

Zdalna wieża kontroli ruchu lotniczego

Franciszek Pytka

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienie zdalnej wieży kontroli ruchu lotniczego. Jest to rozwiązanie nowoczesne, mające na celu ułatwienie kontroli ruchu lotniskowego w obszarach trudnodostępnych. Przedstawiono technologie, dzięki którym możliwe jest sprawne i bezpieczne funkcjonowanie zdalnej wieży kontroli. Przytoczono istniejące przykłady omawianego rozwiązania.

Słowa kluczowe: ruch lotniczy, lotniska, kontrola ruchu lotniczego, wieża kontroli ruchu, zdalna wieża kontroli ruchu

Wprowadzenie

Służba kontroli ruchu lotniczego (ATC)

Służba kontroli ruchu lotniczego (ATC – Air Traffic Control) odpowiada za porządek, bezpieczeństwo oraz sprawne zarządzanie ruchem statków powietrznych [1]. Jej głównym zadaniem jest zapobieganie kolizjom między samolotami na ziemi i w powietrzu oraz zapewnienie płynności ruchu lotniczego. Kontrolerzy monitorują położenie samolotów za pomocą radarów, systemów nawigacyjnych oraz łączności radiowej. Na podstawie aktualnej sytuacji wydają pilotom instrukcje dotyczące wysokości lotu, kursu, prędkości czy procedur startu i lądowania [2].

Zadania ATC

Do podstawowych zadań służb kontroli ruchu lotniczego należą:

- przekazywanie pilotom informacji o pogodzie,
- organizowanie płynnego i bezpiecznego ruchu lotniczego,
- zapobieganie kolizjom między innymi statkami powietrznymi,
- koordynowanie działań służb ratowniczych w sytuacjach awaryjnych,
- zapewnianie odpowiednich separacji między statkami powietrznymi.

W praktyce kontrolerzy podejmują setki decyzji dziennie, dostosowując ruch lotniczy do aktualnych warunków pogodowych, natężenia ruchu oraz ograniczeń przestrzeni powietrznej.

Lotniskowa ATC (TMA/TWR)

W pobliżu lotnisk ruch lotniczy jest szczególnie intensywny, dlatego przestrzeń wokół nich jest podzielona na strefy kontrolowane. Wyróżnia się następujące elementy przestrzeni powietrznej w pobliżu lotnisk.

TMA (Terminal Manoeuvring Area) to obszar otaczający jedno lub kilka lotnisk. W tej strefie kontrolerzy zarządzają



Ryc. 1. Wieża kontroli ruchu na lotnisku Schiphol



Ryc. 2. Centrum operacyjne zdalnej wieży kontroli ruchu

samolotami wykonującymi procedury odlotu i przylotu. Ich zadaniem jest bezpieczne ustawienie statków powietrznych w kolejce do lądowania lub skierowanie ich na odpowiednie trasy odlotowe.

TWR (Tower Control) odpowiada za kontrolę ruchu samolotów oraz pojazdów lotniskowych na pasach startowych i drogach kołowania. Kontrolerzy wydają zezwolenia na start, lądowanie i przemieszczanie się samolotów po lotnisku.

Wieża kontroli ruchu lotniczego

Wieża kontroli ruchu lotniczego jest najbardziej rozpoznawalnym elementem infrastruktury lotniskowej. To z niej kontrolerzy obserwują sytuację na lotnisku i kierują ruchem samolotów oraz pojazdów znajdujących się na płycie lotniska. Kontrolerzy wieżowi utrzymują stałą łączność radiową z pilotami i odpowiadają za bezpieczeństwo wszystkich operacji wykonywanych na lotnisku.

Do najważniejszych zadań wieży kontroli ruchu należą:

- wydawanie zezwoleń na start i lądowanie,
- kontrola ruchu podczas kołowania,
- monitorowanie sytuacji na pasie startowym,
- przekazywanie informacji o warunkach atmosferycznych,
- reagowanie na sytuacje awaryjne.

Przykładem nowoczesnej wieży kontroli ruchu lotniczego jest ta, która znajduje się na lotnisku Amsterdam Airport Schiphol. Należy ona do najwyższych w Europie – ma 101 m wysokości. Obsługuje jeden z największych portów lotniczych na kontynencie, przez który każdego roku przechodzą dziesiątki milionów pasażerów.

Zdalna wieża kontroli ruchu lotniczego

Rozwój technologii sprawia, że na lotnisku nie zawsze konieczna jest obecność kontrolera ruchu. Zdalna wieża kontroli to system umożliwiający monitorowanie lotu z miejsca oddalonego nawet o setki kilometrów od obsługiwanego lotniska. Zamiast obserwować przestrzeń przez okno klasycznej wieży, kontroler korzysta z obrazu przesyłanego w czasie rzeczywistym poprzez zestawy kamer umieszczonych wokół lotniska. Nowoczesne systemy wykorzystują kamery dookólne, mikrofony, radary oraz różnego rodzaju czujniki, które przekazują dane do centrum operacyjnego. Dzięki temu kontroler może śledzić sytuację na lotnisku, obserwując ją na dużych ekranach, z możliwością przybliżania oraz oznaczania samolotów znajdujących się na lotnisku.

Zalety zdalnej wieży kontroli

Jedną z największych zalet technologii zdalnej wieży kontroli ruchu lotniczego jest obniżenie kosztów funkcjonowania lotnisk, szczególnie mniejszych, o znikomym natężeniu ruchu. Budowa oraz utrzymanie tradycyjnej wieży wiąże się z dużymi wydatkami na sprzęt oraz personel. Dzięki zdalnym wieżom możliwe jest prowadzenie kontroli z jednego centrum operacyjnego, które może obsługiwać kilka lotnisk jednocześnie.

Istotną korzyścią jest również poprawa możliwości obserwacji lotniska. Kamery wysokiej rozdzielczości pozwalają na przybliżenie obrazu, widzenie w nocy oraz oznaczanie samolotów. W niektórych przypadkach zapewnia to lepszą widoczność niż w klasycznej wieży, szczególnie w nocy lub gdy widoczność jest gorsza.

Wady

Mimo wielu zalet zdalne wieże kontroli ruchu lotniczego budzą również pewne obawy i wiążą się z wyzwaniami technicznymi. Jednym z najważniejszych problemów jest zależność od stabilnego połączenia. Awaria sieci lub opóźnienie przesyłu obrazu mogłyby utrudnić pracę kontrolerów i wpłynąć na bezpieczeństwo.

Część specjalistów zwraca również uwagę na ograniczenia związane z brakiem fizycznej obecności kontrolera na lotnisku. Bezpośrednia obserwacja otoczenia lub nietypowych sytuacji może być trudniejsza przy korzystaniu wyłącznie z kamer i czujników.

Technologie stosowane w zdalnej wieży kontroli

Kamery wizyjne

Podstawowym elementem każdej zdalnej wieży kontroli ruchu jest system kamer rozmieszczonych wokół lotniska. Najczęściej stosowane są kamery panoramiczne tworzące obraz 360° o wysokiej rozdzielczości (do 4K), posiadające zdolność nawet 30-krotnego zbliżenia. Obraz jest wyświetlany na dużych ekranach w centrum operacyjnym. Dodatkowo stosuje się kamery noktowizyjne oraz termowizyjne. Istnieje również system automatycznego śledzenia obiektów.

Systemy łączności radiowej

Komunikacja między pilotem a kontrolerem odbywa się drogą radiową. Sygnały radiowe odbierane są przez anteny znajdujące się na lotnisku, a następnie przesyłane do centrum kontroli za pomocą łączy transmisyjnych. Kontroler korzysta z tych samych częstotliwości lotniczych co w tradycyjnej wieży, dlatego dla pilota sposób komunikacji pozostaje praktycznie niezmienny.

Systemy bezpieczeństwa

Ze względu na duże znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu lotniczego zdalne wieże kontroli ruchu wyposażone są w liczne zabezpieczenia. Najważniejszym rozwiązaniem jest redundancja, czyli stosowanie zapasowych urządzeń i połączeń. W przypadku awarii jednego elementu jego funkcję automatycznie przejmuje system rezerwowy, co pozwala utrzymać ciągłość pracy. W celu wczesnego

wykrycia i zapobiegania niebezpiecznym sytuacjom oraz niezwłocznego poinformowania o nich kontrolera, coraz częściej wykorzystywana jest sztuczna inteligencja.

Przykłady wieży kontroli ruchu lotniczego

Technologia *Remote Tower* jest obecnie rozwijana w wielu krajach Europy i stopniowo staje się częścią nowoczesnej infrastruktury lotniczej. W Szwecji już w 2015 r. uruchomiono pierwszą w świecie zdalną wieżę kontroli ruchu lotniczego dla lotniska Örnköldsvik Airport. Kontrola lotów była prowadzona z centrum operacyjnego znajdującego się w mieście Sundsvall. Obecnie jednym z liderów w zakresie wykorzystania technologii *Remote Tower* jest Norwegia. Firma Avinor stworzyła największe na świecie centrum zdalnych wież kontroli ruchu lotniczego. Z jednego ośrodka obsługiwanych jest wiele regionalnych lotnisk rozmieszczonych w różnych częściach kraju. System ten jest szczególnie przydatny ze względu na duże odległości i trudne warunki terenowe. Ze zdalnych wież korzystają również Niemcy oraz Wielka Brytania. Coraz większe zainteresowanie tą technologią pojawia się także w innych państwach europejskich, ponieważ zdalne wieże są postrzegane jako sposób na obniżenie kosztów oraz zwiększenie efektywności zarządzania ruchem lotniczym.

Podsumowanie

Zdalne wieże kontroli ruchu lotniczego są przykładem tego, jak nowoczesne technologie zmieniają współczesne lotnictwo. Dzięki wykorzystaniu kamer, czujników oraz innych systemów możliwe stało się prowadzenie kontroli lotów bez konieczności obecności kontrolera bezpośrednio na lotnisku. Rozwiązanie to pozwala ograniczać koszty, zwiększać elastyczność pracy oraz poprawia możliwości obserwacji przestrzeni lotniska. Rozwój cyfrowych systemów kontroli pokazuje, że lotnictwo staje się coraz bardziej zautomatyzowane.

Bibliografia:

- [1] Kwasiborska, A. (2016). (red.) *Bezpieczeństwo transportu lotniczego. Wybrane aspekty*. Wydawnictwo Aspra. ISBN 978-83-7549-252-1.
- [2] Szczukowski, M. (2025). *Prawie wszystko pod kontrolą*. Wydawnictwo Awiator.