

## Streszczenie

### BILANS RÓŻNICOWY CYFROWYCH MODELI WYSOKOŚCIOWYCH POZYSKIWANYCH Z NISKIEGO PUŁAPU

Poczucie bezpieczeństwa jest bardzo ważne dla każdego człowieka. Jest ono jednym z głównych ludzkich potrzeb, bez którego nie jesteśmy w stanie normalnie funkcjonować. Obecnie, wysoki poziom bezpieczeństwa powinien być zachowany w każdej dziedzinie ludzkiego życia, szczególnie w komunikacji, począwszy od jazdy rowerem, poprzez jazdę samochodem czy też latanie samolotem.

Przez ostatnie lata mamy do czynienia z dużym rozwojem komunikacji lotniczej, która jest jednym z głównych elementów światowego systemu transportowego. Średnio w roku linie lotnicze na całym świecie przewożą ok. 4 mld pasażerów. Wynik ten jest imponujący, bowiem to połowa ludności naszej planety. Natomiast na polskich lotniskach, w ciągu roku notuje się średnio około 40 milionów pasażerów, czyli więcej niż ludność naszego kraju.

Obecne samoloty transportowe to bardzo zaawansowane technologicznie maszyny, charakteryzujące się dużą prędkością przelotu oraz wysokim poziomem bezpieczeństwa. Niestety, podróżowanie nimi jest zależne od innych czynników, takich jak warunki pogodowe, a także od wysoko wykwalifikowanego personelu latającego. Na zapewnienie bezpieczeństwa podczas wykonywania operacji lotniczych składają się nie tylko wyszkolony personel latający i bezpieczny samolot, ale także personel naziemny, do którego zalicza się służba meteorologiczna oraz służba kontroli lotów. Nie można zapominać także o infrastrukturze lotniskowej, a w szczególności o drodze startowej, która musi być w na tyle dobrym stanie technicznym, aby zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa podczas wykonywania operacji lotniczych. Wszystkie wymienione wyżej elementy, mogą zapewnić poczucie bezpieczeństwa osobom korzystającym z transportu lotniczego, dopiero wtedy gdy funkcjonują one jako całość na najwyższym poziomie.

Jak już wspomniano, szczególnie istotnym elementem infrastruktury lotniskowej jest droga startowa, którą należy traktować jako główną część portu lotniczego. Poprzez ciągłą eksploatację oraz zmieniające się warunki atmosferyczne, nawierzchnia drogi startowej jest narażona na różnego rodzaju zniszczenia i odkształcenia. Dlatego też wymaga się od odpowiednich służb ciągłego monitorowania jej nawierzchni i utrzymania jej w dobrym stanie technicznym. Ma to na celu utrzymanie bezpieczeństwa na odpowiednim poziomie. Monitoring stanu

technicznego nawierzchni drogi startowej jest czasochłonny, wymaga wykonania szeregu czynności, nawet z czasowym wyłączeniem drogi startowej z użytkowania. Aby uniknąć tego typu problemów, należy szukać rozwiązań technologicznych, które pozwolą na szybkie i pełne zobrazowanie badanego obszaru i pozwolą na eliminację ewentualnych zagrożeń.

W ostatnim dziesięcioleciu do zobrazowania obiektów liniowych i innych, coraz częściej jest wykorzystywany mobilny skaning laserowy (ang. Mobile Laser Scanning, MLS), dzięki któremu możemy otrzymać quasi-ciągłą informację o geometrii obiektu, w postaci skalsyfikowanej trójwymiarowej chmury punktów (scharakteryzowaną współrzędnymi  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) wraz z informacją o intensywności odbicia wiązki laserowej w poszczególnych punktach, uzupełnioną informacją o kącie odbicia, numerze odbicia, ilości odbić w poszczególnych miejscach. Chmura posiada także istotne dane o kanałach koloru czerwonego, zielonego i niebieskiego. Zobrazowanie takich obiektów, można wykonać także przy użyciu dronu, wykonującego nalot na niskim pułapie nad badanym obiektem. Spektrum zastosowań danych przestrzennych, w postaci chmur punktów pozyskanych z MLS oraz z nalotu dronem są bardzo szerokie, ale jednak właściwe ich wykorzystanie wymaga znajomości wielu czynników wpływających na jakość danych oraz sposobów odpowiedniego ich przetworzenia.

W niniejszej pracy skoncentrowano się na wykorzystaniu mobilnego skanera laserowego oraz na wykorzystaniu zestawu do fotogrametrii lotniczej, które wykonały zobrazowanie drogi startowej lotniska. Z obydwu urządzeń pozyskano chmury punktów, z których wygenerowano cyfrowe modele wysokościowe o różnej rozdzielczości. Modele te zostały ze sobą porównane, a także dostarczyły informacji pozwalających na wyciągnięcie odpowiednich wniosków.

Podczas wykonywanych badań nawierzchni drogi startowej, służących do przygotowywania niniejszej pracy doktorskiej, zostały przeanalizowane czynniki, które mogą mieć istotny wpływ na przedmiot pracy. Czynniki te były przede wszystkim właściwości fizyczne badanego obiektu oraz warunki atmosferyczne w czasie wykonywania pomiarów. Ważne były także parametry techniczne instrumentów wykorzystane do badań. Zauważono, że dane uzyskane z MLS oraz z nalotu dronem, charakteryzują się odpowiednią jakością, co jest istotne zarówno, w kwestii dokładności opracowania produktu końcowego, a także w porównywaniu danych z kolejnych cykli pomiarowych. W trakcie wykonywania niniejszej pracy, wykorzystano dane pozyskane z mobilnego skaningu laserowego oraz nalotu fotogrametrycznego do badania drogi startowej lotniska, w celu zlokalizowania miejsc, w których występują jej deformacje i zniszczenia.