

MONITORING I DIAGNOSTYKA TURBIN WIATROWYCH DRONY Z KAMERĄ TERMOWIZYJNĄ



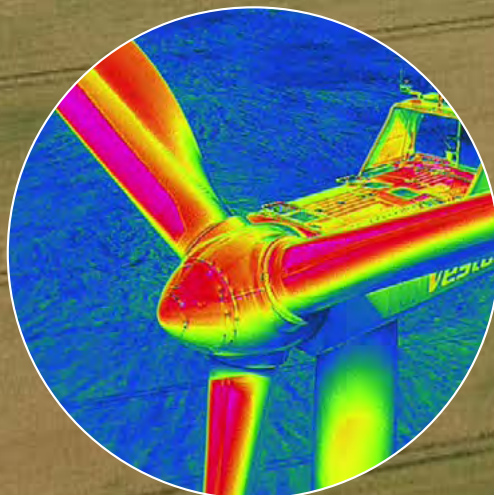
**MGR INŻ. GRZEGORZ
ŁUKASIEWICZ**

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



**MGR INŻ. PIOTR
NIEMCZYK**

Kierownik Działu
Urzędzeń Ciśnieniowych
Urząd Dozoru Technicznego
Oddział we Wrocławiu



TURBINY WIATROWE TO JEDEN Z FILARÓW ROZWIJAJĄCEGO SIĘ SEKTORA ENERGII ODNAWIALNEJ. WYKORZYSTANIE TURBIN WIATROWYCH DO PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ NIESIE SZEREG KORZYŚCI. ZASOBY ENERGII WIATROWEJ SĄ POWSZECHNIE DOSTĘPNE, A JEJ EKSPLOATACJA NIE ZANIECZYSZCZA ŚRODOWISKA NATURALNEGO.

NIEZAWODNA PRACA I PRAWIDŁOWA WYDAJNOŚĆ TURBIN SĄ KLUCZOWE W PRODUKCJI ZIELONEJ ENERGII. DLATEGO BARDZO ISTOTNA JEST REGULARNA KONTROLA ŁOPAT I INNYCH ELEMENTÓW TURBIN WIATROWYCH. WCZESNE WYKRYCIE USZKODZEŃ W TURBINIE WIATROWEJ POZWALA ZAPLANOWAĆ LUB OD RAZU ROZPOCZĄĆ DZIAŁANIA. UMOŻLIWIA TO ZMINIMALIZOWANIE RYZYKA WYSTĄPIENIA POWAŻNEJ AWARII ORAZ KOSZTOWNEGO PRZESTOJU.

Poszukiwanie nowych technik badawczych, pozwalających na zwiększenie dyspozycyjności urządzeń przemysłowych w czasie badań technicznych, od zawsze wpisane jest w stały rozwój UDT. Poszukiwane są też metody podniesienia poziomu bezpieczeństwa ekspertów wykonujących badania.

Obecnie "bezzałogowce" wykorzystywane są w badaniach technicznych prowadzonych w ramach inspekcji. Dzięki ich użyciu badania mogą być realizowane relatywnie szybko i tanio, w miejscach trudno dostępnych.

Specjalistyczny dron jest rozwiązaniem spełniającym wymagania bezpieczeństwa i jednocześnie jest narzędziem do przeprowadzenia profesjonalnego badania.

DLACZEGO REGULARNE KONTROLE TURBIN WIATROWYCH SĄ TAK WAŻNE?

Turbiny wiatrowe to bardzo skomplikowane urządzenia ulokowane na wieżach masztowych o wysokości dochodzącej obecnie do 200 m. Łopaty turbin wiatrowych podczas pracy poddawane są złożonym czynnikom zewnętrznym. Są to obciążenia mechaniczne i ekstremalne naprężenia oraz wpływ czynników środowiskowych. Wymienić można oddziaływanie kropli deszczu, piorunów, gradu lub ziaren piasku. Występują też oblodzenia, zmiany wilgotności oraz wahania temperatury. Wpływ mają także zanieczyszczenia mogące powodować degradację materiału lub powłok ochronnych.

Badanie stanu turbin wiatrowych można przeprowadzić z wykorzystaniem drona, który dostarcza wizualne oraz termograficzne obrazy powierzchni łopat i innych elementów. Regularne badania turbin pozwalają zapobiegać ich uszkodzeniom czy nawet skrajnym zniszczeniom, np. odłamaniu się łopaty turbiny wiatrowej.

Do inspekcji turbin wiatrowych Urząd Dozoru Technicznego wykorzystuje wysoko-specjalistycznego drona DJI Matrice 300 RTK z kamerą termowizyjną Zenmuse H20T.

BADANIA TURBIN I PARAMETRY DRONA

Każda inspekcja dronem w przestrzeni otwartej jest szczegółowo przygotowana i zaplanowana. Poza przygotowaniem drona do inspekcji warunkiem koniecznym jest zaplanowanie misji. Określamy termin, lokalizację i czas trwania badania oraz maksymalną wysokość lotu.

Dron jest wyposażony w kamerę cyfrową, kamerę termowizyjną lub ich kombinację, w zależności od zakresu zadania inspekcyjnego. Obraz z kamery cyfrowej stanowi dowód wizualny usterek, uszkodzeń, wżerów, które mogą pojawiać się na gondoli, łopatach wirnika i połączeniach śrubowych.

Kontrola termowizyjna jest to bezkontaktowa i nieniszcząca metoda, która umożliwia zbadanie dużego obszaru łopaty turbiny pod kątem jej wad konstrukcyjnych i słabych punktów. Dzięki termografii w podczerwieni dron monitoruje zmiany temperatury powierzchni m.in. łopat wirników turbin wiatrowych.

Profil temperaturowy powierzchni łopaty turbiny wskazuje na potencjalne wady. Podczas inspekcji zespół specjalistów wykonuje lot dronem do wymaganej pozycji w celu wykonania inspekcji łopaty, wirnika oraz zebrania danych, co umożliwia natychmiastową ocenę stanu turbiny wiatrowej na miejscu. Dron utrzymuje się stabilnie w powietrzu i radzi sobie z wiatrem do prędkości 15 m/s. Zdalna inspekcja, w zależności od warunków pogodowych, może być prowadzona nieprzerwanie przez około 40 minut.



Misję należy zgłosić w Państwowej Agencji Żeglugi Powietrznej (PAŻP) w czasie określonym przepisami przed wykonaniem inspekcji. PAŻP akceptuje misję i określa warunki jej wykonania.

W dniu misji należy zgłosić fakt wykonania lotu w narzędziach informatycznych przygotowanych przez Państwową Agencję Żeglugi Powietrznej.

DRONY DO BADAŃ

Drony są wyposażone w liczne czujniki mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa w powietrzu. Dron DJI Matrice 300 RTK jest platformą wielozadaniową. W zależności od konfiguracji może wykonywać różne misje.

- Integralną częścią wyposażenia drona DJI M300 są stereo-optyczne czujniki przeszkód oraz czujniki odległości na podczerwień z każdej strony (przód, tył, boki, góra, dół).
- Zainstalowane jest oświetlenie, które w sposób automatyczny jest włączane i wyłączane, gdy otoczenie jest zbyt ciemne lub jasne. Czujniki optyczne włączają oświetlenie nad lub pod dronem.
- Dron wyposażony jest w oświetlenie pozycyjne bardzo jasne, mrugające i widoczne z każdej strony.
- Platforma DJI M300 standardowo ma wbudowany system RTK, który umożliwia odbiór sygnału z satelitów czterech systemów GNSS: GLONASS, GPS, BeiDou, Gallileo.



Kamera Zenmuse H20T jest głowicą hybrydową. Wyposażona jest 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 Matrice 300 RTK wyposażony jest w lotniczy transponder ADS-B oraz system AirSense. Dron również odbiera sygnały z innych transponderów w samolotach i helikopterach znajdujących się w okolicy.

Inne obiekty latające są sygnalizowane operatorowi statku przez aplikację. Lokalizacja obiektu wyświetla się na mapie.

BEZPIECZEŃSTWO

Ocena stanu technicznego łopat turbin wiatrowych prowadzona metodami wizualnymi wymaga pracy na wysokości. To niebezpieczne zadanie, do którego wykonania zaangażowanych jest kilka osób. Dodatkowo niesie za sobą ryzyko upadku człowieka z dużej wysokości bądź uszkodzenia łopaty przez sprzęt wykorzystywany do podejścia linowego. Użycie dronów eliminuje całkowicie ryzyko upadku człowieka z wysokości. Wykorzystanie wysokiej klasy sprzętu i dobrze wyszkolonego personelu lotniczego sprawia, że ryzyko uszkodzenia łopat bądź innych elementów turbiny jest znikome.



W UDT stale powiększamy flotę dronów przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zamkniętych lub na wysokościach. Te bezałogowe statki powietrzne uzupełniają bądź nawet zastępują pracę inspektora. Obecnie drony stały się narzędziem wykorzystywanym do zapewnienia bezpieczeństwa publicznego.

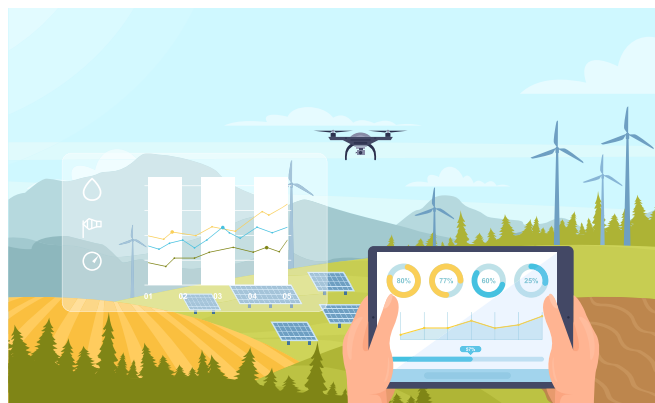
Dodatkowym plusem inspekcji dronem jest kompleksowość oceny stanu technicznego. Klasyczna metoda inspekcji realizowana na dużej wysokości niesie większe ryzyko przeoczenia wskazań. W przypadku dronów materiał wideo jest automatycznie rejestrowany i analizowany bardzo dokładnie na ekranie monitora. Automatycznie tworzona historia badań jest pomocna do porównawczej analizy uszkodzeń podczas kolejnych badań.



DOKUMENTOWANIE STANU TECHNICZNEGO

Uszkodzone łopaty stwarzają zagrożenie zarówno dla personelu obsługującego turbiny wiatrowe, jak i dla środowiska. Drony wyposażone w zaawansowane kamery i sensory dostarczają wysokiej jakości obraz i dane. Bezałogowy statek powietrzny, w sposób bezpieczny dla ludzi i turbiny, w bardzo krótkim czasie zbiera i rejestruje kompletne dane potrzebne do prawidłowej oceny łopat. Kamery termowizyjne pozwalają na identyfikację miejsc uszkodzeń lub degradacji. Podczas oblotu możliwe jest obserwowanie stanu konstrukcji online. Po każdym oblocie dronem pozostaje dokumentacja wideo, która może być wykorzystana podczas kolejnego badania czy też do celów szkoleniowych.

Tylko regularna kontrola i dokumentowanie jej wyników daje możliwość identyfikacji wskazań. Pozwala to służbom inżynierskim prawidłowo ocenić potencjalne zagrożenia i w odpowiednim czasie podjąć działania serwisowo-konserwacyjne.

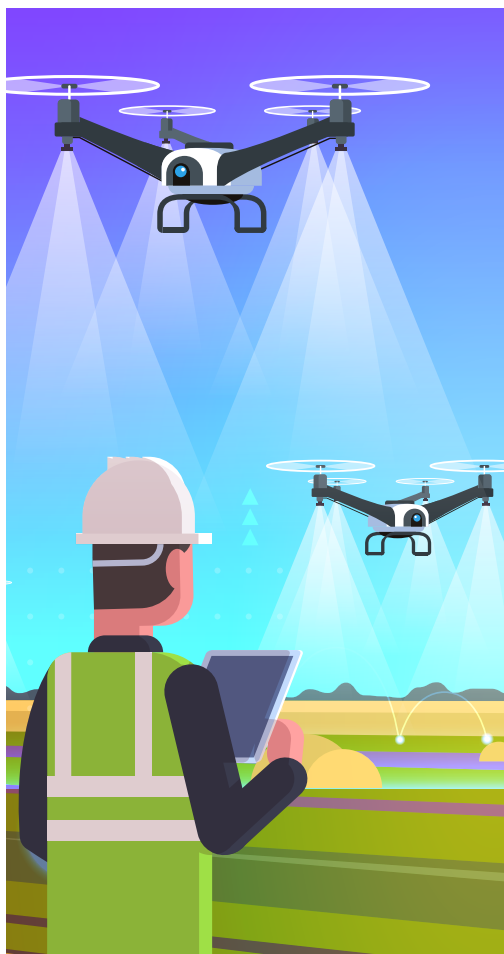


CZAS I KOSZTY

Inspekcja dronem trwa dużo krócej od badania tradycyjnego. Pełna inspekcja pojedynczej turbiny wiatrowej, z udziałem inspektorów pracujących na wysokości, może trwać od 3 do 6 godzin, podczas gdy oblot dronem zajmuje około 45 min. Krótszy postój turbiny wiatrowej przekłada się na oszczędność czasu i kosztów. Drony mogą przemieszczać się między wieloma turbinami w trakcie jednej misji, co umożliwia przeprowadzenie inspekcji wielu turbin w krótkim czasie. Szybkie dostarczanie danych umożliwia skuteczniejszą reakcję na problemy. Dostarczone dane pozwalają służbom technicznym na opracowanie realnych harmonogramów konserwacji i naprawy turbin. Przy wykorzystaniu danych z drona można zaplanować remonty turbiny, maksymalnie ograniczając czas jej przestoju.

MONITOROWANIE I ANALIZA DANYCH

W czasie rzeczywistym drony mogą przekazywać obrazy i dane służbom technicznym, co pozwala na bieżącą analizę stanu technicznego turbin. To umożliwia szybką reakcję na nieprawidłowości.



Wykonując regularnie inspekcje i zbierając dane historyczne, możemy monitorować procesy starzenia, degradacji, a co za tym idzie, przewidywać kolejne usterki zaburzające funkcjonowanie całej instalacji i ograniczające zyski z jej funkcjonowania.

TYPOWE USTERKI ŁOPAT TURBIN WIATROWYCH



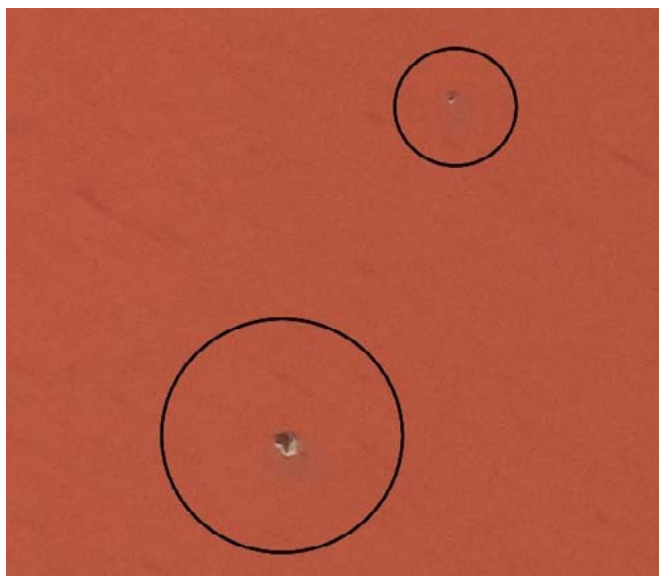
Rys. 1. Ubytki powłoki lakierniczej na powierzchni łopaty



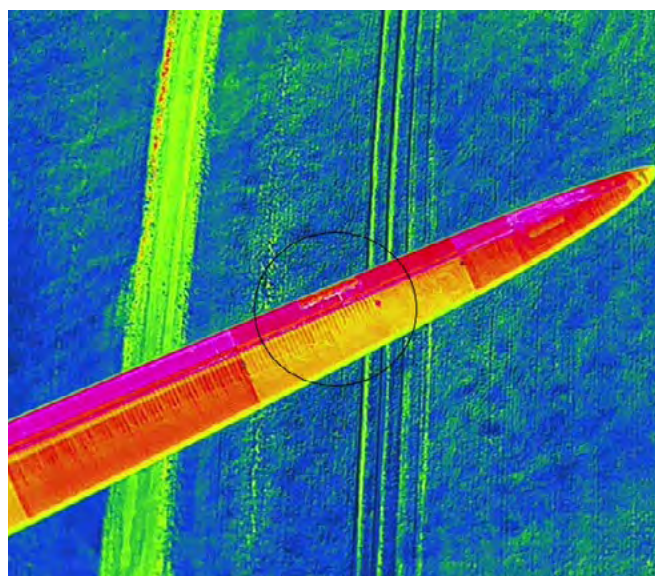
Rys. 2. Monitorowanie miejsca naprawy łopaty



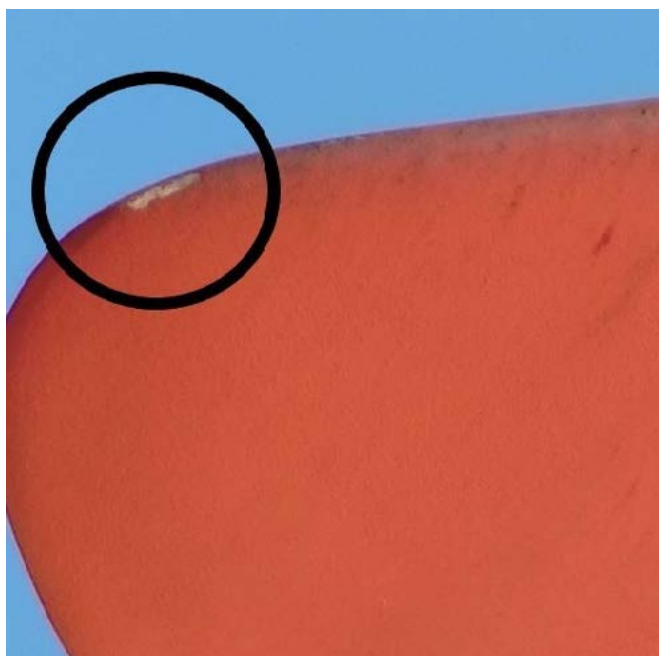
Rys. 3. Ubytki farby na krawędzi natarcia



Rys. 4. Miejsca uszkodzenia powierzchni łopaty



Rys. 7. Miejsce uszkodzenia i naprawy na łopacie (obszar z rys.6)



Rys. 5. Uszkodzenie krawędzi natarcia na krawędzi łopaty



Rys. 6. Miejsce uszkodzenia i naprawy na łopacie

ROZWÓJ ZDALNYCH BADAŃ

Obecnie technika dronowa stanowi standardowe wsparcie inspektorów podczas wykonywania codziennych inspekcji. Wykorzystanie statków powietrznych do badań jest wsparciem dla wykonywania inspekcji. Szczególnie zasadne jest to w przypadkach, gdy mamy utrudniony dostęp do podzespołów i elementów urządzenia ze względu na jego konstrukcję lub lokalizację. Wsparcie badań dronami umożliwia systemową i kompleksową ocenę instalacji na całej wysokości oraz pod różnymi kątami. Zdalna i hybrydowa inspekcja na stałe zagościła w praktyce badawczej.

