

# DRONY I KAMERY AKUSTYCZNE WSPIERAJĄ BADANIA INSTALACJI W KOGENERACJI S.A.

Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA S.A. jest dostawcą ciepła i energii elektrycznej. Buduje swoją wartość m.in. na bezpieczeństwie pracy i poszanowaniu środowiska oraz nowoczesnej i efektywnej technologii. Spółka nieustannie poszukuje nowych rozwiązań dla zwiększania efektywności energetycznej wytwarzania i przesyłu ciepła.



## PIOTR NIEMCZYK

Kierownik Działu  
Urządzeń Ciśnieniowych  
Urząd Dozoru Technicznego  
Oddział we Wrocławiu



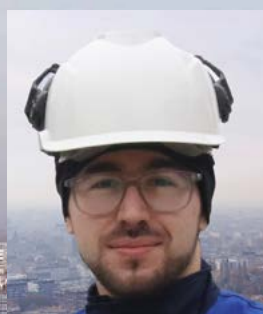
## GRZEGORZ ŁUKASIEWICZ

Specjalista Urządzeń  
Ciśnieniowych  
Zespół Badań Laboratoryjnych  
Urząd Dozoru Technicznego  
Oddział we Wrocławiu



## ANDRZEJ CZARNECKI

Specjalista ds. Nadzoru  
Urządzeń Mechanicznych  
KOGENERACJA S.A.



## FILIP ILJIN

Specjalista ds. Nadzoru  
Urządzeń Pozablokowych  
i Budowlanych  
KOGENERACJA S.A.

## Rozmowa z Andrzejem Czarneckim oraz Filipem Iljinem (KOGENERACJA S.A.)

Rozmawia: Małgorzata Suś-Ryszkowska, Redaktor Naczelna biuletynu „INSPEKTOR – Technika i bezpieczeństwo” (UDT)

**W obszarze badań i oceny stanu technicznego urządzeń i instalacji trwa nieustanny rozwój. Obecnie chodzi nie tylko o dbałość o życie i zdrowie ludzi oraz mienie - coraz większym wyzwaniem jest ochrona środowiska i oszczędność energii w każdej jej formie.**

Każdy z nas korzysta z energii w postaci ciepła. Obecnie dostępność ciepła i energii elektrycznej dla potrzeb gospodarczych i bytowych traktowana jest jako rzecz podstawowa i naturalna. Trudno sobie wyobrazić życie bez oświetlenia i komfortu cieplnego w mieszkaniu. Zaopatrują nas w to sieci ciepłownicze, czyli połączone ze sobą urządzenia i instalacje służące do przesyłania i dystrybucji ze źródeł ciepła do węzłów cieplnych. Sieci te łączą elektrociepłownie z budynkami odbiorców ciepła.



ZESPÓŁ ELEKTROCIĘPŁOWNI WROCŁAWSKICH

## KOGENERACJA SA

Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA S.A. jest producentem ciepła sieciowego i energii elektrycznej w układzie skojarzonym. Dzięki takiemu procesowi technologicznemu KOGENERACJA S.A. realizuje wymóg oszczędności i mało uciążliwego dla środowiska naturalnego wytwarzania dwóch niezbędnych dziś rodzajów energii. Ma to ogromne znaczenie dla aglomeracji wrocławskiej, w której zlokalizowane są zakłady Spółki.



Przyszłość ciepłownictwa w aspekcie oszczędności energetycznych wiąże się z wieloma wyzwaniami, ale my skupimy się na wątku zmniejszania strat podczas wytwarzania i strat sieciowych. Dla tych celów testowane są nowe, efektywne, szybkie i ekonomiczne techniki identyfikacji ubytków ciepła przesyłowego i gazów sprężonych na etapie wytwarzania. Wsparciem są m.in. kamery termowizyjne i akustyczne. Dodatkowo w określonych warunkach do badań wykorzystuje się bezałogowe statki powietrzne nazywane dronami. Coraz szybsze, skuteczniejsze metody oceny stanu technicznego urządzeń i instalacji wpisują się w dbałość o bezpieczną, efektywną energetycznie eksploatację, co zawsze znajduje odzwierciedlenie w wynikach ekonomicznych dla wszystkich stron danego procesu.

### Elektrociepłownia Wrocław

**(305 MW mocy elektrycznej + 812 MW mocy cieplnej)**

- blok ciepłowniczy BC-50 (55 MW mocy elektrycznej + 116 MW mocy cieplnej)
- 2 bloki ciepłownicze BC-100 (125 MW mocy elektrycznej + 208 MW mocy cieplnej każdy)
- 2 kotły wodne WP-120 (140 MW mocy cieplnej każdy)

## WSPÓLNE DOŚWIADCZENIA

**UDT: Jedną z podstawowych potrzeb człowieka jest poczucie bezpieczeństwa, a składa się na to m.in. ciepło. Państwo je zapewniać – chyba nie można bardziej ocieplić wizerunku firmy. Odbiorcy tej usługi nie zastanawiają się może nad wielką złożonością produkcji i dystrybucji ciepła. Jest to bardzo odpowiedzialny proces, w którym wykorzystuje się liczne urządzenia i instalacje, potencjalnie stwarzające zagrożenie. Jest to zadanie wymagające nieustannych technicznych, inżynierskich nakładów. Proszę przybliżyć Państwa priorytety, w szczególności te dotyczące bezpieczeństwa, w tym dla ludzi i środowiska.**



Fot. 1. Każdy beneficjent może wirtualnie odwiedzić Elektrociepłownię

**ANDRZEJ CZARNECKI:** Nasze działania opieramy na zasadach zrównoważonego rozwoju, który umożliwia osiągnięcie satysfakcjonującego wyniku ekonomicznego z troską o otoczenie społeczne i środowisko naturalne. Stawiamy na rozwój kultury bezpieczeństwa, minimalizację wypadków pracowników i wykonawców poprzez zapewnienie bezpiecznego środowiska pracy. Bardzo ważne jest budowanie świadomości za pomocą kampanii informacyjnych i szkoleń. Jesteśmy firmą o wysokiej kulturze organizacji, spółką nowoczesną i efektywną. W procesie wytwarzania ciepła eksploatujemy urządzenia gwarantujące wysoką jakość produkcji. Jesteśmy wytwórcą i dostawcą ciepła na lokalnym rynku. Oferujemy komfort cieplny dla mieszkańców aglomeracji wrocławskiej. Modyfikujemy na bieżąco nasze działania i procesy, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów i z poszanowaniem środowiska naturalnego. Mówiąc o dbałości o bezpieczeństwo, mamy na myśli aspekty techniczne, ale też ekonomiczne i ekologiczne. To właśnie jest naszą siłą napędową w poszukiwaniu coraz bardziej zaawansowanych metod diagnostyki, monitorowania i modyfikowania procesu wytwarzania i przesyłu ciepła. Dlatego też zastosowanie innowacyjnych metod diagnostycznych z wykorzystaniem statków bezzałogowych jak najbardziej wpisuje się w nasze działania.

**UDT: Dbłość o bezpieczeństwo i ekologię jest wpisane w Państwa firmę – już sama nazwa jest tego symbolem. Takie podejście, obecnie coraz bardziej aktualne, wymaga też wszechstronnej wiedzy i doświadczenia połączonych z kwalifikacjami. Jak Państwo osiągać cele z dbałością o bezpieczeństwo techniczne w tak wymagającym obszarze?**

**Kogeneracja jest skojarzonym wytwarzaniem energii elektrycznej w optymalny sposób wykorzystującym paliwa do jednoczesnego wytworzenia ciepła i energii elektrycznej.**

**FILIP ILJIN:** Nazwa naszej firmy odwołuje się do procesu technologicznego, który polega na jednoczesnym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej, czyli kogeneracji. Praca układu umożliwia wykorzystanie ciepła odpadowego do celów ciepłowniczych, co wpisuje się w aktualne trendy efektywnej gospodarki energią i bycia „ekofriendly”. Bezpieczeństwo techniczne wymaga ciągłego nadzoru urządzeń i analizy danych dostarczanych z przyrządów pomiarowych. Mimo znacznego zautomatyzowania procesu to człowiek pełni tutaj kluczową rolę ze względu na to, że jest w stanie szerzej zinterpretować wyniki dostarczone przez opomiarowanie oraz indywidualnie podejść do danego problemu.

**ANDRZEJ CZARNECKI:** Jeśli chodzi o bezpieczeństwo, zarówno ekonomiczne, jak i ekologiczne, ocenę stanu naszych instalacji wytwarzania i przesyłu ciepła chcemy prowadzić coraz bardziej zaawansowanymi metodami, stawiając na systematyczność i ciągłość badań. Podjęliśmy współpracę z ekspertami UDT w obszarze badań z wykorzystaniem innowacyjnych metod. W ramach prowadzonych działań, dzięki zastosowaniu kamery termowizyjnej oceniony został stan rurociągów, którymi dostarczane jest ciepło w postaci wody sieciowej do mieszkańców miasta. Wykorzystano do tego dron, który sprawnie i systemowo pozwolił ocenić ilościowy i jakościowy ubytek ciepła, szczególnie w okolicach połączeń oraz izolacji. W procesie wytwórczym badania prowadzone były dla urządzeń sprężarkowni oraz na rurociągach pyłu. W sprężarkowni składającej się z wielu elementów (sprężarki, filtry, zbiorniki ciśnieniowe, elementy automatyki) wykorzystana została technika akustyczna. Specjalna kamera ultradźwiękowa „słuchała” i obrazowała w czasie rzeczywistym błędy wykrywane w funkcjonowaniu urządzeń. Dzięki temu dużo szybciej, w porównaniu z tradycyjnymi metodami, zidentyfikować można np. miejsca wycieków gazów sprężonych.

Dzięki zebranych danym możliwe będzie oszacowanie stanu technicznego eksploatowanych urządzeń, zaplanowanie ich modernizacji, a także szybkie reagowanie na ewentualne awarie. Kontrola infrastruktury energetycznej za pomocą nowych technologii eliminuje lub minimalizuje czas wyłączenia badanej instalacji, a także pozwala na zwiększenie liczby oraz poprawę jakości kontroli. Ich kluczową zaletą jest możliwość szybkiego dotarcia do trudno dostępnych i niebezpiecznych miejsc oraz sprawdzenie poszczególnych elementów instalacji z niewielkiej odległości. Odpowiednie utrzymanie urządzeń jest kluczowe zarówno dla prawidłowego działania całego systemu, jak i zapewnienia bezpieczeństwa obsługi.

**UDT: Jakie widzicie Państwo perspektywy we wspomnianej systemowej ocenie stanu technicznego urządzeń i rurociągów w wykorzystaniu zaawansowanych metod badawczych, takich jak kamery akustyczne lub termowizja?**

**FILIP ILJIN:** Wykorzystanie nowoczesnych technik wyposażonych w systemy detekcji cyfrowej danych z pomiarów pokazuje nam nową skalę jeśli chodzi o obszar analizy oraz gromadzenia danych. Przy wykorzystywaniu takiej ilości informacji można mówić już o tzw. *big data*. Wyniki ze wspomnianych badań mogą być doskonałą częścią wsadu dla takiego zbioru danych w ciepłownictwie. Ich wykorzystanie ma potencjalnie kluczowe znaczenie w codziennym funkcjonowaniu sieci ciepłowniczych i predykcji zdarzeń dotyczącej np. stabilności pracy urządzeń oraz zwiększania efektywności energetycznej. Dane z urządzeń pomiarowych w źródłach ciepła lub ciepłociągach, w tym dotyczące strat ciepła, są elementem do zarządzania energią. Odpowiednio użyte dane mogą zoptymalizować zużycie energii i koszty całego procesu.

**UDT: Jak zaczęła się współpraca z UDT w zakresie badań z wykorzystaniem jednostek latających wyposażonych w termowizję i kamer akustycznych?**

**ANDRZEJ CZARNECKI:** W Zespole Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA S.A. we Wrocławiu drony UDT pojawiły się w tym roku. Eksperti UDT zaprezentowali innowacyjne metody badawcze. Na udostępnionych instalacjach zostały wykonane pokazowe inspekcje poszczególnych fragmentów instalacji z użyciem zaawansowanych metod diagnostycznych. Poszczególne metody zostały omówione pod kątem ich wykorzystania dla oceny ubytków ciepła na ciepłociągach lub wycieków powietrza w procesie produkcyjnym.

Po wizycie na obiektach EC Wrocław zaprezentowany został film z inspekcji zbiornika na paliwo wykonanej dronem wyposażonym w kamerę wysokiej rozdzielczości. Omówiono zastosowanie takiego rozwiązania do wykonania diagnostyki (badań wizualnych) ekranów komory paleniskowej kotłów parowych. Urząd Dozoru Technicznego dopuszcza badanie dronem urządzeń i instalacji w ramach badań okresowych – rewizji wewnętrznej, jako badania zastępcze. Zastosowanie tej metody skraca czas wyłączenia urządzenia czy instalacji z ruchu oraz wpływa na obniżenie kosztów przygotowania do badań, np. dzięki rezygnacji z budowy rusztowania czy neutralizacji atmosfery.

**TERMOWIZJA DRONAMI**

Drony należą obecnie do powszechnie znanych urządzeń, ale nie wszyscy wiedzą, że wykorzystywane są do prowadzenia inspekcji, do badań i oceny stanu wielu instalacji technicznych, np. procesowych, przesyłowych czy energetycznych. Statki te, wyposażone w coraz bardziej zaawansowane detektory, są inspiracją dla kolejnych, nowych zastosowań.

Do wykonywania inspekcji wykorzystywane są drony ELIOS II	Kamera Zenmuse H20T jest hybrydową głowicą
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kamera 4k Ultra HD: 3840 x 2160 at 30 fps</li> <li>● Oświetlenie własne LED 10 tys. Lumenów</li> <li>● Kamera termowizyjna</li> <li>● Zakres pracy od 0 do +50°C – w skrajnych temperaturach konieczność odpowiedniego przygotowania</li> <li>● 7 czujników optycznych, automatycznie stabilizujących lot względem najbliższego otoczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kamera 20MP (CMOS 1/1,7") z zoomem optycznym 20x</li> <li>● Dodatkowy zoom cyfrowy 200x</li> <li>● Kamera szerokokątna 12MP (CMOS 1/2,3")</li> <li>● Radiometryczna kamera termowizyjna 640x512 30Hz</li> <li>● Dalmierz laserowy</li> </ul>
<p><b>Dron DJI Matrix M300 z kamerą Zenmuse H20T to idealne narzędzie do wykonywania w pełni profesjonalnych inspekcji termowizyjnych instalacji przemysłowych, technologicznych i przesyłowych.</b></p>	

Urząd Dozoru Technicznego realizuje badania, wykorzystując dron DJI Matrice 300 RTK z kamerą termowizyjną Zenmuse H20T. Umożliwia to sprawne wykonanie w sposób profesjonalny badania rurociągów przesyłowych pod kątem detekcji strat ciepła. Dron DJI Matrice 300 RTK jest platformą wielozadaniową. W konfiguracji z kamerą Zenmuse H20T jest kompletnym urządzeniem pozwalającym na wykonanie inspekcji w sposób dokładny i szybki.



Platforma DJI M300 standardowo wyposażona jest w system RTK, który umożliwia odbiór sygnału z satelit czterech systemów GNSS: GLONASS, GPS, BeiDou, Galileo.



Oświetlenie zainstalowane jest na górze i na dole drona. Włączane i wyłączane jest w sposób automatyczny, gdy otoczenie jest zbyt ciemne dla czujników optycznych.

Dron wyposażony jest w bardzo jasne, mrugające i widoczne z każdej strony oświetlenie pozycyjne.



Dron DJI Matrice 300 RTK został wyposażony w system AirSense. Oznacza to, że dron został wyposażony w lotniczy transponder ADS-B i sam też odbiera sygnały z takich transponderów w samolotach i helikopterach znajdujących się w okolicy.

W sytuacji gdy w pobliżu pojawi się inny obiekt latający, helikopter czy samolot, aplikacja poinformuje operatora o tym fakcie, a lokalizacja obiektu zostanie wyświetlona na mapie.

DJI M300 wyposażony jest stereo-optyczne czujniki przeszkód oraz w znajdujące się z każdej strony czujniki odległości na podczerwień (przód, tył boki, góra, dół).



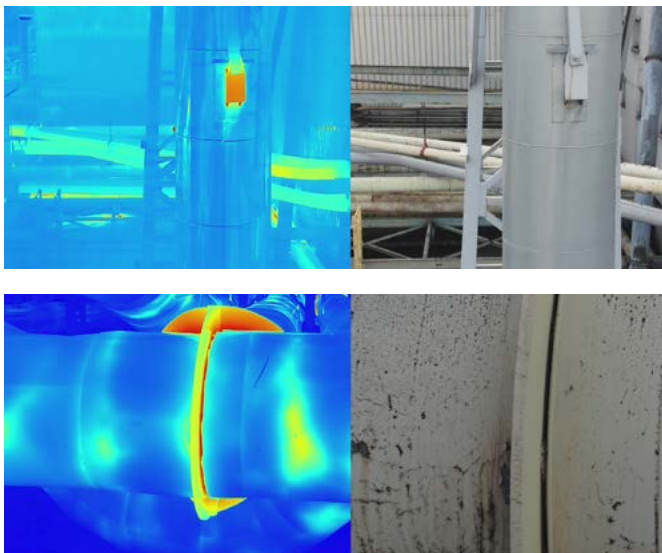
Inspekcje instalacji przemysłowych z wykorzystaniem drona DJI Matrice 300 RTK w konfiguracji z kamerą Zenmuse H20T pozwalają na profesjonalne wykonywanie inspekcji termowizyjnych instalacji przemysłowych. Cała automatyka drona wraz z opracowanym planem ekspertyzy, w trakcie której będzie wykonana ocena termowizyjna instalacji przemysłowych, daje pewność szybkich i wiarygodnych wyników.

Dodatkową zaletą wykonania ekspertyzy dronami jest możliwość nagrywania trwale materiału z lotu. Poza podglądem na aparaturze pilota, cały lot i wszystkie metadane są rejestrowane, a obraz nagrywany jest w rozdzielczości 4K, co umożliwia, po zakończeniu badań, przesłanie i analizę filmu na ekranie komputera.

**Kontrole z wykorzystaniem dronów przede wszystkim znacząco zmniejszają czas poświęcany na inspekcje badanych obiektów. Korzystanie z dronów w energetyce ma również wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa. Skrócenie czasu pracy w terenie oraz zmniejszenie liczby osób zaangażowanych do prac kontrolnych przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa.**

**BADANIA RUROCIĄGÓW**

Badaniom z wykorzystaniem kamery termowizyjnej poddano izolację termiczną magistrali ciepłowniczej pod kątem jej sprawności. Podczas ekspertyzy technicznej rurociągu ciepłowniczego stwierdzono różnice temperatur występujące w miejscach izolacji. Przyczyną są ubytki izolacji na kołnierzach rurociągow i elementach konstrukcyjnych (trójnik, zawiesia) oraz nieszczelności na połączeniach blach zewnętrznych izolacji. Jest to naturalny proces związany z czasem eksploatacji, jednak ta technika pozwala sprawnie zidentyfikować miejsca strat energetycznych i sukcesywnie je eliminować.



Rys. 1. Badanie termowizyjne instalacji ciepłowniczej w KOGENERACJI S.A. we Wrocławiu

**KAMERA AKUSTYCZNA**

Badania realizowane są z wykorzystaniem kamery ultradźwiękowej FLIR Si124. Jest to jednoręczne urządzenie o niewielkiej wadze, łatwy w użyciu samodzielny system. Dzięki niej można zlokalizować miejsca nieszczelności znacznie szybciej niż podczas stosowania tradycyjnych metod. Dzięki kamerze akustycznej można lokalizować wycieki np. w układach sprężonego powietrza. Dzięki sprawnej identyfikacji wycieków można zminimalizować ich koszty. Ilościowa analiza rozmiaru wycieków umożliwi systemowe podejście do ich redukcji. Regularne pomiary instalacji przy pomocy kamery akustycznej mogą obniżyć koszty produkcji sprężonego powietrza.

**KAMERA AKUSTYCZNA**  
**Urządzenie służące do wykrywania nieszczelności na instalacjach gazów sprężonych, rurociągów pyłu.**

**Technologia ultradźwiękowa wykorzystuje fale dźwiękowe o wysokiej częstotliwości do wychwytywania potencjalnych nieprawidłowości w działaniu układów mechanicznych, elektrycznych i płynów, które są zwykle niewidoczne. Częstotliwości te zwykle mieszczą się w za-**

**kręsie od 20 kHz do 100 kHz i są poza zasięgiem ludzkiego słuchu. Urządzenia pomiarowe przekształcają częstotliwości ultradźwięków w obraz, który można obserwować w czasie rzeczywistym jako intensywność lub poziomy dB na panelu wyświetlacza.**



Rys. 2. Kamera ultradźwiękowa FLIR Si124

**JAK DZIAŁA KAMERA AKUSTYCZNA?**

**Kamera FLIR Si124**

**Autonomiczny system do pomiarów obrazu akustycznego i analizy sygnału.**

- Czulość, dokładność: <0 dB
- Zakres dynamiki: >120 dB
- Szerokość pasma: 2 kHz do 65 kHz, regulowany zakres
- Odległość pomiaru: od 0,3 m do 100 m

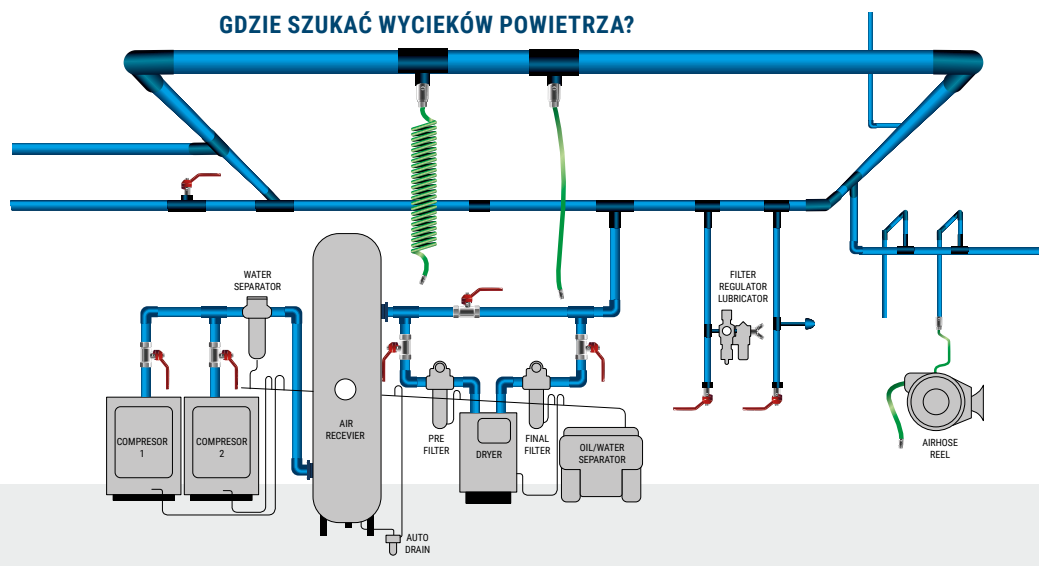
Kamera wyposażona jest w 124 niskoszumowe mikrofony wytwarzające precyzyjny obraz akustyczny w czasie rzeczywistym. Obraz ten jest nakładany na obraz z kamery cyfrowej, co pozwala na dokładne zlokalizowanie źródła dźwięku nawet w głośnym środowisku przemysłowym.

Integralnym elementem kamery jest usługa chmurowa FLIR Acoustic Camera Viewer. Kamera automatycznie zapisuje zarejestrowany obraz w zintegrowanej z nią chmurze wirtualnej, z której generowany jest pełny raport.

Obserwacje wykonywać można w odległości do 100 m, choć praktyka pokazuje, że najdokładniejsze wyniki dla instalacji są przy odległości 5–10 m.

Każdy wyciek pod ciśnieniem będzie powodował turbulencje, które można lokalizować przy użyciu ultradźwięków. Kiedy wyciek przedostaje się do powietrza, znalezienie go inną metodą niż ultradźwięki jest trudne i czasochłonne.

- sprzęgła
- węże
- rury
- armatura
- złącza rurowe
- szybkozłącza
- filtr / regulator / smarownica
- pułapki kondensatu
- zawory
- kołnierze
- opakowania
- uszczelniacze do gwintów
- syfony kondensatu
- zawory odcinające



Rys. 3. Miejsca obserwacji kamerą akustyczną (źródło: FLIR)

### BADANIA INSTALACJI

Ekspertyza polegała na pomiarze wycieków sprężonego powietrza na instalacji procesowej. Badaniom poddano wybrane miejsca sprężarkowni, której urządzenia służą do oczyszczania sprężonego powietrza z różnego rodzaju zanieczyszczeń, takich jak pył czy wilgoć. Kamera również „nasłuchiwało” rurociągi pyłu. W wyniku badań wykryto wycieki powietrza o różnym nasileniu i oszacowano ich rozmiary w różnych punktach. Dzięki zintegrowaniu kamery z wirtualną chmurą możliwe jest też określenie rocznych kosztów wycieku.



### PERSPEKTYWY

Zaprezentowane metody spotkały się z dużym zainteresowaniem. Ustalono, że w niedalekiej przyszłości UDT zaprezentuje kolejne metody diagnostyczne, które mogą zostać wykorzystane we wrocławskiej KOGENERACJI. Współpraca ta może być rozwojowym przykładem praktycznego wykorzystania możliwości innowacyjnych technik w badaniach dla bezpieczeństwa technicznego, ekonomicznego i ekologicznego. Na terenie całej Polski widoczne jest coraz większe zapotrzebowanie na zaawansowane inspekcje UDT. Nowoczesne wyposażenie aparaturowo-badawcze wraz z przeszkolonym personelem są kluczem do nowoczesnego wsparcia przemysłu i wielu branż, w tym energetycznej i ciepłowniczej. Opisane dotychczas cechy i zalety badań oraz samych urządzeń w połączeniu z ich mobilnością dostarczają nam nowych możliwości inspekcyjnych.