

# MONITORING I DIAGNOSTYKA MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH

## DRONY Z KAMERĄ TERMOWIZYJNĄ



**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



**PIOTR  
KARWOWSKI**

Specjalista ds. Rozwoju Metod  
Badawczych  
Departament Innowacji  
i Rozwoju  
Urząd Dozoru Technicznego

MODUŁY FOTOWOLTAICZNE TO PRAKTYCZNIE BEZOB-  
SŁUGOWE URZĄDZENIA. POŁĄCZONE W SZEREGI TWO-  
RZĄ ELEKTROWNIE FOTOWOLTAICZNE POTOCZNIE  
NAZYWANE FARMAMI FOTOWOLTAICZNYMI. ZE WZGLĘ-  
DU NA PRACĘ W WARUNKACH ATMOSFERYCZNYCH  
ORAZ WYMOGI EKONOMICZNE, KTÓRE NARZUCAJĄ  
EKSPLOATACJĘ MODUŁÓW Z MAKSYMALNĄ MOŻ-  
LIWĄ EFEKTYWNOŚCIĄ, KONIECZNE JEST WYKONY-  
WANIE OKRESOWYCH KONTROLI W CELU WYKRYCIA  
USTEREK ORAZ WAD POWSTAŁYCH W TRAKCIE EKS-  
PLOATACJI.

Szybki rozwój nowych technologii i cyfryzacji wpływa coraz  
intensywniej na rozwój technik badawczych wykorzystywa-  
nych do oceny stanu technicznego urządzeń i instalacji.  
Są one wsparciem dla człowieka w podnoszeniu bezpie-  
czeństwa ludzi, mienia i środowiska. Obiektów do badań  
jest coraz więcej, są one coraz bardziej skomplikowane  
i zaawansowane technologicznie. To też jest przyczynkiem  
do poszukiwań nowych technik badawczych.

Dzisiaj wspierają nas bezzałogowe  
statki powietrzne nazywane dronami.  
Choć te jednostki latające znane są  
od dość dawna, to wciąż odkrywamy  
ich nowe zastosowania. Wciąż przy-  
bywa branż, dla których wsparciem  
mogą być drony.



## BEZZAŁOGOWE STATKI POWIETRZNE

Obecnie dzięki dronom, które mogą być wyposażone w systemy antykolidyjne można z powodzeniem wykonywać inspekcje przestrzeni zamkniętych. Drony zaś wyposażone w specjalne wysokorozdzielcze i termowizyjne kamery, mogą pomóc ocenić stan techniczny urządzeń na wysokościach np. żurawi wieżowych lub zastąpić żmudne i trudne terenowo badania farm wiatrowych lub fotowoltaicznych. Dane z kamer zainstalowanych na dronie są przekazywane zdalnie do operatora drona i jednocześnie zapisywane na karcie SD. Daje to możliwość bardzo wnikliwej analizy materiału odtwarzanego na komputerze.

## BADANIA ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNYCH

**Wykonanie inspekcji termowizyjnej elektrowni fotowoltaicznej z wykorzystaniem drona jest możliwe jedynie w II i III kwartale roku. W ciepłych, letnich miesiącach gdy słońce góruje wysoko nad widnokresem, energia docierająca do modułów fotowoltaicznych pozwala na wykrycie w obrazie termowizyjnym nieprawidłowości w działaniu modułów.**

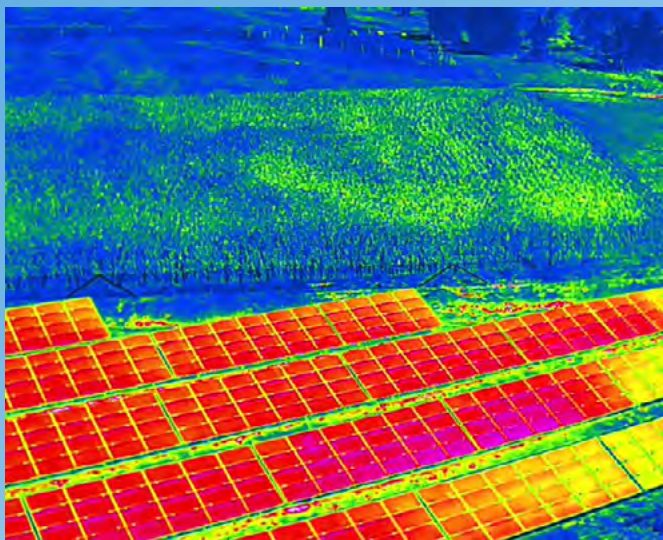
Wspomniane wcześniej wymogi ekonomiczne w całkowitym czasie eksploatacji narzucają na zarządców instalacji PV (PV skrót z ang. Photovoltaics tj. fotowoltaika) podejmowanie szeregu działań pozwalających na zwrot z inwestycji. Zaniechanie wykonywania okresowych inspekcji termowizyjnych modułów fotowoltaicznych może powodować utratę przychodu nawet do 20% w skali roku.

**Inspekcje termowizyjne z wykorzystaniem dronów są dużo efektywniejsze niż tradycyjne czasochłonne inspekcje termowizyjne z wykorzystaniem ręcznych kamer termowizyjnych. Przy zastosowaniu ręcznych kamer termowizyjnych zdjęcia termowizyjne modułów są wykonywane przez wiele dni, a następnie analizowane przez wykwalifikowaną kadrę.**

**Przy wykorzystaniu dronów cały proces inspekcji jest w praktyce półautonomiczny. Operator drona w odpowiednim oprogramowaniu planuje lot z uwzględnieniem wszystkich niezbędnych parametrów potrzebnych do wykonania prawidłowej inspekcji termowizyjnej modułów. Są to przede wszystkim wysokość, prędkość oraz tor lotu, odpowiedni kąt ustawienia kamery względem modułów i prawidłowy dobór parametrów kamery do panujących warunków atmosferycznych.**

## DIAGNOZA I ANALIZA DANYCH

**Po wykonaniu lotu zdjęcia termowizyjne zostają przesłane na komputer i przy wykorzystaniu odpowiedniego oprogramowania analitycznego wykorzystującego algorytmy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego dokonywana jest natychmiastowa i precyzyjna diagnostyka wszystkich przesłanych zdjęć. Na zdjęciach zobrazowane są moduły na farmie fotowoltaicznej. Dane w takiej formie masowo są analizowane przez sztuczną inteligencję pod kątem wykrywania nieprawidłowości.**



Podczas badania farmy PV o mocy 1MW, dron wykonuje około 500 zdjęć na powierzchni 1ha, co zajmuje około jednej godziny. Całkowity czas od wykonania badania do przedstawienia raportu jest nieporównywalnie mniejszy od klasycznej, ręcznej metody. Dzięki wykorzystaniu dronów do wykonania zdjęć termowizyjnych proces oceny stanu technicznego instalacji przekłada się na znaczne obniżenie kosztów dla eksploatującego. Ponadto eksploatujący jako wynik badania otrzymuje raport z pełną diagnostyką swojej farmy fotowoltaicznej.

**Typowe usterki które można zidentyfikować w trakcie inspekcji kamerą termowizyjną to lokalizacja hotspotów, mikropęknięć, uszkodzeń mechanicznych, zabrudzeń, zacienień a także awarie lub wyłączenia całych szeregów modułów.**

### CZY WIESZ?

Moduł fotowoltaiczny zbudowany jest z wielu połączonych szeregowo ogniw, w których na skutek dostarczenia energii słonecznej generowany jest prąd elektryczny. Zacienienie pojedynczego ogniwa np. przez komin lub liść sprawia, że nie może ono wytwarzać tyle energii co dobrze nasłonecznione ogniwa w tym szeregu. Skutkuje to spadkiem mocy wytwórczej na wszystkich ogniwach w szeregu do mocy najsłabszego ogniwa co przekłada się na obniżenie sprawności całej instalacji. W konsekwencji zacienienia pojedynczego ogniwa powstaje wsteczny prąd przepływu, który przepływając przez zacienione ogniwo powoduje wzrost jego temperatury. Jeżeli ogniwo posiada mikropęknięcia bądź inne defekty tworzą się w tych miejscach gorące punkty - hot spoty. Wzrost temperatury na hot spotcie może osiągać temperaturę nawet do 200 stopni Celsjusza co stwarza ogromne zagrożenie samozapłonu panelu fotowoltaicznego.

Każda zdiagnozowana usterka jest identyfikowana i opisywana w raporcie wraz ze wskazaniem konkretnej lokalizacji modułu. Tak szczegółowy raport daje możliwość celowych, szybkich i bardzo skutecznych napraw instalacji, co do minimum skraca czas od momentu zdiagnozowania usterki aż do jej usunięcia. Idzie za tym również minimalizowanie strat wynikających ze spadków produkcji energii elektrycznej.

### STATKI BEZzałogowe UDT

Urząd Dozoru Technicznego obecnie wykorzystuje jeden z najlepszych modeli drona i kamery termowizyjnej dostępnych na rynku. Umożliwia on wykonanie w sposób profesjonalny inspekcji ogniw fotowoltaicznych. Jest to dość dobrze znany dron DJI Matrice 300 RTK z kamerą termowizyjną Zenmuse H20T.

Termowizyjne oceny stanu technicznego elektrowni fotowoltaicznych prowadzone są z wykorzystaniem Drona DJI Matrice 300 RTK, który jest platformą wielozadaniową. W konfiguracji z kamerą Zenmuse H20T jest kompletnym urządzeniem pozwalającym na profesjonalne wykonanie inspekcji termowizyjnych paneli fotowoltaicznych.



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

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 oświetlenie pozycyjne bardzo jasne, mrużące i widoczne z każdej strony.

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





Ponadto dron DJI Matrice 300 RTK został wyposażony w system Air-Sense. 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.

Cała automatyka drona wraz z prawidłowo zaplanowaną misją w trakcie której będzie wykonana inspekcja termowizyjna paneli fotowoltaicznych daje niemal 100% gwarancję wykonania prawidłowej inspekcji, minimalizując ryzyko uszkodzenia ogniw praktycznie do zera.

#### Kamera Zenmuse H20T jest hybrydową głowicą.

- Głowica ta jest wyposażona w kilka elementów.
- Kamera 20MP (CMOS 1/1,7") z zoomem optycznym 20x
- Dodatkowy zoom cyfrowy 200x
- Kamera szerokokątna 12MP (CMOS 1/2,3")
- Radiometryczna kamera termowizyjna 640x512 30Hz
- Dalmierz laserowy

Dron DJI Matrix M300 z kamerą Zenmuse H20T to idealne narzędzie do wykonywania w pełni profesjonalnych inspekcji termowizyjnych dużych jak i małych przydomowych instalacji fotowoltaicznych.

#### PERSPEKTYWY I ROZWÓJ

Podjęto wiele nowych zastosowań powietrznych statków bezzałogowych w UDT. Opisywane były już badania prowadzone dla żurawi wieżowych, dźwigów osobowych oraz w zamkniętych przestrzeniach tj. zbiornikach paliwa. Coraz szersze zainteresowanie tą techniką oceny urządzeń i instalacji powoduje, że w UDT widzimy, jak potrzebne jest otwieranie kolejnych punktów stacjonowania dronów, zwiększanie ich floty oraz liczby przeszkolonego personelu. Wykorzystanie dronów staje się standardem w pracy inspektora UDT. W następnych numerach magazynu „INSPEKTOR” poznacie Państwo kolejne możliwości zastosowania dronów w badaniach dla bezpieczeństwa.

