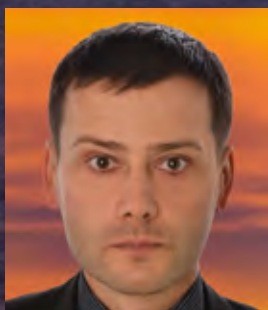


# DRONY W SŁUŻBIE BEZPIECZEŃSTWU

## CZĘŚĆ 2

### URZĄDZENIA TRANSPORTU BLISKIEGO



**JAN  
GŁOŃSKI**

Kierownik Działu Urzędzeń  
Transportu Bliskiego  
Urząd Dozoru Technicznego  
Oddział w Poznaniu  
Biuro w Zielonej Górze



**MAREK  
ECKERT**

Starszy Specjalista Urzędzeń  
Transportu Bliskiego  
Urząd Dozoru Technicznego  
Oddział w Poznaniu  
Biuro w Zielonej Górze




**GRZEGORZ  
ŁUKASIEWICZ**

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



**PIOTR  
NIEDOPYTAŁA**

Specjalista Urzędzeń  
Transportu Bliskiego  
Urząd Dozoru Technicznego  
Oddział w Poznaniu

A high-angle photograph of a yellow construction crane platform extending over a city at sunset. The platform is equipped with railings, a motor, and a control box. The city below is densely packed with buildings, and the sky is a mix of orange, yellow, and blue. The crane's structure is visible on the left side of the frame.

Jedną z czynności, wykonywanych podczas przeprowadzania inspekcji urządzeń podlegających dozorowi technicznemu, są oględziny urządzenia i jego podzespołów. Dotyczy to wszystkich urządzeń objętych dozorem technicznym, także urządzeń transportu bliskiego i dźwigów. W wielu przypadkach, wykonywanie takich oględzin jest niemożliwe, bardzo utrudnione, a czasem niebezpieczne, co wiąże się z koniecznością stosowania dodatkowych zabezpieczeń. Takie przypadki obecne są wśród urządzeń transportu bliskiego, zainstalowanych na placach budów czy też w budynkach.

W niniejszym artykule, kolejnym opisującym możliwości prowadzenia zdalnych badań, przybliżamy możliwości posiadanych przez UDT dronów, w tym najnowszego DJI Matrice 300 RTK, oraz znanego nam już drona ELIOS 2.

Opisujemy sposób, w jaki nowoczesna technika dronowa wspiera wykonywanie inspekcji żurawi wieżowych oraz dźwigów. Wskazujemy też wymagania prawne, związane z wykonywaniem lotów dronami.

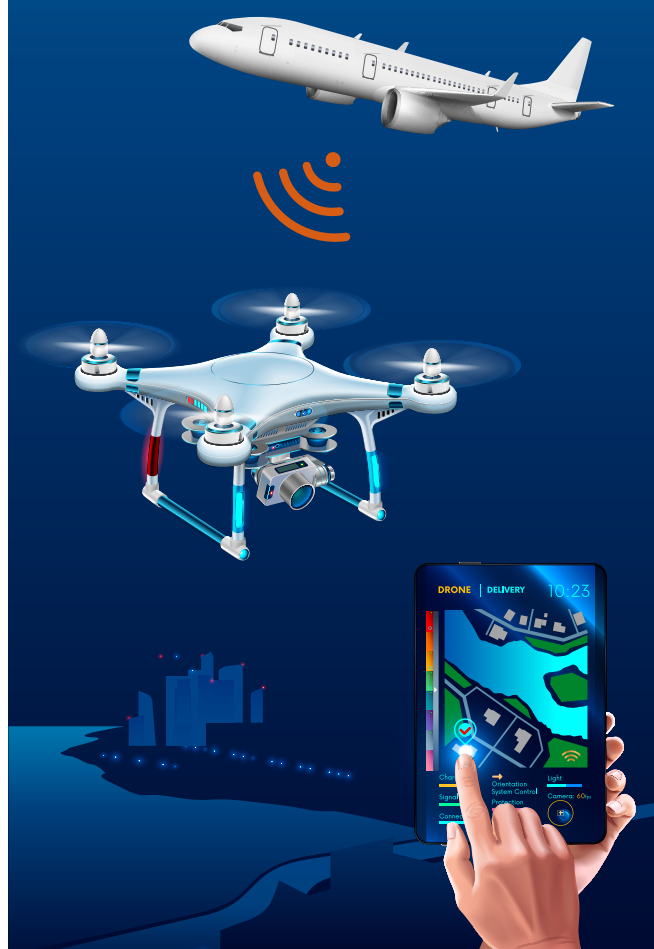


### PARAMETRY DRONÓW

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

- DJI M300 wyposażony jest stereo-optyczne czujniki przeszkód oraz czujniki odległości na podczerwień z każdej strony (przód, tył, boki, góra, dół).
- Ponadto, na górze i na dole drona zainstalowane jest oświetlenie, które w sposób automatyczny jest włączane i wyłączane gdy otoczenie jest zbyt ciemne dla czujników optycznych.
- Dodatkowo dron wyposażony jest w oświetlenie pozycyjne bardzo jasne, mrugające 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.
- Dodatkowo sam dron wyposażony jest w wbudowaną na sztywno kamerę FPV z zaawansowanym GUI przypominającym HUD z nowoczesnego samolotu wojskowego.

Dron DJI Matrice 300 RTK został wyposażony w system AirSense. Oznacza to, że dron posiada lotniczy transponder ADS-B i sam też odbiera sygnały z takich transponderów w samolotach i helikopterach znajdujących się w okolicy. W sytuacji gdy w okolicy pojawi się inny obiekt latający, helikopter czy samolot, aplikacja poinformuje operatora o tym fakcie, a lokalizacja obiektu zostanie wyświetlona na mapie.



### PRZYGOTOWANIE DO BADANIA DRONEM

Do inspekcji żurawia dron został wyposażony w kamerę Zenmuse H20T. Taka konfiguracja platformy DJI daje możliwość prowadzenia zdalnej inspekcji, w zależności od warunków pogodowych, około 40 minut na jednym pakiecie baterii.

#### Kamera Zenmuse H20T jest hybrydową głowicą.

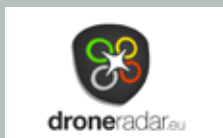
Głowica ta jest wyposażona w kilka elementów.

- 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

Do każdej inspekcji dronem w przestrzeni otwartej trzeba się dobrze przygotować i odpowiednio ją zaplanować. Oprócz przygotowania drona do inspekcji, warunkiem koniecznym jest zaplanowanie misji.

### Plan misji musi zawierać dane techniczne, takie jak wymieniono poniżej:

1. Lokalizacja wykonania misji.
2. Data i godzina.
3. Do jakiej maksymalnie wysokości będzie wykonywany lot i na jakim obszarze.
4. Czas trwania misji.
5. Kto będzie pilotem drona.
6. Kto jest właścicielem drona.



Misję należy zgłosić w specjalnym systemie do PAŃSTWOWEJ AGENCJI ŻEGLUGI POWIETRZNEJ, trzy dni robocze przed planowanym terminem jej wykonania. Po zgłoszeniu misji w państwowej Agencji Żeglugi Powietrznej, należy poczekać na uzyskanie zgody na jej wykonanie. W dniu wykonania misji, należy zgłosić lot w dedykowanej do tego celu aplikacji DroneRadar. Dodatkowo właściciel drona musi posiadać obowiązkowe ubezpieczenie OC dla drona.

### OCENA STANU TECHNICZNEGO ŻURAWIA – WYKORZYSTANIE PRZESTRZENI OTWARTEJ

Inspekcję żurawia wieżowego przeprowadzono z wykorzystaniem drona DJI Matrice 300 RTK z kamerą Zenmuse H20T. Badaniu poddano elementy żurawia wieżowego o parametrach: wysokość wieży 25 metrów, wyciąg 50 metrów, udźwig 8 ton.

**Podczas badań technicznych urządzeń, inspektor dokonuje oględzin konstrukcji nośnej w miejscach dostępnych. W przypadku niektórych żurawi wieżowych, część elementów (np. wyciąg) nie jest dostępna do oględzin. I tu przychodzą z pomocą nowe technologie, takie jak wykorzystanie drona inspekcyjnego.**

Dron inspekcyjny umożliwił dokładne sprawdzenie elementów wyciągu oraz jego mocowania. Dron DJI Matrice 300RTK z kamerą Zenmuse H20T umożliwia wykonanie zdjęć takich elementów jak sworznie, zabezpieczenia oraz połączenia nierozłączne w wysokiej rozdzielczości oraz w ponad 200-krotnym przybliżeniu. Poprzez wbudowane systemy stabilizacji, lot drona jest pozbawiony niekontrolowanych pochyłów i drgań, a tym samym nagrywany obraz oraz wykonywane zdjęcia są bardzo wyraźne. Zdjęcia wykonano z dużej odległości, podczas wietrznej pogody, co potwierdza doskonałe parametry samego drona oraz użytej optyki, stanowiącej jego wyposażenie.

### WYNIKI BADAŃ

- Przykładem jest fotografia nr 1, przedstawiająca widok zakończenia wyciągu, na którym widoczne jest koło linowe wraz z zabezpieczeniem jego osi oraz nakrętka mocowania wolnego końca liny wraz z wleczką zabezpieczającą.
- Innym przykładem jest fotografia nr 2, na której widoczny jest bęben linowego mechanizmu podnoszenia żurawia (umożliwia wizualną ocenę liny).
- Na fotografii nr 3 mamy przedstawiony ogranicznik momentu żurawia, zdjęcie jest wykonane z przybliżeniem x40.



Fot 1. Widok zakończenia wyciągu



Fot 2. Widok bębna linowego mechanizmu podnoszenia żurawia

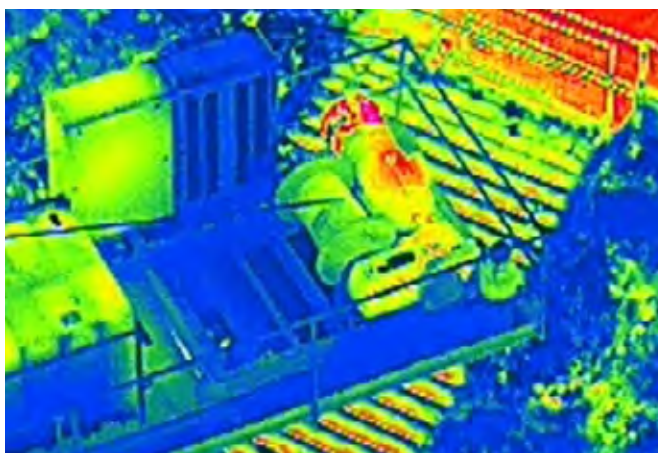


Fot 3. Widok ogranicznika momentu żurawia

Dodatkowym atutem drona jest wyposażenie w kamerę termowizyjną, która umożliwia ocenę temperatury pracujących elementów składowych urządzenia.

Przykład zdjęcia wykonanego w termowizji przedstawia fotografia nr 4. Na tym obrazie widzimy mechanizm podnoszenia żurawia wraz z szafami elektrycznymi. Najwyższą temperaturę pracy ma silnik podnoszenia oraz jego hamulec. Pozostałe elementy, takie jak bęben oraz przekładnia posiadają temperaturę zbliżoną do otoczenia, co wskazuje na prawidłową pracę mechanizmu.

Zdjęcia wykonane w termowizji mogą również pomóc w określeniu stanu technicznego łożysk kół linowych żurawia. W przypadku nieprawidłowości pracy łożysk tocznych, taka sytuacja będzie widoczna na zdjęciu.



Fot 4. Zdjęcie termowizji mechanizmu podnoszenia żurawia



### BADANIE DŹWIGU OSOBOWEGO – WYKORZYSTANIE WEWNĄTRZ POMIESZCZEŃ

Kolejnym przykładem wykorzystania techniki dronowej jest badanie dźwigów. Ocenie stanu technicznego poddano sześć dźwigów z dolną boczną maszynownią. Są to urządzenia zaprojektowane i zamontowane w 2003 roku i cechują się tym, że w nadszyciu zlokalizowana jest linownia, na której spoczywa cały ciężar zamontowanych podzespołów. Od jej dobrego stanu technicznego zależy bezpieczeństwo podczas użytkowania tych urządzeń.

Wysokość nadszycia tych urządzeń jest znaczna i wynosi około 4500 mm, co bardzo utrudnia wykonanie oględzin z dachu kabiny w trybie jazdy inspekcyjnej. Trudność polega na tym, że w tym trybie nie ma możliwości „podjechania” kabiny na tyle blisko, aby możliwe było wykonanie dokładnych oględzin stanu kół linowych, kół ogranicznika prędkości i ich zamocowań. Istotnym ograniczeniem jest również to, że dwa z tych dźwigów to urządzenia zamontowane w częściowej obudowie szyby.



Istotnym zdalnym wsparciem było tu wykorzystanie drona podczas badań inspekcyjnych dźwigów. W obu przypadkach wykorzystano dron ELIOS 2 zaprojektowany do pracy wewnątrz pomieszczeń (dron w klatce).

Fot. 5. Dron klatkowy ELIOS 2 (Flyability)

### WYNIKI BADAŃ

W wyniku oblotu stwierdzono w jednym z kół linowych dźwigu odbicie splotek lin nośnych. Poniżej pokazano zdjęcia z różnych ujęć. Badania z użyciem drona Elios 2 potwierdziły celowość jego wykorzystania do takich zadań. Przy tym rodzaju konstrukcji dźwigu i utrudnionym dostępie do linowni, zużycie tego typu byłoby zauważone w dużo późniejszym stadium zużycia kół. Byłoby to na tyle zbyt zaawansowane, że rowki kół linowych zaczęłyby uszkadzać splotki lin nośnych.



Fot. 6. Widok koła linowego dźwigu

Podczas kolejnej inspekcji dźwigów panoramicznych z częściową obudową szyby z wykorzystaniem drona Elios 2, stwierdzono także odbicie splotek w kole linowym oraz w kole ogranicznika prędkości. Zidentyfikowano też dużą ilość opitek lin nośnych na konstrukcji nośnej kół linowych. To świadczy o degradacji lin nośnych. Zdjęcia z kamery drona pokazano poniżej.



Fot. 7. Widok odbicia splotek w kole linowym oraz w kole ogranicznika prędkości

Także w tym przypadku bez wykorzystania statku bezzałogowego uszkodzenia te ujawniłyby się dużo później, co skutkowało by wyłączeniem tych urządzeń z ruchu. Podczas badania z wykorzystaniem drona można także podczas oblotu na bieżąco obserwować stan konstrukcji dźwigu.

### ROZWÓJ INNOWACJI

Podsumowując, wykorzystanie techniki dronowej jako metody badawczej wspierającej wykonywanie inspekcji, jest zasadne szczególnie w przypadkach, gdy mamy utrudniony dostęp do podzespołów i elementów urządzenia ze względu na jego konstrukcję i lokalizację. Dzięki niej, możemy oglądać stan konstrukcji urządzenia na całej jego wysokości, pod różnymi kątami i różnymi wielkościami zbliżeń, obserwować pracę podzespołów w ruchu, stan konstrukcji wsporczej kół linowych, ograniczników prędkości, ich zamocowań, z odpowiedni wyprzedzeniem zalecić wymianę zużytych elementów potwierdzając to dokumentacją fotograficzną. Obecnie technika dronowa stanowi „standardowe” wsparcie inspektorów podczas wykonywania codziennych inspekcji. Warto dodać, że po każdym oblocie dronem pozostaje bogata dokumentacja wideo, która może być z powodzeniem wykorzystana podczas kolejnego badania, czy też do celów szkoleniowych.