

Drone2Map, czyli jak student może opracować ortofotomapę

Drony to bezzałogowe statki powietrzne (ang. UAV – Unmanned Aerial Vehicles), które w ostatnich latach stały się niezwykle popularnymi urządzeniami, podbijając nieba wielu wysoko rozwiniętych krajów, w tym Polski. Coraz częściej kupowane są jako wspaniały prezent, pozwalający na ujrzenie otaczającego nas świata z zupełnie innej perspektywy. Po opanowaniu podstawowej umiejętności pilotowania dronem można wykonywać zdjęcia i filmy z lotu ptaka, znacznie efektowniejsze niż tradycyjne zdjęcia zrobione z powierzchni ziemi. Z takimi materiałami fotograficznymi mamy najczęściej do czynienia podczas przeglądania blogów, videoblogów czy artykułów na rozmaitych portalach. Choć zazwyczaj traktowane są jako modne gadzety, drony oferują znacznie większe możliwości niż uzupełnienie tradycyjnej fotografii, nawet reporterskiej. Posiadając wymagane przez prawo uprawnienia oraz urządzenia o właściwych parametrach technicznych, możliwe jest wykonanie **nalotu fotogrametrycznego**, a następnie opracowanie ortofotomapy i jej produktów pochodnych. Jak uzyskać wymagane uprawnienia można dowiedzieć się [tu](#). Doskonałym narzędziem umożliwiającym praktycznie automatyczne wygenerowanie ortofotomapy jest program Drone2Map.

Drone2Map dla aspirujących fotogrametrów

Drone2Map został opracowany przez firmę Esri jako zaawansowana aplikacja pakietu ArcGIS. Umożliwia on tworzenie profesjonalnych produktów (zarówno dwu- jak i trójwymiarowych) ze zdjęć pozyskanych z wykorzystaniem dronów. Obsługa funkcji programu jest bardzo intuicyjna, zaś procedura przetwarzania obrazów w znacznym stopniu zautomatyzowana. Dzięki temu na podstawie zdjęć wykonanych podczas lotu dronem (przy zachowaniu odpowiednich parametrów zdjęć, takich jak wzajemne pokrycie, pochylenie oraz jakość) możliwe jest połączenie ich

w ortofotomapę i opracowanie produktów pochodnych.

Oferowane przez program Drone2Map funkcje to m.in.:

- **Rapid** – narzędzie do szybkiego tworzenia ortomozaiki, cyfrowych modeli powierzchni terenu, w celu sprawdzenia zasięgu i jakości kolekcji zdjęć.
- **2D mapping** – funkcja służąca do tworzenia wysokiej rozdzielczości ortomozaiki, modeli wysokościowych i wskaźników wielospektralnych.
- **3D mapping** – funkcja służąca do tworzenia trójwymiarowych chmur punktów w kolorze i plików 3D PDF.

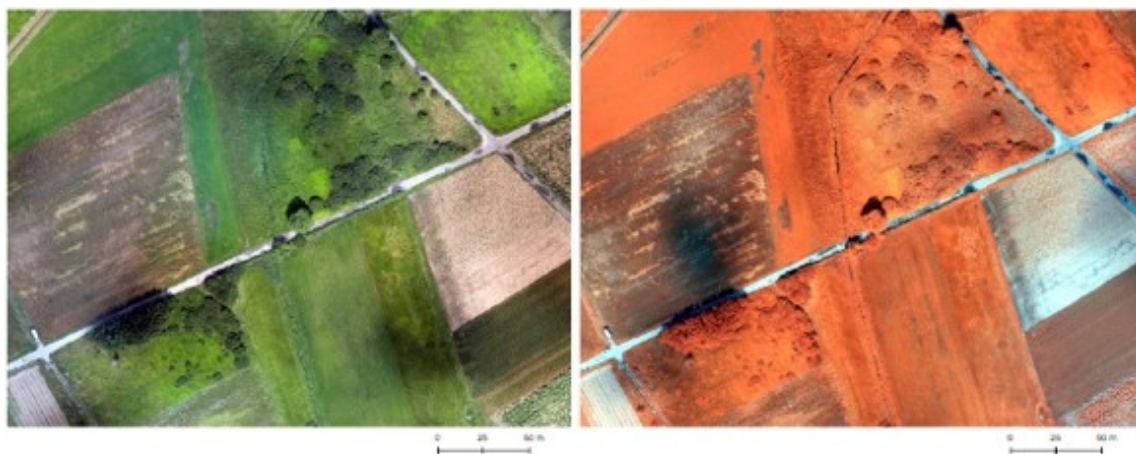
Wykorzystując dostępne funkcje w Drone2Map, jako grupa studentów Uniwersytetu Warszawskiego ze specjalności Geoinformatyka, Kartografia i Teledetekcja na Wydziale Geografii i Studiów Regionalnych, w ramach zajęć dodatkowych w fotogrametrii opracowaliśmy pod opieką dr Anny Zmarz ortofotomapy oraz ich produkty pochodne (zarówno 2D jak i 3D) dla wybranych obszarów Warszawy i jej okolic. Były to: fragment warszawskiego Powsinka, oczyszczalnia ścieków Czajka na Białołęce oraz węzeł „Wiskitki” w ciągu autostrady A2 (okolice Grodziska Mazowieckiego). Dla każdego obszaru otrzymaliśmy od prowadzącej komplet poprawnie wykonanych zdjęć z nalogów fotogrametrycznych. Zdjęcia te poddaliśmy najpierw **kompresji**, aby usprawnić proces przetwarzania. Po wczytaniu zdjęć do aplikacji Drone2Map, zostały one automatycznie na siebie nałożone. Wyświetlone zostały również linie wzdłuż których prowadzony był nalot. Dla wstępnie nałożonych zdjęć każdego z obszarów dokonaliśmy wyboru trzech punktów mających utworzyć **płaszczyznę** (z definicji tworzoną przynajmniej przez trzy punkty). Należało to zrobić w ten sposób, aby punkty nie znajdowały się w jednej linii, ale tworzyły w miarę możliwości trójkąt równoboczny, którego wierzchołki znajdują się w oddalonych od siebie punktach opracowywanego obszaru. Następnie dla zestawu zdjęć, automatycznie wybranego przez program Drone2Map, należało zaznaczyć lokalizację wybranych trzech punktów, przy czym na każdym ze zdjęć znajdował się on

w nieco innym miejscu. Czas przetwarzania zdjęć zależał od wielkości obszaru i wynosił średnio ponad godzinę.

Wyniki zaprezentowaliśmy w postaci grafik wraz z parametrami kamery, z której pochodzą zdjęcia tworzące produkty pochodne. Są to: ortofotomapy, wizualizacje 3D, rastry ukazujące rozkład wartości współczynnika kondycji roślinności NDVI.

Powsinek w podczerwieni

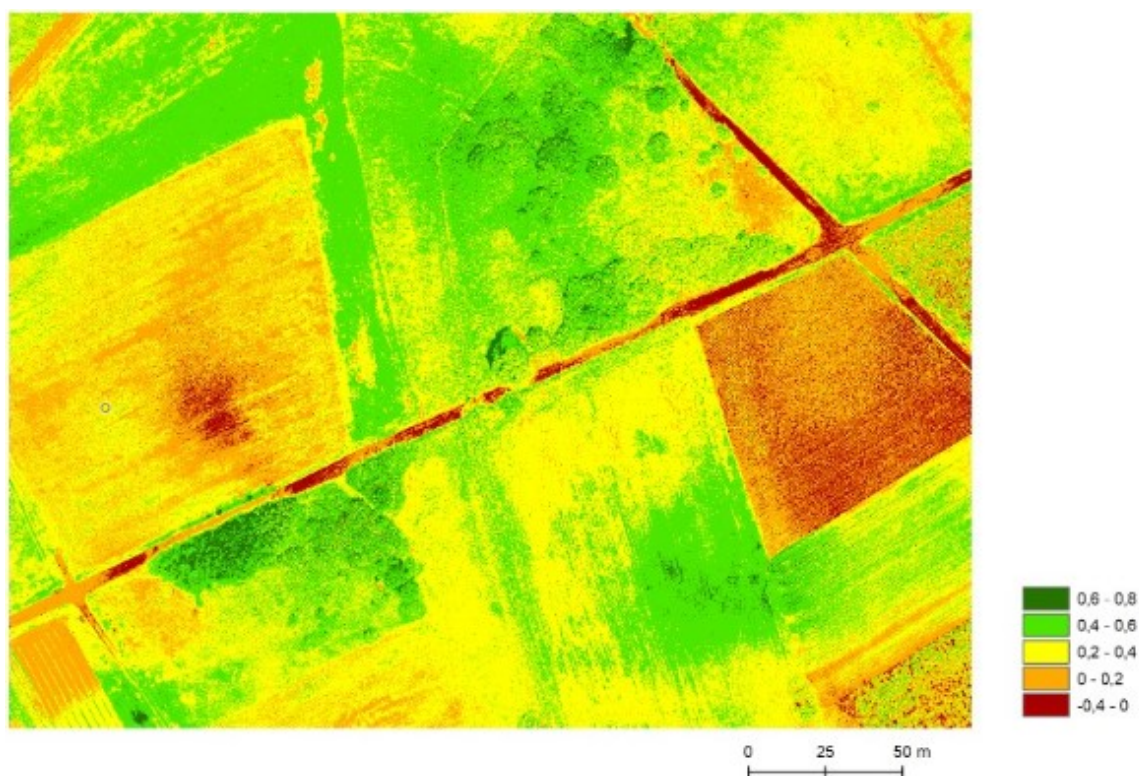
Powsinek jest osiedlem znajdującym się w centralnej części dzielnicy Wilanów. Znajduje się ono na południe od założenia pałacowo-parkowego w Wilanowie. Obszar zabudowany znajduje się praktycznie tylko w jego północno-zachodniej części, w bezpośrednim sąsiedztwie pałacu, zaś pozostałą część stanowią tereny rolnicze położone w dolinie Wisły. Zobrazowania wykonane przez drona (parametry wykorzystanej kamery oraz nalotu przedstawia tabela nr 1) prezentują właśnie taki krajobraz Powsinka: pola uprawne, zagajniki oraz piaszczyste drogi polne. Dla obrazów w barwach rzeczywistych oraz bliskiej podczerwieni (CIR) opracowaliśmy ortofotomapy w oprogramowaniu Drone2Map (rycina 1). Dodatkowo, w procesie przetwarzania wykorzystano **fotopunkty** zwiększające dokładność. Powierzchnia opracowanego obszaru wynosi 7,3 ha.



Ryc. 1. Ortofotomapa w kompozycji RGB i CIR, opracowana w programie Drone2Map.

Na podstawie danych zawartych w kanałach z przedziału światła

czerwonego oraz z przedziału bliskiej podczerwieni wykonaliśmy również analizę stanu roślinności poprzez obliczenie **wskaźnika NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index – znormalizowany różnicowy wskaźnik roślinności). Obliczenia przeprowadzono w programie ArcMap, wykorzystując narzędzie kalkulator rastrów (Raster Calculator). Dokładny wzór potrzebny do obliczenia tego wskaźnika można znaleźć [tu](#). Wyniki zostały zaprezentowane na rycinie 2. Wartości większe niż 0,6 wskazują na dobry stan roślinności, natomiast obszary, dla których wartość wskaźnika jest mniejsza od zera nie są pokryte przez roślinność (ugory, drogi).



Ryc. 2. Wskaźnik NDVI, opracowany w programie Esri (Environmental Systems Research Institute) ArcGIS 10.3.

Obszar fotografowania	Powsinek, obszar pomiędzy Wilanówką a drogą wojewódzką nr 724	
Data wykonania zdjęć	2014	2014
Wysokość lotu UAV	350 m AGL	350 m AGL
Aparat	Canon EOS 700D	Canon EOS REBEL T5i
Ogniskowa obiektywu	35 mm	35 mm
Prysłona	f:3.5	f:4.5
Rozdzielczość terenowa	0,05 m	0,05 m
Wymiary obrazu	5184 x 3456 pikseli	5184 x 3456 pikseli
Liczba zdjęć	34	34

Tab. 1. Parametry aparatu i wybrane parametry lotu dla obszaru: Powsinek.

Odkryte sekrety oczyszczalni ścieków „Czajka”

Zakład oczyszczalni ścieków „Czajka” znajduje się w północnej części dzielnicy Białołęka. Jest on jednym z najnowocześniejszych tego typu kompleksów w Europie. Na jej terenie znajdują się budowle o zróżnicowanym kształcie, m.in. osadniki wtórne, reaktory biologiczne oraz silosy. Więcej szczegółów oraz opis obiektów znajdujących się na terenie oczyszczalni można znaleźć na stronie <https://www.mpwik.com.pl/view/oczyszczalnia-sciekow-czajka>. Dla tego obszaru w programie Drone2Map opracowano ortofotomapę, ukazującą szczegółowo wszystkie instalacje. Ortofotomapa ta posiada ogromne walory edukacyjne i mogłaby zostać z powodzeniem wykorzystana do objaśnienia sposobu funkcjonowania oczyszczalni. Powierzchnia zobrazonego obszaru wynosi 53,7 ha. Wyniki zaprezentowano na rycinie 3, zaś wybrane dane dotyczące parametrów aparatu i lotu przedstawiono w tabeli nr 2.



Ryc. 3. Ortofotomapa dla oczyszczalni „Czajka”, opracowana w programie Drone2Map.

Obszar fotografowania	Oczyszczalnia ścieków „Czajka”
Data wykonania zdjęć	2011
Wysokość lotu UAV	350 m AGL
Aparat	Canon EOS 550D
Ogniskowa obiektywu	28 mm
Przysłona	f:1.8-3.2
Rozdzielczość terenowa	0,05 m
Wymiary obrazu	5184 x 3456 pikseli
Liczba zdjęć	220

Tab. 2. Parametry aparatu i wybrane parametry lotu dla obszaru oczyszczalni ścieków: „Czajka”.

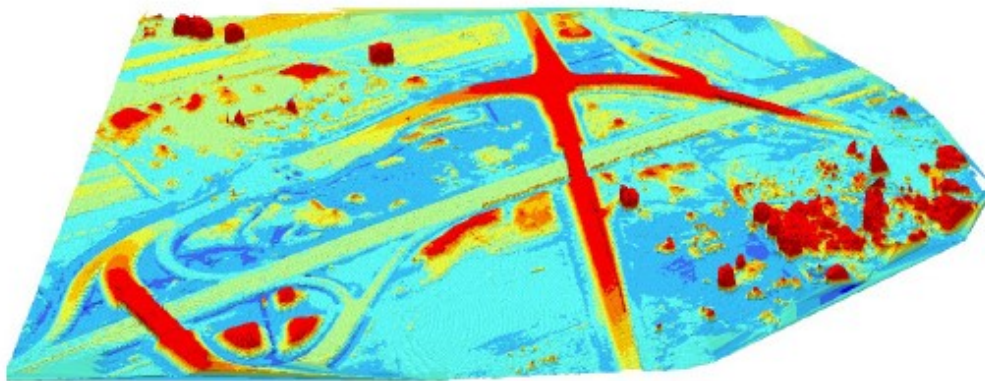
Bezpłatne bramki na autostradzie A2

Ostatnim z obszarów, dla których przeprowadziliśmy proces składania ortofotomapy jest węzeł „Wisłoki” w ciągu autostrady A2. Zdjęcia z drona, wykonane w 2010 roku, przedstawiają stan z końcowego etapu budowy węzła, kiedy powstały już wszystkie wiadukty i zjazdy, a jedynym brakującym elementem był punkt poboru opłat. Co ciekawe, pomimo założenia, iż odcinek autostrady pomiędzy węzłami Stryków a Konotopa (odcinek pomiędzy Łodzią a Warszawą) będzie płatny dla wszystkich użytkowników, do chwili obecnej można cieszyć się szybką jazdą bez wydawania złotówki. Poza tym odcinkiem przejazd autostradą A2 nie przedstawia się już tak bezproblemowo. Więcej informacji o podróży tym szlakiem transportowym można znaleźć na stronie <https://www.autostrada-a2.pl/payments>.

Na analizowanym obszarze oprócz sieci drogowej znajdują się pola uprawne oraz plac budowy, na którym powstały nowoczesne budynki siedziby operatora logistycznego produktów mrożonych. Powierzchnia obszaru, który obejmuje ortofotomapa wynosi 63,2 ha (rycina 4). Obszar ten zwizualizowaliśmy również w trzech wymiarach z użyciem narzędzia ArcScene (rycinie 5).



Ryc. 4. Ortofotomapa dla węzła Wiskitki, opracowana w programie Drone2Map.



Ryc. 5. Wizualizacja 3D dla węzła Wiskitki, opracowana w programie Drone2Map.

Obszar fotografowania	autostrada A2, węzeł Wiskitki
Data wykonania zdjęć	2010
Wysokość lotu UAV	350 m.n.p.m.
Aparat	SIGMA DP2S
Ogniskowa obiektywu	24 mm
Przystona	f:8
Rozdzielczość terenowa	0,20 m
Wymiary obrazu	2640 x 1760 pikseli
Liczba zdjęć	238

Tab. 3. Parametry aparatu i wybrane parametry lotu dla obszaru węzła Wiskitki na autostradzie A2.

Czy warto było klikać tak?

Opracowane przez nas ortofotomapy, rastry przedstawiające rozkład wartości wskaźnika NDVI oraz wizualizacje 3D powstały w trakcie zajęć z fotogrametrii. Cały proces ich tworzenia, z wyjątkiem kompresji zdjęć, przeprowadzono z wykorzystaniem środowiska ArcGIS. Choć aplikacja Drone2Map nie była do tej pory używana przez żadnego z uczestników zajęć, zapoznanie się z zasadami jej działania zajęło dosłownie kilka chwil. Najwięcej czasu trwało przetwarzanie zdjęć, co było spowodowane dość dużą objętością wejściowych plików. Za pomocą kilku kroków otrzymaliśmy produkty, które naprawdę robiły wrażenie i, co najważniejsze, były cenne ze względu na walory edukacyjne. Przekonaliśmy się tym samym jak wiele dobrego może dać niepozorne urządzenie popularnie nazywane dronem. Potrzebna jest tylko dobra kamera, ustalenie trasy i przeprowadzenie nalotu oraz odpowiednie, intuicyjne oprogramowanie. Kilka kliknięć i gotowe.