautomatyzowanym i są układami automatyki. Co więcej normalna praca stacji regazyfikacji LNG oraz całej instalacji regazyfikacji, rozumiana jako przeprowadzenie procesu regazyfikacji, a następnie wprowadzenie paliwa gazowego o odpowiednich parametrach do dystrybucyjnej sieci gazowej, może odbywać się bez stałej obecności pracowników nadzoru czy obsługi na terenie stacji.

Jednocześnie wskazanie czynności związanych z obsługą stacji regazyfikacji LNG oraz szczegółowe przedstawienie zaangażowania pracowników obsługi w procesy tankowania stacji regazyfikacji LNG dowodzą, że nie można wskazywać, że jest ona obiektem bezobsługowym.

Z drugiej strony wskazując na zagadnienia poruszone we wstępie, w szczególności mając na uwadze optymalizację procesu, należy rozwa-

żyć możliwość optymalizacji prac poprzez, np. dobór terminów i częstotliwości tankowań oraz w przypadku instalacji o pojemnościach mniejszych niż pojemność jednej autocysterny można rozważać optymalizację, zakresie doboru dni (np. tankowanie dwóch stacji w jednym dniu co wiąże się z mobilizacją brygady do obsługi stacji na jeden wybrany dzień) i tras związanych z procesem tankowania w zależności od np. przewidywanego poboru paliwa gazowego, w tym jego zmienności w funkcji temperatury, czy wykorzystania dostępności pracowników obsługujących proces tankowania. Metody i sposoby optymalizacji przedstawiono np. w [14] czy [15] a jednocześnie interesujący przykład optymalizacji kosztów transportu skroplonego gazu LNG przedstawia [6].

Reasumując stacja regazyfikacji LNG jest obiektem automatyki, bez konieczności stałej obecności pracowników obsługi, jednak wymaga ona nakładu pracy związanego zarówno z czynnościami konserwacyjnymi, regulacyjnymi czy przeglądami oraz związanego z tankowaniem stacji regazyfikacji LNG. Tym samym w odniesieniu do stacji regazyfikacji LNG nie powinno się równoważyć zapisu automatyczny, czyli bezobsługowy. ■

## LITERATURA

- [1] Barczyński Andrzej, Barczyński Paweł. 2020. „Zasady BHP i PPOŻ podczas eksploatacji stacji regazyfikacji LNG”. *Wiadomości Naftowe i Gazownicze*. Nr 4 (258): 16-21.
- [2] Bielecka Anna. 2005. *Statystyka w biznesie i ekonomii. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania im. Leona Koźmińskiego w Warszawie. Warszawa
- [3] Dębowski Andrzej. 2016. *Automatyka. Podstawy teorii*. Wydawnictwo WNT. Warszawa.
- [4] Gessing Ryszard. 2001. *Podstawy automatyki*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice.
- [5] Izba Gospodarcza Gazownictwa. 2021. *Standard Techniczny ST-IGG-3708:2021 Projektowanie, budowa i użytkowanie stacji regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego LNG. Wymagania i zalecenia*. Izba Gospodarcza Gazownictwa. Warszawa.
- [6] Popławski Tomasz, Kurkowski Bartosz. 2021. „Optymalizacja kosztów transportu gazu skroplonego LNG pod względem lokalizacji magazynów na przykładzie Polski”. *Rynek Energii*. Nr 4 (155): 3-8.
- [7] Purczyński Jan. 2010. „Wybrane problemy stosowania trendu wielomianowego w prognozowaniu gospodarczym”. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego* nr 604. Ekonomiczne problemu usług. Nr 60: 324-339.
- [8] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28.08.2019 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych Dz.U. 2019 poz. 1830.
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 grudnia 2009 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie i eksploatacji sieci gazowych oraz instalacji gazowych gazu ziemnego. Dz.U.2010 nr 2 poz. 6.
- [10] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2022 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci. Dz. U. 2022 poz.1392.
- [11] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla niektórych urządzeń ciśnieniowych podlegających dozorowi technicznemu. Dz.U. 2003 nr 135 poz. 68 z późn. zm.
- [12] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 stycznia 2016 r. w sprawie rodzajów i ilości znajdujących się w zakładzie substancji niebezpiecznych, decydujących o zaliczeniu zakładu do zakładu o zwiększonym lub dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej. Dz.U. 2016 poz. 138 z późn. zm.
- [13] Słownik Języka Polskiego PWN. [Online]. <https://sjp.pwn.pl/slovníki/automatycznie.html>. Data uzyskania dostępu: 11.08.2022].
- [14] Stachurski Andrzej. 2009. *Wprowadzenie do optymalizacji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- [15] Stadnicki Jacek. 2017. *Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacyjnych*. Wydawnictwo WNT. Warszawa.
- [16] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Dz. U. 1994 Nr 89, poz. 414 z późn. zm.
- [17] Wikipedia. [Online]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Learning\\_curve](https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_curve). [Data uzyskania dostępu: 12.08.2022].
- [18] Żelazny Marek. 1976. *Podstawy automatyki*. PWN. Warszawa.
- [19] Żero Andrzej, Snarski Jan. 2021. „Przyjęcie skroplonego gazu do zbiorników procesowych na stacji regazyfikacji LNG”. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* (11): 2-7.