

Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w detekcji emisji metanu

The use of unmanned aerial vehicles in the detection of methane emissions

Sebastian Banaszek^{*)}

Słowa kluczowe: emisja metanu, czujnik metanu, bezzałogowy statek powietrzny, BSP, Prometheus H2

Streszczenie

W artykule przedstawiono doświadczenia Polskiej Spółki Prometheus SA, producenta Hybrydowej Platformy Dronowej Prometheus H2, w zakresie wykorzystania nowoczesnych technologii bezzałogowych do detekcji i pomiaru nieautoryzowanych emisji metanu, zachodzących na infrastrukturze gazowej. Swoje doświadczenie Spółka opiera na współpracy z:

- renomowanymi producentami detektorów metanu przeznaczonych do zastosowań bezzałogowych takich jak szwajcarska Spółka PERGAM-SUISSE AG,
- krajowymi zarządcami infrastruktury gazowej, takimi jak PKN Orlen, GAZ-SYSTEM czy Gas Storage Poland,
- organizacjami gospodarczymi, takimi jak Izba Gospodarcza Gazownictwa.

W artykule przedstawiono możliwości zastosowania platformy Prometheus H2 w sektorze gazownictwa, najnowsze rozwiązania z zakresu technologii bezzałogowych, wykorzystywane na jej pokładzie, wykorzystywane czujniki, możliwości wykorzystania platformy do detekcji gazu, integrację platformy z systemami ERP: SAP, IFS, IBM MAXIMO oraz możliwości jej integracji z dedykowanymi systemami Klienta. W podsumowaniu przedstawiona zostanie możliwość wykorzystania platformy Prometheus H2, do wykrywania nieautoryzowanych emisji gazu, zachodzących na infrastrukturze gazowej, w tym określanie zasięgu i intensywności emisji.

Keywords: methane emission, methane sensor, unmanned aerial vehicle, unmanned aerial vehicle, Prometheus H2

Abstract

The article presents the experience of the Polish company Prometheus SA, the manufacturer of the Prometheus H2 Hybrid Drone Platform, in the field of using modern unmanned technologies for the detection and measurement of unauthorized methane emissions occurring in the gas infrastructure. The company bases its experience on many years of cooperation with:

- reputable manufacturers of methane detectors for unmanned applications, such as the Swiss company PERGAM-SUISSE AG.,
- national managers of gas infrastructure, such as PKN Orlen, Gaz System or PSG,
- economic organizations, such as the Gas Chamber of Commerce.

The article will discuss the possibilities of using the Prometheus H2 platform in methane detection, the latest solutions in the field of unmanned technologies used on its board, the sensors used, the possibilities of using the platform for gas detection, integration of the platform with ERP systems: SAP, IFS, IBM MAXIMO and the possibility of its integration with dedicated customer systems. The conclusion will confirm the possibility of using the Prometheus H2 platform to detect unauthorized gas emissions on the gas infrastructure, including determining the extent and intensity of emissions.

1. Możliwości zastosowania platformy Prometheus H2 w detekcji metanu

Hybrydowa Platforma Dronowa Prometheus H2 (Fig. 1) jest pierwszym produkcyjnym rozwiązaniem, które w sposób masowy i na skalę dotychczas niespotykaną wspiera transformację cyfrową dla infrastruktury krytycznej, w zakresie procesów zarządzania majątkiem sieciowym, umożliwiając jego monitoring, inspekcje oraz dostarczając danych do głównych procesów biznesowych (paszportyzacja, inwentaryzacja, inspekcje, inwestycje).

Zaawansowana technologia, dostępna na pokładzie drona, umożliwia realizację wielu zadań z zakresu codziennej obsługi eksploatacji sieci gazowej, w szczególności wykrywania nieautoryzowanych emisji metanu, przy zastosowaniu czujnika metanu CH₄ GAS, który jest sensorem pozwalającym na zdalną detekcję metanu przy pomocy promienia lasera.

Platforma Prometheus H2, z laserowym czujnikiem metanu, umożliwia bezkontaktowy pomiar, transmisję i wizualizację danych w czasie rzeczywistym oraz programowanie zdarzeń bazujących na poziomie wykrytej emisji. Optymalizacja oprogramowania stacji naziemnej obejmuje rozszerzenia edy-

tora misji o funkcje dedykowane dla wykrywania wycieków metanu, metadane mogą być importowane z zewnętrznych źródeł. Dedykowane sposoby wykonywania nalotu wpływają na zwiększenia efektywności wykonywanych pomiarów. Dzięki możliwości zapisywania trasy przelotu i ruchu drona można osiągnąć wysoką powtarzalność dla kolejnych inspekcji. Ścieżka lotu oraz wykonane manewry mogą zostać zapisane i odtworzone podczas kolejnych misji, co znacząco wpływa na wydajność realizowanych zadań. W przypadku bardziej wyrafinowanych scenariuszy możliwe jest zastosowanie algorytmów AI, które przetwarzane mogą być bezpośrednio na komputerze pokładowym drona. Przetwarzanie odbywa się w czasie rzeczywistym, bez opóźnień oraz utraty jakości sygnału, a wyniki przeprowadzonych operacji mogą zostać udostępnione poprzez GCS lub na wskazany serwer.

2. Najnowsze rozwiązania z zakresu technologii bezzałogowych wykorzystywane na pokładzie Prometheus H2

Zastosowane na platformie Prometheus H2 rozwiązania technologiczne, umożliwiają osiągnięcie ponadprzeciętnych wartości parametrów technicz-

^{*)} Sebastian Banaszek, dr inż., s.banaszek@prometheus-sa.com, PROMETHEUS Spółka Akcyjna z siedzibą w Warszawie, office@prometheus-sa.com



Rys. 1. Hybrydowa Platforma Dronowa Prometheus H2 (źródło: Prometheus SA)
 Fig.1. Prometheus H2 Hybrid Drone Platform (source: Prometheus SA)

nych, które wydatnie wpływają na użyteczność i funkcjonalność platformy (Fig. 2).

Czas lotu do 5h zapewnia hybrydowe źródło energii zasilane paliwem bezołowiowym. Lot odbywa się po zatankowaniu, nie ma potrzeby ładowania czy wymiany akumulatorów. Dzięki łączności w paśmie GSM odległość pomiędzy pilotem a dronem jest nieograniczona, nie występuje również obawa o utratę łączności radiowej krótkiego zasięgu. Szeroka gama zróżnicowanych, wymiennych akcesoriów umożliwia wykonywanie lotów, zarówno w dzień jak i w nocy, w szerokim zakresie temperatur oraz dużym zróżnicowaniu warunków pogodowych.

O użyteczności całego rozwiązania decyduje również funkcjonalność oprogramowanie GCS, które umożliwia odbieranie danych w czasie rzeczywistym, ich wizualizację w oparciu o zadane kryteria czy geolokalizowanie danych na mapie. Zaawansowany edytor misji, dedykowany do przeprowadzania inspekcji krytycznych, detekcji wycieku gazu i innych, zoptymalizowany został do obsługi długich misji. Posiada funkcje takie jak import/eksport danych z zewnętrznych serwerów, możliwość dodawania skomplikowanych zadań lub ruchów jednym kliknięciem, jest gotowy na przyjęcie nowych wtyczek oraz otwarty na integrację nowych czujników.

Podwyższony poziom bezpieczeństwa zapewniają przedni i dolny czujnik odległości, opcjonalny transponder ADS-B, wbudowana przednia i dolna kamera, elektronika klasy przemysłowej, automatyczny spadochron i monitorowanie danych diagnostycznych w czasie rzeczywistym.

3. Zintegrowane z platformą Prometheus H2 czujniki

Hybrydowa Platforma Dronowa – Prometheus H2, jako profesjonalne narzędzie, wyposażona została w całą gamę dedykowanych sensorów, dobranych w taki sposób aby w pełni wykorzystać jej zalety. Czujniki są w pełni zintegrowane z platformą, pozwalają na pracę w czasie rzeczywistym oraz ich szybki montaż i demontaż na pokładzie drona. Obecnie w ofercie Spółki znajduje się 6 podstawowych czujników:

- kamera RGB z zoomem x30 + termowizja,
- kamera RGB z zoomem x30 + night vision,
- kamera fotogrametryczna Sony A7R,

- skaner LIDAR GEO,
- kamera multispektralna AGRO.
- czujnik metanu CH4 GAS.

Ze względu na zakres tematyczny opracowania skupimy się na parametrach technicznych i właściwościach użytkowych czujnika metanu (Fig. 3).



Rys. 3. Czujnik metanu CH4 GAS (źródło: <https://pergam-suisse.ch>)
 Fig. 3. CH4 GAS methane sensor (source: <https://pergam-suisse.ch>)

Czujnik metanu CH4 GAS to sensor, pozwalający na zdalną detekcję metanu przy pomocy promienia lasera. Detekcja następuje na podstawie pomiaru ilości światła lasera, jaka zostaje zaabsorbowana przez wykrywany gaz. Detekcja może odbywać się na odległości do 100 m.

Czujnik może być używany do zdalnego monitorowania gazociągów oraz placówek, w których może dochodzić do nieautoryzowanych emisji gazu.

W pełni zautomatyzowany system pozwala na znacznie szybsze wykonywanie pomiarów w porównaniu do konwencjonalnych metod a samoczynna kalibracja systemu zapewnia pewność pomiarową. Parametry techniczne czujnika przedstawiono w Table 1.

Zestawienie wybranych parametrów czujnika metanu (źródło: <https://pergam-suisse.ch>)

Table 1 List of selected parameters of the methane sensor (source: <https://pergam-suisse.ch>)

Lp.	Opis	Parametr
1	Gaz wykrywany	metan (CH4) i gazy zawierające metan (gaz ziemny i podobne)
2	Czułość	z wysokości 30 m – 10 ppm/m z wysokości 50 m – 20 ppm/m z wysokości 70 m – 80 ppm/m z wysokość 100 m – 150 ppm/m
3	Temperatura robocza	od – 10°C do +40°C
4	Wilgotność robocza	nie więcej niż 90%
5	Częstotliwość próbkowania	10 Hz
6	Wysokość lotu	do 100 m AGL
7	Kamera RGB	1920x1080 /30fps



Rys. 2. Nowoczesne rozwiązania technologiczne zastosowane w Hybrydowej Platformie Dronowej – Prometheus H2 (źródło: Prometheus SA)
 Fig.2. Modern technological solutions used in the Hybrid Drone Platform - Prometheus H2 (source: Prometheus SA)

4. Możliwości wykorzystanie platformy Prometheus H2 w sektorze gazu

Dzięki zastosowaniu na pokładzie Prometheus H2 najnowszych rozwiązań technologicznych, możliwe stało się stworzenie drona dedykowanego sektorowi gazu, który jest w stanie wypełnić stawiane przed nim zadania. Dzięki cechom konstrukcyjnym gwarantującym długi czas lotu, możliwość utrzymania stabilnego kursu oraz udźwig, pozwalający zabrać na jego pokład zaawansowane czujniki stworzone z myślą o wykrywaniu emisji gazu z pokładu drona, Prometheus H2 jest narzędziem, które spełnia pokładane w nim nadzieje. Dedykowany panel kontrolny, który umożliwia prowadzenie monitoringu w czasie rzeczywistym, dodatkowo zwiększa użyteczność całego rozwiązania, oferując nowe możliwości w zakresie ochrony infrastruktury gazowej oraz ochrony środowiska (Fig. 4).

W ramach prowadzonych prac badawczych nad opisywanym rozwiązaniem Spółka Prometheus SA uczestniczyła w dialogach technologicznych oraz testach z największymi zarządcami sieci gazowych w Polsce.

W ramach współpracy m.in. z PKN Orlen (PGNiG) Spółka zademonstrowała możliwość wykorzystania platformy Prometheus H2 w sektorze infrastruktury gazowej, w zakresie detekcji emisji gazu. Dodatkowo potwierdzając, że prezentowana platforma może również znaleźć zastosowania w innych zakresach działalności zarządców sieci gazowych, w tym przede wszystkim do:

- inspekcji stanu technicznego infrastruktury naziemnej i napowietrznej,
- inwentaryzacji geodezyjnej infrastruktury technicznej,
- wsparcia dla działań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa fizycznego i ochrony infrastruktury,
- wsparcia dla działań związanych z codzienną eksploatacją infrastruktury.

Dostarczona przez Spółkę w ramach testów dokumentacja techniczna oraz dane pozyskane z pokładu platformy Prometheus H2 zostały ocenione przez Partnera jako kompletne oraz wysokiej jakości.

Wśród innych zastosowań, w realizacji których może pomóc platforma Prometheus H2 wymienić można m.in.:

1. Sprawdzenie stanu i kompletności oznakowania trasy przebiegu gazociągu.
2. Ocenę wizualną ogólnego stanu zespołów technologicznych na gazociągu, a w szczególności kompletność oraz stan ogrodzeń.
3. Ocenę kompletności oraz stanu kolumn wentylacyjnych na przekroczeniach dróg, linii kolejowych oraz innych przeszkód terenowych.
4. Inspekcję strefy kontrolowanej gazociągu i zarejestrowanie jej naruszeń takich jak np.: prace ziemne, inwazja roślinności, zabudowa obiektami kubaturowymi.
5. Ocenę wpływu na gazociąg prowadzonych w strefie kontrolowanej gazociągu prac montażowych, składowania materiałów i sprzętu, zalesienia oraz innych mogących mieć negatywny wpływ na gazociąg.

6. Ocenę konieczności dokonania wycinki drzew i krzewów na trasie gazociągu.
7. Wykrywanie naruszenia pokrycia gazociągu wskutek jego wypłykania, osunięcia się skarpi, wymycia, zebrania humusu, wybierania urobku (piasek, żwir), itp.

5. Integracja platformy Prometheus H2 z systemami ERP. SAP, IFS, IBM MAXIMO oraz możliwości jej integracji z dedykowanymi systemami Klienta

Dzięki zintegrowaniu Hybrydowej Platformy Dronowej Prometheus H2 – z systemami IT wiodących światowych producentów oprogramowania: IFS (dostawcą rozwiązań EAM/FSM i ERP), SAP, IBM Maximo, możliwe jest automatyczne przekazywanie danych, pozyskiwanych z pokładu platformy H2, do tych systemów, i – w przypadku wykrycia nieprawidłowości – automatyczne wystawianie zleceń wykonania pracy. Pozwala to efektywnie zarządzać majątkiem trwałym, w szczególności zaś – infrastrukturą służącą do transportu czy dystrybucji paliw gazowych.

Pozyskiwane, podczas lotu drona H2, dane można do tych systemów przekazywać na dwa sposoby:

- zdalnie, podczas wykonywania misji (w czasie rzeczywistym), jak ma to miejsce w przypadku detekcji metanu (CH₄),
- wsadowo, po zakończeniu misji, jak ma to miejsce w przypadku oblotów inwentaryzacyjnych (np. rejestrujących składniki majątku trwałego).

Współpraca platformy H2 z systemami ERP opiera się na systemie zleceń roboczych (misji), które polegają na przeprowadzeniu dronem inspekcji szczelności gazociągu, czyli przelocie nad gazociągiem, wykrywaniu wycieków metanu i raportowaniu wykrycia z podaniem wymaganych parametrów: stężenie gazu i współrzędnych GPS miejsca wycieku. Zlecenie robocze zawiera wszystkie dane, które są niezbędne do poprawnego przeprowadzenia inspekcji (wykonania misji).

Po przygotowaniu drona do lotu dron dokonuje przelotu z aktywnym detektorem metanu (CH₄), na wysokości nieprzekraczającej 100 m AGL, nad trasą przebiegu gazociągu. Podczas lotu, w przypadku wykrycia wycieku gaz rejestrowane są dane o wycieku: stężenie i współrzędne GPS miejsca wycieku i przekazane w czasie rzeczywistym do systemu ERP. Wyniki pomiarów stężenia metanu i współrzędne miejsc wycieków zapisuje się i wyświetla w systemie ERP per sekcja gazociągu.

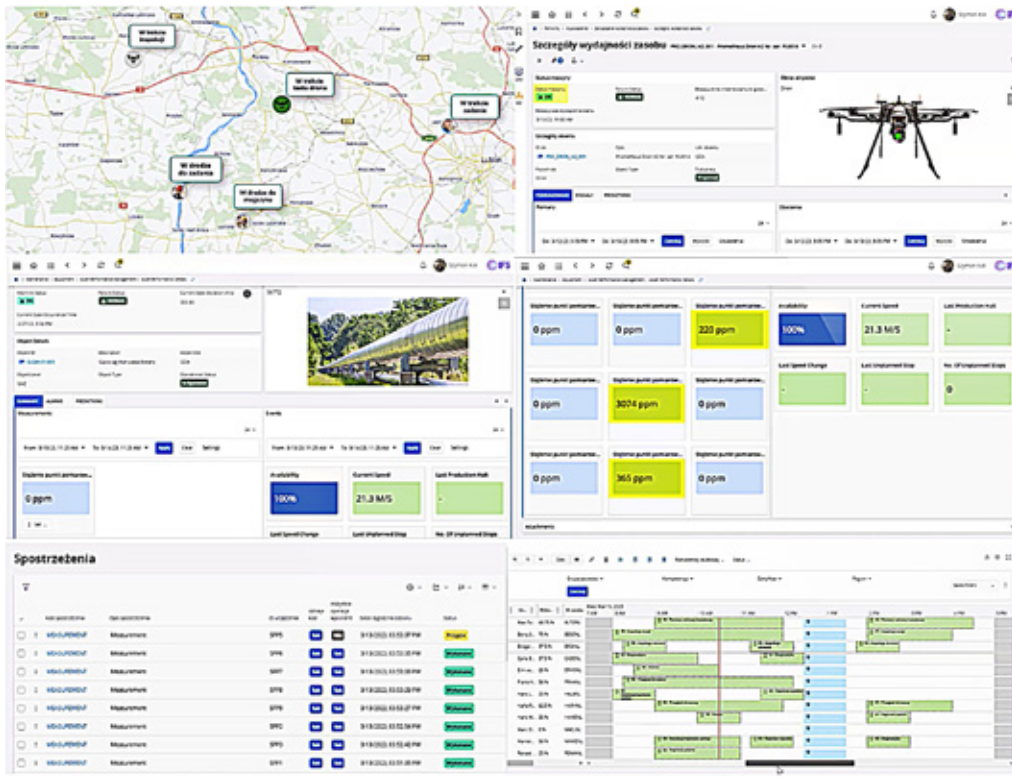
Automatycznie generują się zlecenia naprawy uszkodzonych miejsc/likwidacji wykrytych wycieków. Zlecenia są niezwłocznie przypisywane do odpowiednich zespołów pogotowia gazowego.

Statusy zleceń roboczych aktualizują się w systemie automatycznie, więc w każdej chwili dostępne są rzetelne informacje o statusie czy stopniu zaawansowania wykonywanych prac (Fig. 5).



Rys. 4. Screen panelu sterowania platformą Prometheus H2 – przedstawiający wykrycie emisji metanu w czasie rzeczywistym (źródło: Prometheus SA)

Fig. 4. Screen of the Prometheus H2 platform control panel - showing the detection of methane emissions in real time (source: Prometheus SA)



Rys. 5. Screen panelu IFS ze zintegrowaną Platformą Prometheus H2 – na różnych etapach realizacji zlecenia roboczego (źródło: IFS)

Fig. 5. Screenshot of the IFS panel with the integrated Prometheus H2 Platform - at various stages of the work order (source: IFS)



Rys. 6. Platforma Prometheus H2 – przygotowywana do startu w ramach prowadzonych testów. (źródło: Prometheus SA)

Fig. 6. Prometheus H2 platform - being prepared for launch as part of ongoing tests. (source: Prometheus SA)

Dzięki temu, że Hybrydowa Platforma Dronowa Prometheus H2 została zaprojektowana i jest wytwarzana, łącznie z oprogramowaniem przez Spółkę Prometheus S.A., platforma może być rozbudowywana zarówno o nowe czujniki jak i oprogramowanie, w tym: nowe interfejsy, służące do przekazywania danych do zewnętrznych systemów IT Klientów (użytkowników Hybrydowej Platformy). Spółka Prometheus S.A. zadbała o to, by dane, pozyskiwane podczas lotu drona Prometheus H2, dostępne były w formatach „otwartych”, co oznacza łatwy dostęp do nich i możliwość ich przetwarzania zgodnie z potrzebami operatorów/użytkowników gazociągów, którzy w swojej pracy wspierają się funkcjonalnością Hybrydowej Platformy Dronowej Prometheus H2.

6. Podsumowanie

Testy realizowane przez Spółkę Prometheus SA potwierdziły wyniki badań prowadzonych w innych ośrodkach, szczególnie w zakresie badań prowadzonych przez Izbę Gospodarczą Gazownictwa we współpracy z Operatorem Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM SA. Możliwość weryfikacji założeń badawczych, przy wykorzystaniu najnowszych technologii, wykazała jednak, że w przypadku zastosowania do wykrywania emisji metanu plat-

formy Prometheus H2 zdecydowanie rośnie liczba zalet oraz maleje liczba wad wynikających z zastosowania do pomiaru technologii bezzałogowych.

Przeprowadzone testy wykazały (Fig. 6), że wykorzystanie odpowiedniej jakości czujnika w połączeniu z doświadczeniem załogi wykonującej loty pozwala:

- dokonać wskazania miejsca, w którym wystąpiła nieautoryzowana emisja metanu,
- określić zasięg emisji,
- określić natężenie chmury,
- określić kierunek przemieszczania się chmury gazu.

Dodatkowo zastosowanie innych sensorów z gamy dedykowanych dla platformy Prometheus H2, umożliwia zwiększenie użyteczności całego rozwiązania poprzez prowadzenie monitoringu wizyjnego oraz przeprowadzanie inspekcji technicznych czy inwentaryzacji geodezyjnych.

Wśród innych branż pod uwagę zastosowań platformy Prometheus H2 wyposażonej w detektor metanu wymienić można m.in.:

1. Inspekcja szczelności infrastruktury przesyłowej (podziemnej, naziemnej, napowietrznej).
2. Inspekcja obiektów budowlanych wyposażonych w instalacje metanu.
3. Inspekcja magazynów, baz, przedsiębiorstw związanych z produkcją, przetwarzaniem, magazynowaniem i przesyłem metanu.
4. Nadzór nad eksploatacją infrastruktury technicznej.
5. Nadzór przy realizacji prac serwisowych, remontowych i modernizacyjnych.

Platforma Prometheus H2 może znaleźć również szerokie zastosowanie w pozostałych zadaniach związanych z zarządzaniem i utrzymaniem sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, szczególnie w zakresie: konserwacji i napraw, modernizacji infrastruktury, zarządzania aktualizacjami technologicznymi czy przestrzegania regulacji środowiskowych.

Dzięki integracji platformy z systemami ERP (SAP, IFS, IBM MAXIMO) oraz możliwością jej integracji z dedykowanymi systemami Klienta wykonywanie przedstawionych zadań można w dużym stopniu zautomatyzować włączając ich realizację do znanych i stosowanych procedur wewnętrznych Użytkownika. Ma to znaczący wpływ na przyspieszenie i ułatwienie procesu wdrożenia Hybrydowej Platformy Dronowej – Prometheus H2 do działalności operacyjnej Przedsiębiorstwa. ■