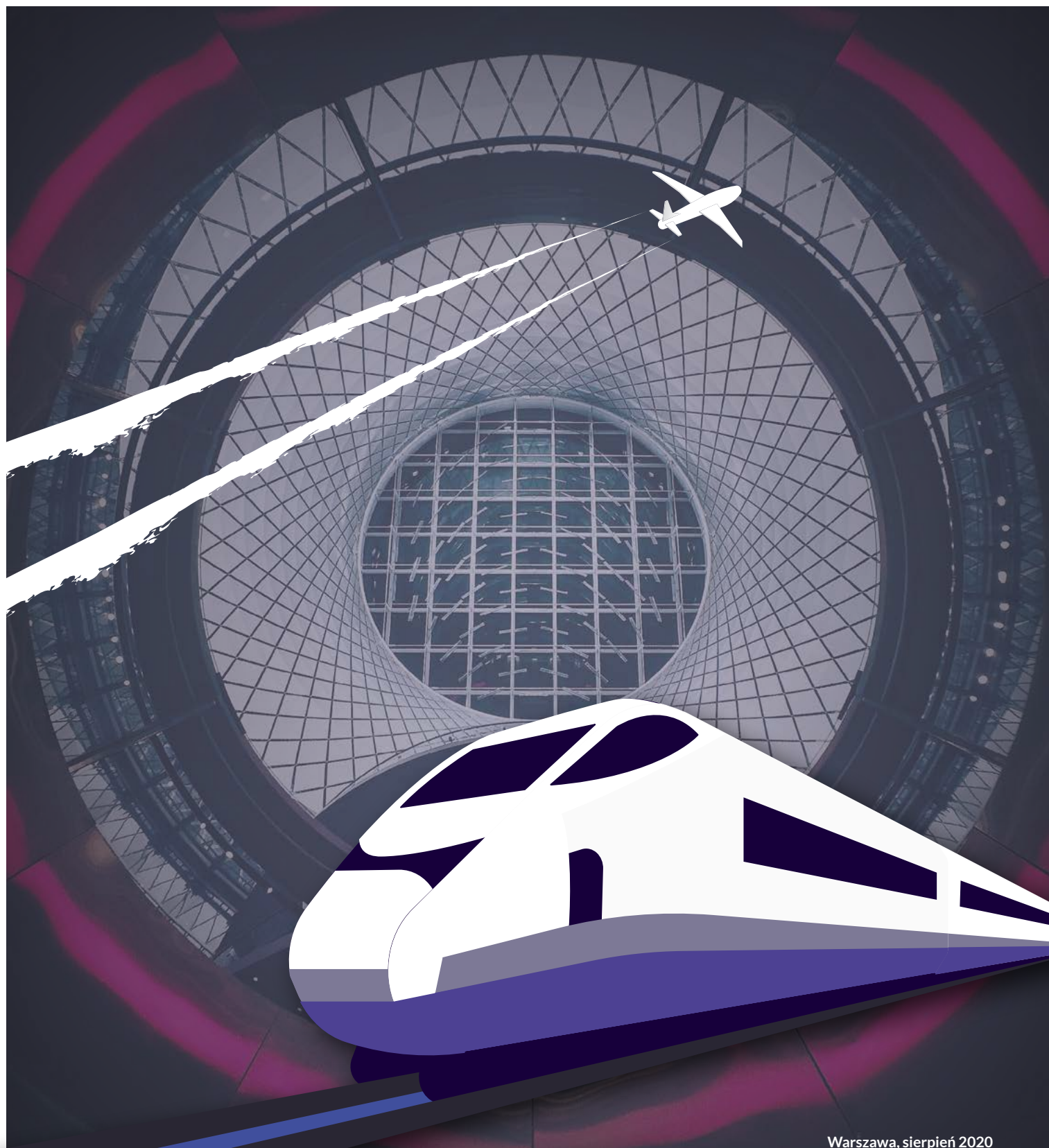


Centralny Port Komunikacyjny



Ministerstwo
Cyfryzacji

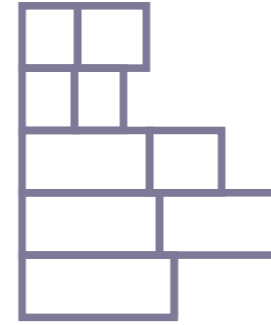
Lotnisko PRZYSZŁOŚCI



Warszawa, sierpień 2020

Spis treści

| | |
|--|----|
| Słowo wstępne | 5 |
| O raporcie | 6 |
| Streszczenie | 9 |
| Inteligentne lotniska | 10 |
| Centralny Port Komunikacyjny jako hub innowacyjności | 11 |
| Perspektywa pasażera | 14 |
| Zameldowanie się i sprawdzanie dokumentacji podróży | 15 |
| Routing bagażu | 15 |
| Poruszanie się po lotnisku | 18 |
| Predykcja zachowań pasażerów | 18 |
| Serwis informacji lotniskowej | 18 |
| Organizacja wewnętrznego ruchu pasażerów | 19 |
| Obsługa pasażera niepełnosprawnego | 20 |
| Komfort podróży | 21 |
| Doświadczenie operacyjne – inteligentne zarządzanie | 23 |
| Zarządzanie budynkiem | 23 |
| Zarządzanie personelem | 24 |
| Zewnętrzne zarządzanie ruchem | 24 |
| Zarządzanie infrastrukturą komunalną | 30 |
| Zarządzanie infrastrukturą informatyczną | 35 |
| Infrastruktura sieciowa | 36 |
| Zarządzanie danymi | 39 |
| Bezpieczeństwo | 42 |
| Cyberbezpieczeństwo | 43 |
| Bezpieczeństwo pasażerów | 46 |
| Nadzór ruchu lotniczego | 50 |
| Bezpieczeństwo antydronowe | 52 |
| Bezpieczeństwo fizyczne | 55 |
| Zarządzanie kryzysowe | 58 |
| Źródła finansowania | 59 |
| Partnerstwo Publiczno-Prywatne (PPP) | 59 |
| Korzystanie z usług w modelach subskrypcyjnych | 63 |
| Fundusze Europejskie | 64 |
| Partnerstwa Strategiczne | 72 |
| Partnerstwa w programie Horyzont Europa | 74 |
| Podsumowanie i dalsze kroki | 76 |
| Wykaz skrótów używanych w dokumencie | 78 |
| Omówienie podobnych inwestycji na świecie | 81 |



Wydanie 1
Oddano do druku wrzesień 2020
Wydrukowano w nakładzie 100 egzemplarzy

Wersja elektroniczna dostępna na www.gov.pl/cyfryzacja
e-mail: sekretariat.DRI@mc.gov.pl

Projekt okładki: **Mykhailo Bazarko**, Ministerstwo Cyfryzacji
Skład i projekt graficzny: **Mykhailo Bazarko**, Ministerstwo Cyfryzacji
Wparcie przy projektowaniu **Bogdan Nowowiejski**, Ministerstwo Cyfryzacji

Druk OFICYNA DRUKARSKA, ul. Sokołowska 12a Warszawa

Sfinansowano ze środków budżetowych Ministerstwa Cyfryzacji

Raport może być kopiowany i wykorzystywany publicznie jedynie bez naruszenia jego integralności.
Prawa autorskie i majątkowe do wykorzystanych w raporcie materiałów pochodzących ze źródeł obcych pozostają własnością ich właścicieli.



Słowo wstępne

Szanowni Państwo,

już drugi raz na przestrzeni niespełna roku mam przyjemność przedstawić publikację dotyczącą internetu rzeczy (IoT). Tym razem oddajemy w Państwa ręce raport „Centralny Port Komunikacyjny – lotnisko przyszłości”.

To zbiorowa praca ekspercka, którą traktujemy jako wstępny przegląd najistotniejszych – z punktu widzenia optymalnego zarządzania operacyjnego powstającego Centralnego Portu Komunikacyjnego – zagadnień dotyczących zarówno bezpieczeństwa pasażerów, ich obsługi, jak i uczestników ruchu towarowego, a także okolicznych mieszkańców.

To także wstępna koncepcja wykorzystania najnowszych rozwiązań teleinformatycznych do optymalnego zarządzania licznymi procesami, jakie mają miejsce w tak rozbudowanym i kluczowym węźle transportowo-komunikacyjnym, jakim będzie Centralny Port Komunikacyjny (CPK).

Raport to punkt wyjścia do dalszych, pogłębionych analiz, do których już dziś chcemy zaprosić środowiska academic-

kie, organizacje biznesowe i społeczne, działających w Polsce operatorów telekomunikacyjnych oraz przedstawicieli właściwych instytucji publicznych.

Wypracowane przy realizacji CPK wzorce zastosowań IoT i cyfryzacji procesów będą wykorzystywane przy innych projektach.

Najnowsze rozwiązania technologiczne będą fundamentem Centralnego Portu Komunikacyjnego. Zależy nam, aby ta kluczowa inwestycja była też szansą na rozwój polskich placówek naukowo-badawczych i rodzimych firm technologicznych – zarówno tych dojrzałych, jak i start-upów.

CPK to niepowtarzalna szansa, na to aby Polska stała się liderem innowacji w Europie. Jestem przekonany, że w zakresie zastosowań internetu rzeczy jesteśmy na dobrej drodze.

Dziękuję wszystkim ekspertom, którzy pomimo trudnej – ze względu na pandemię – sytuacji, przyjęli nasze zaproszenie i pro publico bono podjęli się opracowania koncepcji w niespełna trzy miesiące.

Państwa wiedza merytoryczna i doświadczenie są nieocenione. Mam nadzieję, że na publikacji Raportu „Centralny Port Komunikacyjny – lotnisko przyszłości” nasza współpraca się nie zakończy.

Liczę, że wspólnie wypracujemy m.in. dojrzałe koncepcje rozwiązań i aplikacji, które zrealizowane przez krajowe ośrodki badawczo-rozwojowe i zatrudnionych w Polsce programistów, przyczynią się do zapewnienia Polsce trwałego miejsca w ścisłej czołówce najbardziej innowacyjnych krajów.

Dzięki Państwa pracy CPK może stać się infrastrukturalnym sercem Europy, z silnym zapleczem badawczo-rozwojowym dla nowych technologii.

Ze swej strony dołożę wszelkich starań, aby działania Grupy ds. Internetu Rzeczy i reprezentowane w niej kompetencje były wykorzystywane na dalszych etapach planowania realizowanych w Polsce inwestycji.

Marek Zagórski
Minister Cyfryzacji



Koncepcja CPK_Zaha Hadid

O raporcie

Raport przygotowało grono ekspertów, którzy odpowiedzieli na zaproszenie Michała Wiśniewskiego, Dyrektora Departamentu Rozwiązań Innowacyjnych w Ministerstwie Cyfryzacji, wystosowane 23 marca 2020 r. do członków Grupy Roboczej ds. Internetu Rzeczy działającej przy Ministerstwie Cyfryzacji.

Punktem wyjścia do stworzenia raportu było przyjęcie założenia, że Centralny Port Komunikacyjny (dalej CPK) to idealne miejsce do realizacji projektów wykorzystujących najnowsze rozwiązania technologiczne oparte na koncepcji Inteligentnego Miasta (z ang. *Smart City*) w tym Internetu Rzeczy (dalej IoT).

Raport zawiera rekomendacje dotyczące kluczowych zagadnień, którym należy poświęcić szczególną uwagę przy planowaniu inwestycji, zarys pomysłów w zakresie wdrażania technologii i ich wykorzystania celem uzyskania jak największych korzyści wpływających na sprawne funkcjonowanie lotniska i jego otoczenia. W raporcie zamieszczono też informacje o różnorodnych źródłach finansowania zarówno inwestycji jak i rozwoju i wdrażania innowacji, szczególnie podkreślając ważną rolę partnerstw publiczno-prywatnych (w tym innowacyjnych programu Horyzont Europa). Raport ma stanowić podstawę do późniejszych pogłębionych analiz celem przygotowania planu kompleksowych wdrożeń nie tylko na lotnisku, ale również w każdej złożonej inwestycji, której zarządzanie może być oparte na koncepcji *Smart City*, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa oraz ciągłości działania.

W pracach na zasadach pro publico bono uczestniczyli (w kolejności alfabetycznej):

Andrzej Bartosiewicz, Thales

Krzysztof Bień, Polpharma

Marcin Cabak, Polskie Towarzystwo Informatyczne

Robert Cieloch, IS-Wireless

Tomasz Ciepieńka, Thales

Andrzej Dulka, Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji

Michał Dziecielski, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu – Wydział Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej

Jacek Fink-Finowicki, Siemens Mobility Sp. z o.o.

Michał Gałagus

Anna Golińczak, Thales

Paweł Gora, Quantum AI.Foundation

Janusz Górski, T-Mobile Polska

Damian Hajduk

Piotr Kaczyński, SAS Institute

Łukasz Kotalla, SAS Institute

Albert Lewandowski, Almine

Grzegorz Mikulski, SAS Institute

Andrzej Milkowski, IS-Wireless

Jarosław Mojsiejuk

Jordi Mongay Batalla, Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy / Politechnika Warszawska – Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych

Stawomir Pietrzyk, IS Wireless

Kamil Nawrocki, BConnect, Collegium Da Vinci Poznań

Rafał Sanecki, IS-Wireless

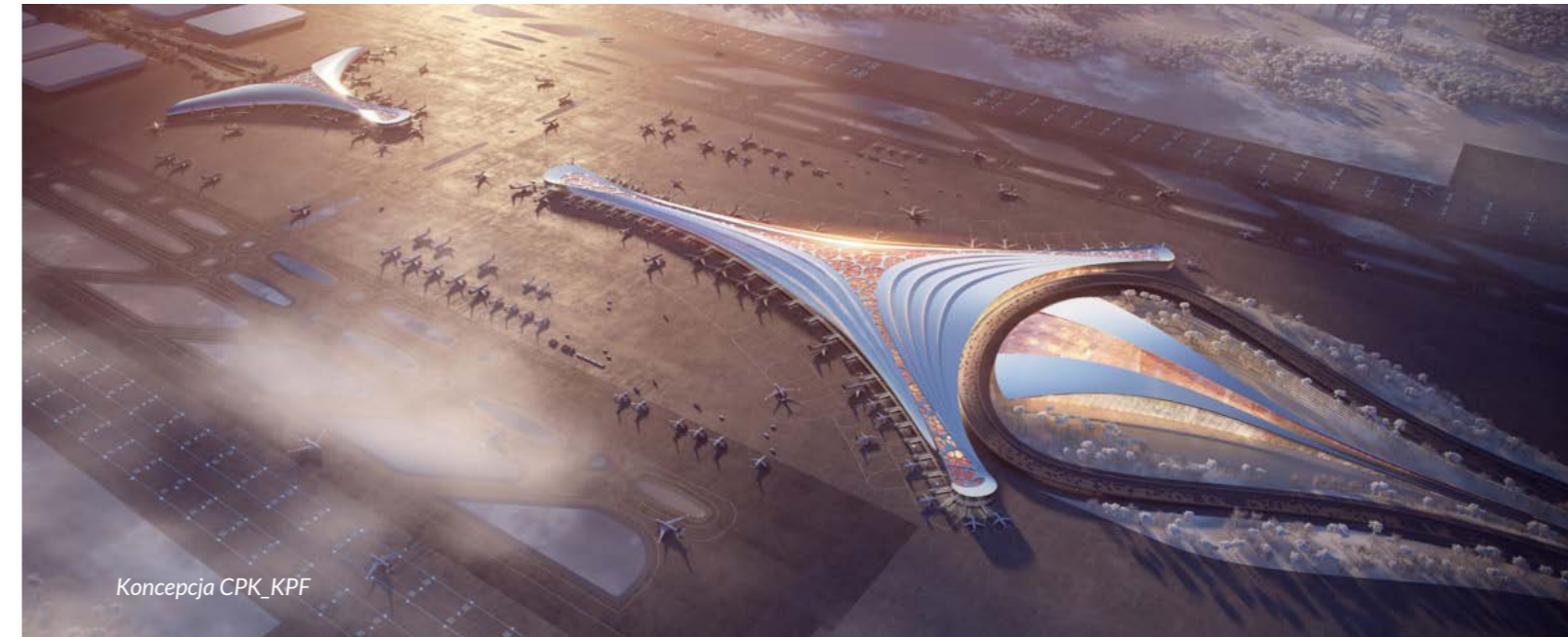
Aleksander Seman, Thales

Konrad Sienkiewicz, Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy

Małgorzata Szotucha, Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE

Marcin Sikorski, Stowarzyszenie Jakości Systemów Informatycznych
Koncepcja CPK_KPF

Zbigniew Turek, Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE



Koncepcja CPK_KPF

Bogdan Ślęk, Signify

Marcin Wawrzyniak, Instytut Partnerstwa Publiczno-Prywatnego

Damian Wójcik, Thales

Piotr Zacharek, Hewlett Packard Enterprise Polska

Jerzy Żurek, Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy

Wsparcie redakcyjne ze strony Ministerstwa Cyfryzacji:

Mikołaj Batyra

Robert Kroplewski

Michał Pariaszewski

Szymon Rymsza

Sylvia Magdalena Stefaniak

Halszka Suszek-Borowska

Ewa Świętochowska

Recenzenci z komórek merytorycznych Ministerstwa Cyfryzacji:

Bogusław Dębski

Joanna Malczewska

Gracjan Nogalski

Joanna Pisarczyk-Jagielska

Krzysztof Politowski

Aleksander Sołtysik

Andrzej Tokarzewski

Gośćmi specjalnymi na spotkaniach roboczych Sekcji IoT w CPK byli:

24.04.2020 r.

Adam Andruszkiewicz, Sekretarz Stanu w Ministerstwie Cyfryzacji, wiceprzewodniczący Komitetu Rady Ministrów ds. Cyfryzacji (KRMC)

26.05.2020 r.

Seweryn Szwarocki, Dyrektor Biura Analiz Strategicznych, Centralny Port Komunikacyjny i Marek Litwin, Doradca w Biurze Analiz Strategicznych, Centralny Port Komunikacyjny

08.06.2020 r.

Paweł Buczak, Pełnomocnik Zarządu ds. Bezpieczeństwa i IT, Centralny Port Komunikacyjny sp. z o.o.

¹ <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/grupa-robocza-ds-internetu-rzeczy-internet-of-things-iot>

Streszczenie

Porty lotnicze pełnią kluczową rolę w transporcie ludzi i towarów, a także w handlu regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Są miejscem, w którym system lotniczy łączy się z innymi rodzajami transportu. Dlatego tak ważne jest przeanalizowanie już istniejących oraz tych dopiero planowanych rozwiązań, które pomogą ograniczyć bądź całkiem wyeliminują problemy operacyjne.

Dziś dostosowanie odpowiednich nowych technologii oraz wprowadzenie innowacji do przemysłu lotniczego wydaje się być oczywistym wyborem. Raport poświęcony Internetowi Rzeczy w Centralnym Porcie Komunikacyjnym (CPK) stanowi materiał obejmujący zróżnicowane aspekty związane z tą inwestycją i przedstawione w nim zalecenia dotyczą zarówno kategorii działań obejmujących Inteligentne Lotniska (z ang. *Smart Airports*), Połączone Lotniska (ang. *Connected Airports*), jak również koncept Inteligentnych Miast (z ang. *Smart Cities*).

Nowoczesne porty komunikacyjne są projektami skupiającymi w sobie mnogość kategorii działań. W ich przypadku aspekty bezpieczeństwa, sprawnego zarządzania, dbania o wrażenia użytkownika tworzenia kompatybilnej, otwartej platformy teleinformatycznej, przeplatają się i łączą na wielu poziomach. Raport został opracowany w celu zaproponowania odpowiednich rozwiązań oraz wdrożenia projektów najlepiej dopasowanych dla Centralnego Portu Komunikacyjnego, projektów opartych na koncepcji Smart City, które mogą być wykorzystane w dowolnej strukturze organizacyjnej miasta, gminy, czy większej aglomeracji.

Opisane rozwiązania i metody wskazują pomysły mające wspomóc opracowywanie kolejnych kroków służących wdrożeniu dostosowanych do potrzeb CPK rozwiązań. Przyjęte do wdrożenia rozwiązania powinny opierać się na doświadczeniach płynących z już realizowanych na świecie projektów o podobnej skali z wykorzystaniem wiedzy wynikającej z tych przedsięwzięć. Jednocześnie należy podkreślić, że kluczowe są tu aspekty związane z zarządzaniem tak rozbudowanym i skomplikowanym ekosystemem. Odpowiednie metody zarządzania wraz z opracowanymi strategiami będą miały za zadanie realizację postawionych celów w sposób zwięzły, a zarazem pozwolą na sprawne podejmowanie decyzji i wykonywanie zadań operacyjnych.

Beneficjentem wszystkich akcji pozostają pasażerowie. W związku z powyższym Centralny Port Komunikacyjny poprzez spersonalizowaną ofertę stanie się gwarantem wysokiego poziomu obsługi, płynnej organizacji ruchu, zapewnienia pakietu usług pozwalających na kompleksowe planowanie podróży czy wreszcie – dostarczenia rozrywki umilającej czas oczekiwania na lot lub pociąg.

Z uwagi na złożoność działań niebagatelny wpływ na ich powodzenie będzie miał projekt infrastruktury, w szczególności transportowej i teleinformatycznej. Także w tym obszarze Centralny Port Komunikacyjny może skorzystać z doświadczeń innych inteligentnych lotnisk i dworców kolejowych, które zmierzyły się z licznymi wyzwaniem wynikającymi z konieczności wdrożenia kompatybilnej, skalowalnej platformy cyfrowej wspierającej zarządzanie i dbanie o jak najlepsze doświadczenia pasażera.

Przy tym wszystkim szczególnie nacisk należy położyć na kwestie bezpieczeństwa – zarówno informatycznego, jak i fizycznego. Nowoczesne lotnisko może korzystać z możliwości najnowszych technologii, dbając o bezpieczeństwo pasażerów, infrastruktury oraz samolotów i taboru kolejowego. W tym obszarze mowa jest o ochronie przed atakami terrorystycznymi, bezpiecznym pobycie na lotnisku w obliczu obecnej czy przyszłej sytuacji pandemicznej, zabezpieczeniach przed incydentami z udziałem dronów, a także zapewnieniu najwyższego możliwego poziomu cyberbezpieczeństwa.



Inteligentne lotniska



Inteligentne lotniska są jednym z trendów światowych, które odzwierciedlają ideę tzw. lotnisk połączonych (ang. *smart airports*). Pojęcie to odnosi się do szerokiej gamy technologii IoT i aplikacji wdrażanych na lotniskach. Smart airport łączy różne technologie za pośrednictwem IoT, mając na celu poprawę doświadczenia pasażerów i przyniesienie korzyści finansowych portowi lotniczemu. Osiągnięcie tego celu wymaga znacznej pracy głównie w kontekście operacji lotniczych, co jest definiowane w różny sposób w zależności od posiadanej wiedzy i innych perspektyw. Z jednej strony jest ono definiowane jako miejsce, które ma w pełni cyfrowy interaktywny system zapewniający pasażerom komfort podróży. Z drugiej należy również zwrócić uwagę na część operacyjną, czyli postrzeganie lotniska jako organizmu podłączonego do Internetu, który potrafi wyświetlać bieżący stan operacyjny w sposób zarówno czasowy, jak i geoprzestrzenny. Dodatkowo ważna jest łączność z każdym aspektem działalności lotniska – bezpieczeństwem, bagażem, poruszaniem się pasażerów jak i przewozów towarowych – głównie za pomocą centralnego przetwarzania danych. Innym pojęciem, na które warto w planowaniu CPK zwrócić uwagę to Połączone Lotniska

(z ang. *Connected airports*) rozumiane jako wymiana danych między portami lotniczymi³. CPK jest inwestycją idealną do wprowadzenia rozwiązań służących wymianie danych między krajowymi portami lotniczymi, dworcami i pociągami.

Elementy, na jakie należy zwrócić uwagę podczas wdrażania rozwiązań IoT przedstawia poniższa tabela :

| | |
|------------------------|--|
| Obiekt fizyczny | Ludzie i przedmioty, bagaż lub karta pokładowa |
| Oprządkowanie | Inteligentny element: czujnik lub inny system zbierania danych |
| Łączność | Urządzenie sieciowe ułatwiające połączenie obiektu do systemu zarządzania danymi |
| Analityka | Przydatne informacje uzyskane z analizy utworzonych danych |

Tabela 1. Komponenty Internetu Rzeczy występujące na lotnisku

²Johanna Zmud, Matt Miller, Maarit Moran, Melissa Tooley, Jeff Borowiec, Bob Brydia, Rana Sen, Joe Mariani, Elizabeth Krimmel, Aubrey Gunnel: A Primer to Prepare for the Connected Airport and the Internet of Things <http://nap.edu/25299> (dostęp 14 lipca 2020 r.).

³<http://www.eurocontrol.int/concept/connected-airports>



Centralny Port Komunikacyjny jako hub innowacyjności

wizualizacja Grimshaw Architect

Centralny Port Komunikacyjny jest inwestycją na tyle dużą i znaczącą, że idealnym stanem rzeczy byłaby sytuacja, w której stałby się on tzw. *hubem innowacyjności*, w którym będą prototypowane i testowane rozwiązania oparte na nowych technologiach. Rozwiązania te będą mogły być wykorzystywane w wielu branżach nawet poza szeroko rozumianym ekosystemem CPK, ale będą odzwierciedlać możliwości kompleksowego wdrożenia Smart City, a co za tym idzie – szerokie korzyści z takiego sposobu zarządzania. Nim to jednak nastąpi, wiele działań musi zostać poprawnie ukończonych, aby odnieść sukces w budowie nowoczesnego centrum innowacji jako trwałego miejsca tworzenia i adaptacji technologii i innowacji, których kierunku rozwoju w tej chwili nie da się przewidzieć.

Miarą sukcesu centrum innowacji powinno być tworzenie i selekcja pomysłów projektowych w kilku aspektach:

- skuteczność ich generowania oraz wstępnej oceny;
- szybkość oceniania, selekcji oraz rozwoju wybranych rozwiązań;
- komercjalizacja po fazie testowej.

Adaptacyjny ekosystem komponentów

Na bazie współczesnych doświadczeń sugeruje się rozważenie wdrażania technologii w CPK za pomocą centrum innowacji w modelu tzw. adaptacyjnego ekosystemu komponentów (ang.

adaptive ecosystem components). Takie podejście jest nowością i zmienia reguły postępowania. Wynika to z tego, że w przeszłości miejsca, w których generowano innowacyjne pomysły opierały się na modelu hubu, w którym wszyscy uczestnicy pracowali wokół jednego lidera. Ekosystem adaptacyjny z kolei jest definiowany jako środowisko koncepcyjne, w którym proces tworzenia jest realizowany z wykorzystaniem informacji zwrotnych do pierwotnego założenia i konceptu, ich uwzględnieniem wraz z sugestiami i wnioskami pominiętymi w początkowych założeniach. Stworzenie i funkcjonowanie takiego ekosystemu wymaga zarówno wyobraźni, jak i elastyczności. Dzięki temu instytucje stosujące model adaptacyjnego ekosystemu mogą współpracować z partnerami o mniej konwencjonalnych sposobach działania. Takie podejście jest korzystne szczególnie w sytuacjach dużej częstotliwości zmian oraz konieczności zachowania pełnej elastyczności.

Cyfrowy bliźniak

Centralny Port Komunikacyjny już od fazy konceptualizacji projektu i jego funkcjonalności powinien być organizowany również jako cyfrowy bliźniak pozwalający zarządzać wszystkimi fazami projektowania budowy i ruchu na budowie, a także uruchomienia i eksploatacji poszczególnych elementów składowych docelowego kształtu kompleksu.

W projektowaniu sugeruje się wykorzystanie systemu BIM (ang. *Building Information Modeling*). Modelowanie to pozwala na uwzględnienie cyklu planowania, projektowania, budowania i obsługi CPK w warstwie wkładów w postaci własności intelektualnej i danych oraz zarządzania produktywnością inwestycji oraz jej obsługi. BIM pomaga również zarządzać procesami współpracy tak wewnątrz organizacji CPK, jak i na zewnątrz, włączając zarządzanie wszystkimi łańcuchami dostaw.

Złożoność procesów eksploatacyjnych czy obsługowych CPK daje niespotykane warunki stworzenia nowoczesnego środowiska do badań i testów nowych technologii, czy to w postaci algorytmów, sztucznej inteligencji, wirtualnej lub rozszerzonej rzeczywistości czy blockchain. Środowisko CPK może stanowić jednocześnie platformę wyzwań, jakie się ujawnią w projekcie, a następnie ich wdrożenie i komercjalizację także poza zastosowaniami w ramach lotniska. W tym obszarze wskazane byłoby założenie funduszu Venture Capital z udziałem CPK. W ten sposób powstałby swoisty ekosystem CPK pozwalający na inkorporowanie najbardziej efektywnych rozwiązań i ich skalowania również poza środowiskiem lotniskowym. Taki mechanizm mógłby stać się generatorem nowego rynku, łańcuchów wartości i miejsc pracy.

Wirtualne składnice danych

Aby taki ekosystem mógł być kompletny i działać na rzecz rozwoju nowoczesnych rozwiązań zaleca się stworzenie wirtualnej składnicy danych, która mogłaby być oparta na bazie sensorów IoT połączonych w zdecentralizowaną sieć poprzez komputery brzegowe. Składnica ta byłaby zasilana głównie danymi nieosobowymi i danymi udostępnianymi publicznie. Wirtualna składnica danych nie byłaby centralnym

repozytorium danych, ale siecią połączonych rozproszonych repozytoriów i źródeł danych. Wirtualna składnica danych, której założenia zostały wskazane również w „Polityce dla rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce od roku 2020” byłaby federacją interesariuszy zainteresowanych wzajemnym dzieleniem się danymi w ramach zaufanych protokołów udostępnienia i z zachowaniem zasad i procedur cyberbezpieczeństwa. Istotą tego konceptu jest stworzenie środowiska dzielenia się danymi z uwagi na ich funkcję nieskończonej re-używalności i potrzeby wykorzystywania danych wiarygodnych. Jest to także kluczowe dla przeciwdziałania popadnięciu w dług innowacyjny podmiotów przetrzymujących dane, które nie są w stanie samodzielnie walidować jakości swoich zbiorów.

Data trust

Środowisko mobilności, ruchu, ludzi i towarów wymagać będzie także zbudowania zaufanego repozytorium wewnętrznego (ang. *data trust*), z jednej strony dla zachowania prywatności klientów CPK, z drugiej ochrony transakcji towarowych i usługowych w procesie przewozu, spedycji czy logistyki. Należy od początku zaproponować standard wymiany danych w procesie logistyki, a na pewno oczekiwać, że każdy operator tego procesu uzna standard CPK na zasadzie wzajemności.

Przy współpracy z Fundacją Platforma Przemysłu Przyszłości celowe jest postawienie CPK jako miejsca integrującego wymagania przemysłowe ze środowiskiem naukowym oraz edukacyjnym. Jednym z kluczy do sukcesu CPK będzie zdolność zatrzymania talentów i wiedzy dla rozwijania zdobytego *know-how* w cyklu życia wytworzonych nowych technologii i procesów, jakie będą miały miejsce w CPK i ich późniejszego wdrażania poza środowiskiem lotniskowym.



Koordinacja projektu

Głównym ryzykiem przy wdrażaniu dużego projektu portu lotniczego jest pominięcie znaczenia doświadczonego wykonawcy pełniącego rolę nadzorczą w całym procesie. Przykładem może być *Master System Integrator (MSI)*. W projekcie o wysokim stopniu złożoności i dużej skali integracji poziom interakcji systemów, zależności i wymaganych połączeń jest ogromny. Rolą MSI jest kierowanie i koordynacja realizacji projektu oraz przewidywanie wszystkich możliwych punktów blokujących wdrażanie, integrację i testowanie systemów. Zarządzanie integracją systemu jest szczególnym działaniem procesu w projekcie, który ma zapewnić osiągnięcie oczekiwanego zachowania każdego podsystemu – z uwzględnieniem do czego podsystem został zaprojektowany i opracowany.

Proponowany proces inżynierii i integracji systemu jest podzielony na trzy główne fazy, którymi są:

- Zdefiniowanie systemu:
 1. wymagania dotyczące użytkowania zdefiniowane przez Zleceniodawcę;
 2. opracowanie architektury;
 3. wymagania dotyczące elementów składowych.
- Konfiguracja i dostosowanie systemu:
 1. walidacja;
 2. weryfikacja;
 3. integracja.
- Zmiana inżynierii systemu:
 1. produkcja;
 2. wdrożenie;
 3. wsparcie.

Rozwiązania zaimplementowane w CPK mogą stanowić wzorzec wdrożeń nowych technologii, który będzie mógł być wykorzystany także w innych (poza lotniskowych) dziedzinach, tym samym wspomagając realizację Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju i Strategii Produktywności 2030.

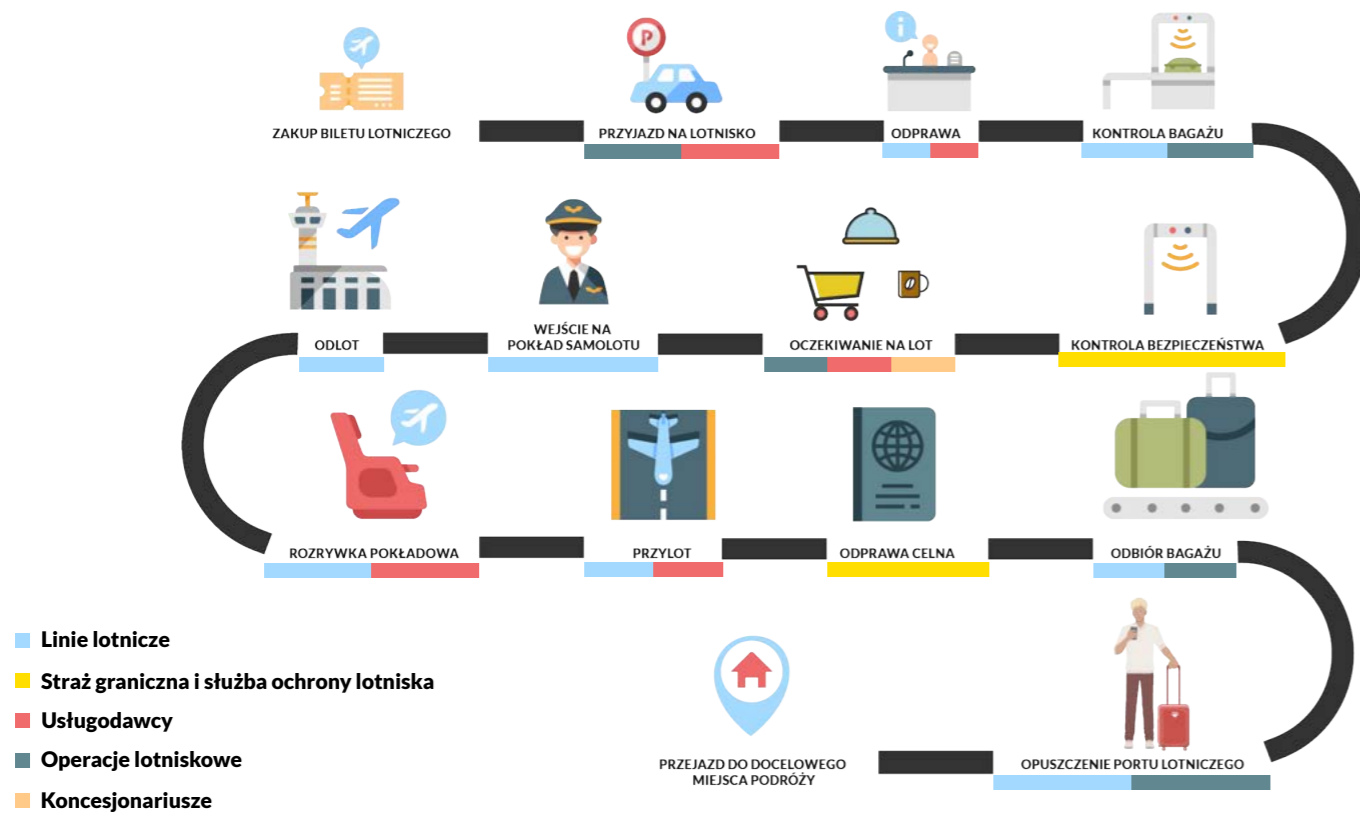
⁴ Venture Capital: https://pl.wikipedia.org/wiki/Venture_capital

⁵ Łańcuch wartości: https://pl.wikipedia.org/wiki/Łańcuch_wartości

⁶ Platforma Przemysłu Przyszłości: <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl>



Perspektywa pasażera



Coraz szybsze tempo zmian sprawia, że każda branża, nie tylko produkcyjna, ale i usługowa, jest skazana na poszukiwanie i wdrażanie innowacji. W przypadku transportu lotniczego chodzi nie tylko o innowacje w wymiarze tradycyjnym – infrastrukturalnym lub technologicznym – ale przede wszystkim w wymiarze związanym z pasażerem i opartym na jego doświadczeniu.

Mechanizmy sztucznej inteligencji i Internetu Rzeczy są czymś, przed czym lotniska nie mogą uciec, jeśli chcą się odpowiednio rozwijać. Przy prognozowanym wzroście ruchu lotniczego skalowalność może zostać zapewniona w znaczącej mierze właśnie dzięki technologii. Z tej perspektywy szczególnie ważne są doświadczenia podróżnych na całej trasie wędrówki, od momentu rozpoczęcia podróży do jej zakończenia.

Należy sobie zdać również sprawę z presji, jaką wywiera szybki rozwój sektorów powiązanych z branżą lotniczą, takich jak handel detaliczny, czy sektor turystyczny. Sprawia to, że oczekiwania co do poziomu usług nieustająco rosną. Pasażer ocenia swoje doświadczenie jako całość i nie rozdziela go na osobne niezależne elementy, jak obsługa, przelot samolotem, przejazd do lotniska pociągiem, taksówką, rezerwacja pokoju hotelowego czy zakup posiłku. Dziś pasażerom zależy na tym, aby cała podróż przebiegała sprawnie i efektywnie – czyli była zintegrowanym procesem bezproblemowo przechodzącym pomiędzy poszczególnymi etapami.

Ciągła praca nad podnoszeniem poziomu satysfakcji pasażera skutkuje korzyściami w czterech podstawowych obszarach:

- wzrost przychodów (nie tylko z podstawowych usług lotniczych);
- uzyskanie trwałej pozycji konkurencyjnej;
- budowa atrakcyjnego wizerunku (dla pasażera, interesariuszy i partnerów biznesowych);
- obniżenie kosztów obsługi.

Pierwszym, najważniejszym krokiem i jednocześnie warunkiem kluczowym jest zrozumienie i zdefiniowanie tzw. ścieżki doświadczeń pasażera. Powinna ona zawierać zarówno listę potencjalnych źródeł problemów na wszystkich jej etapach, jak i miejsca interakcji z obszarami obsługiwanymi przez podmioty składające się na ekosystem lotniska. Dzięki temu w CPK możliwe będzie zaprojektowanie najlepszej ścieżki doświadczenia pasażera, generującej najwięcej korzyści.

Budowanie doświadczenia pasażera na najwyższym poziomie nie jest możliwe bez wykorzystania rozwiązań pozwalających na przetwarzanie danych, które pochodzą z różnych źródeł. To dzięki nim możliwa jest realizacja wizji lotniska bez kolejek z samodzielną odprawą pasażerów i bagażu. Realne staje się zautomatyzowanie systemów uwierzytelniania dokumentów z łatwym lokalizowaniem właściwej bramki czy interaktywnych sposobów pozyskiwania informacji o locie, sklepach, promocjach, hotelach czy innych dodatkowych usługach. Wykorzystanie danych pochodzących z różnych źródeł jest kluczowym elementem budowania pozytywnych doświadczeń pasażera. Dzięki temu możliwym staje się osiągnięcie zupełnie nowego poziomu obsługi poprzez elementy przedstawione w poniższej tabeli.

| | |
|--|--|
| Nawigacja | kierowanie pasażerów do właściwych bramek, odbioru i nadania bagażu, wyjść dla przylatujących, wskazywanie istotnych miejsc (restauracje, sklep, hotel, pomoc medyczna, toalety, peron, wózki, defibrylator, vending machines, itd.) |
| Informacja lotniskowa | spójny system prezentacji treści, wykorzystujący dostępną infrastrukturę lotniska (ekrany, telewizory, itd.) |
| Smart parking | zarządzanie miejscami parkingowymi, wskazywanie wolnych miejsc, wskazanie miejsc pozostawienia przypisanego pojazdu, optymalizacja wykorzystania przestrzeni |
| Zamawianie usług dodatkowych | rezerwacja miejsca w restauracji, taksówka, bus, zakup biletów komunikacji publicznej/kolejowej, wynajem samochodu, rezerwacja pokoju hotelowego |
| Integracja z systemami bezpieczeństwa | zgłaszanie incydentów, nawigacja w sytuacji kryzysowej, dostarczanie w czasie rzeczywistym informacji o rozwoju sytuacji zagrożenia np. pożaru |

Zameldowanie się i sprawdzanie dokumentacji podróży

Automatyzacja procesów związanych z odprawą pasażerów i ich bagażu staje się dziś normą. Niemal wszyscy przewoźnicy oferują możliwość odprawy online, a wielu z nich umożliwia też samodzielną odprawę bagażu rejestrowanego. Jednocześnie wraz ze wzrostem udziału dokumentów (np. paszportów) biometrycznych zwiększają się potencjalne możliwości do zmniejszenia udziału pasażerów odprawianych przez personel lotniska, a zwiększania udziału osób odprawiających się samodzielnie. Aktualnie obsługa lotniska musi zweryfikować tożsamość danej osoby, sprawdzając, czy posiada ważny dokument tożsamości, wizę, itp. W przypadku dokumentów biometrycznych proces ten można zautomatyzować. To z jednej strony oznacza mniejsze koszty funkcjonowania, a z drugiej skrócenie czasu obsługi pasażerów, czy też

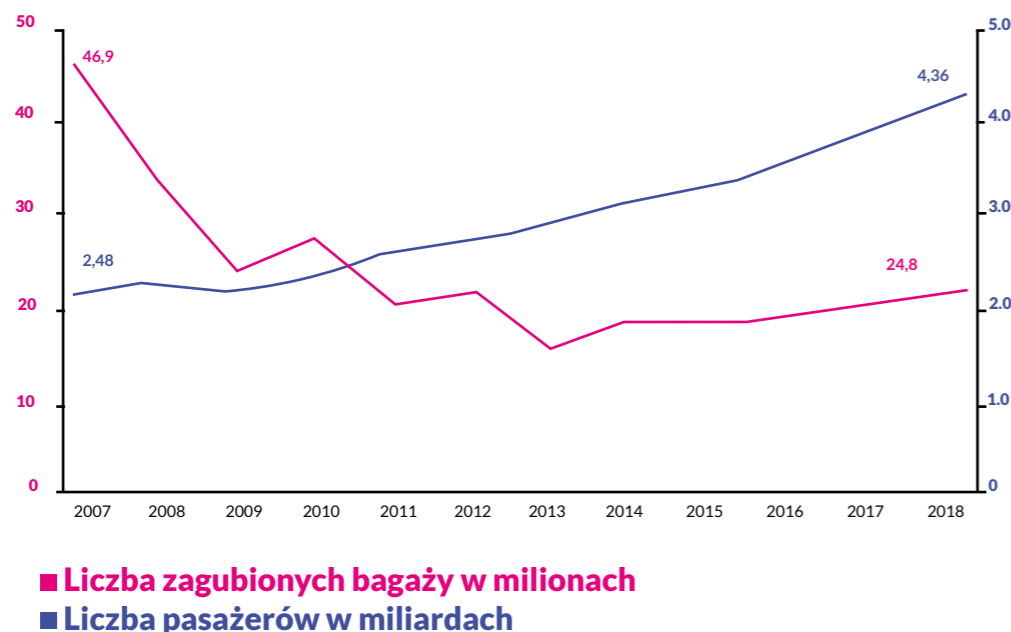
ograniczenie przestrzeni dla stanowisk odprawy.

Podsumowując należy podkreślić, że zastosowanie usług informatycznych wspomagających proces odprawy pasażerów to dziś konieczność, a nie tylko dobra wola lotniska. Im funkcjonalności tych usług będą większe, tym większe będą korzyści lotniska, pasażerów oraz przewoźników lotniczych. Niewątpliwie więc, w nowobudowanym lotnisku należy przewidzieć najnowsze rozwiązania technologiczne z tego obszaru, co pozwoli osiągnąć wymierne korzyści w działalności operacyjnej, jak i wpłynie na budowę pozytywnego wizerunku.

Routing bagażu

Proces zarządzania bagażami pasażerów jest jednym z kluczowych procesów obsługi pasażerów na lotnisku. Krótszy czas od przyjęcia bagażu do załadunku w samolocie umożliwia

planowanie krótszych przerw między lotami w przypadku pasażerów tranzytowych. Prawidłowe i terminowe dostarczenie bagażu do lotniska docelowego sprawia, że linia lotnicza nie ponosi kosztów związanych z dostarczeniem bagażu opóźnionego i wypłaty odszkodowań za zgubiony bagaż, co oznacza zdecydowane obniżenie wydatków przewoźników. Dlatego też obsługa transportu bagażu już teraz jest dalece zautomatyzowana. Powszechnie stosowany jest system śledzenia i pozycjonowania ALIS (ang. *Airport Luggage Identification System*), którego początki sięgają roku 1990. Opiera się on o etykiety bagażowe zapisane zarówno w formie zwykłego tekstu, jak i w postaci kodu kreskowego, które mogą być rozpoznawane przez czytniki w technologii laserowej i wspomagane systemem kamer. Wdrożenie systemów ALIS pozwala na znaczące zwiększenie przepustowości sortowni bagażu na lotniskach. Na rysunku poniżej zamieszczono wykres, na którym zestawiono zmiany liczby pasażerów (kolor niebieski) oraz liczbę utraconych bagaży (kolor różowy) w latach 2007-2018.



Rysunek 1. Zmiany liczby pasażerów oraz liczby zagubionych bagaży w latach 2007-2018
(Źródło: SITA 2019 *Baggage IT Insights*)

Autorzy raportu SITA 2019 *Baggage IT Insights*⁷, z którego pochodzi powyższy wykres, zwracają uwagę, że dzięki inwestycjom lotnisk w zaawansowane rozwiązania technologiczne, udało się obniżyć liczbę bagaży zagubionych z 46,9 mln w 2007 r. do 24,8 mln w 2018 r. Jednocześnie szacowany przez nich koszt związany z niedostarczeniem bagażu w roku 2018 to 2,4 miliarda dolarów. Widać zatem, że w obszarze zarządzania bagażem pozostaje jeszcze wiele do zrobienia. Potwierdzeniem tej tezy jest również wydanie w roku 2018 przez Międzynarodowe Zrzeszenie Przewoźników Powietrznych (IATA) Rezolucji 753⁸, która nakłada na linie lotnicze obowiązek kompletnego śledzenia bagażu – od rozpoczęcia po zakończenie podróży. Dzięki implementacji ww. rezolucji, IATA chce zwiększyć zadowolenie klientów i doprowadzić do obniżenia kosztów, które powstają w wyniku opóźnienia, zagubienia lub uszkodzenia bagażu lotniczego. Rezolucja ta ma też na celu ograniczenie prób oszustw i kradzieży.

⁷ <https://www.sita.aero/resources/type/surveys-reports/passenger-it-insights-2019>

⁸ <https://www.iata.org/en/programs/ops-infra/baggage/baggage-tracking/>

Lokalizowanie bagażu

Bardzo istotnym aspektem zoptymalizowania procesów obsługi bagażu jest poprawa zadowolenia klientów, które w sposób naturalny rośnie wraz ze spadkiem przypadków utraty bagażu. Zadowolenie klientów można również spotęgować poprzez uruchomienie dodatkowych usług/aplikacji, które np. pozwolą śledzić aktualną dokładną lokalizację przekazanego przez nich bagażu. Jak wskazują autorzy raportu SITA 2019 *Baggage IT Insights* przeprowadzone badania potwierdziły, że takie rozwiązania są oczekiwane przez pasażerów.

Do lokalizacji bagażu można wykorzystać infrastrukturę oświetleniową, która może obsługiwać technologię komunikacji za pomocą światła widzialnego (VLC) i Bluetooth-Low-Energy (BLE). Stworzona w ten sposób nawigacja wewnętrzna wykorzystuje istniejący system oświetlenia, aby w czasie rzeczywistym zapewnić aplikacji mobilnej dostęp do danych lokalizacyjnych. Oprogramowanie wykorzystuje kilka źródeł danych, takich jak VLC, BLE oraz czujniki, aby określić lokalizację i kierunek ruchu bagażu. Technologia VLC zapewnia dokładność lokalizacji do 30 cm, zaś BLE do 2-3 m. Nawigacja wewnętrzna nie wymaga żadnych dodatkowych instalacji poza istniejącą infrastrukturą oświetleniową, a do tego jest skalowalna.

Samodzielne nadanie bagażu i wejście na lotnisko

Nie jest niczym dziwnym dla pasażera, że w przypadku lotów dalekobieżnych wskazane jest przybycie na lotnisko minimum dwie godziny przed odlotem, bo tyle mogą trwać wszystkie procedury. Jednym z kroków, które może skrócić ten czas jest samodzielne nadanie bagażu. Proces ten zaczyna się automatycznie od momentu, kiedy walizka jest stawiana na taśmie urządzenia wyposażonego w odpowiednie oprogramowanie. Następnie pasażer może wejść na lotnisko dzięki biometrycznemu boardingowi. Specjal-

na bramka skanuje twarz pasażera i porównuje z biometrycznymi danymi z dokumentów tożsamości. Na niektórych lotniskach technologia ta jest stosowana już nie w postaci bramki, tylko tunelu, co przyspiesza obsługę pasażera nawet do kilkunastu sekund.

Etykietowanie bagażu

Wdrożenie nowych rozwiązań technologicznych, w tym w szczególności takich, które umożliwią stałe, dokładne lokalizowanie bagażu (nie tylko na podstawie zarejestrowania bagażu na kolejnych etapach jego obsługi) pozwala stworzyć nowe zastosowania. Przykładowo, zgodnie z obecnymi przepisami, w luku bagażowym samolotu nie może lecieć bagaż pasażera, który z różnych powodów nie znalazł się na pokładzie (np. nie przeszedł przez bramki bezpieczeństwa czy też został zatrzymany podczas odprawy paszportowej). Dlatego dość często dochodzi do sytuacji, kiedy należy wycofać bagaż pasażera, który został już załadowany do luku bagażowego. Z uwagi na dużą liczbę bagaży, ograniczone miejsce w luku bagażowym i niemal w pełni manualną obsługę, taka operacja często zabiera dużo czasu, co skutkuje opóźnieniem samolotu, a to oznacza koszty dla przewoźnika. W przypadku zastosowania identyfikatorów bagażu, które z wykorzystaniem fal radiowych pozwalają na ich skuteczną lokalizację w luku bagażowym, taka operacja będzie znacznie prostsza (zajmować będzie mniej czasu).

Jednym z najczęściej wskazywanych rozwiązań podnoszących efektywność w obszarze obsługi bagażu są nowe technologie, w tym w szczególności technologia RFID (ang. *Radio Frequency Identification*). Jej szczególną zaletą jest fakt, że przy identyfikacji transponderów RFID umieszczonych na bagażu nie jest konieczny kontakt optyczny z transponderem, co znacząco poprawia efektywność odczytu danych. Ponadto na transponderze RFID można zapisać znacznie więcej danych, które mogą być wykorzystane na potrzeby stworzenia nowych usług, w tym związanych z poprawą bezpieczeństwa. Można na przykład w nim przechowywać dane adresowe właściciela bagażu.

Poruszanie się po lotnisku

Oczekiwania podróżnych wiążą się nie tyle z samą podróżą, co z poszczególnymi etapami, które ją poprzedzają. Pasażerowie pragną wygody, samoobsługi i dużego wyboru opcji podróży, opartego na ich indywidualnych preferencjach. Jednym z proponowanych rozwiązań jest zapewnienie pasażerom dostępu do własnej aplikacji webowej, która byłaby dostępna z poziomu dowolnego urządzenia. W ten sposób pasażerowie otrzymywaliby bezpośredni dostęp do informacji, pojawiałyby się spersonalizowane dla nich treści - aplikacja stanowiłaby bezpośrednie źródło komunikacji między nimi a obsługą lotniska.

Dobrym rozwiązaniem wydaje się ułatwienie pasażerom poruszania się po lotnisku dzięki zastosowaniu kodów QR⁹ lub beacónów¹⁰, które mogłyby ich informować na temat tego, gdzie mogą znaleźć najbliższą toaletę lub restaurację, czy też wskazać najkrótszą ścieżkę do konkretnej bramki. Wsparcie użytkownika w zakresie poruszania się po obiekcie jest szczególnie ważne, ponieważ pozwala ograniczyć czas pasażera, który zmniejsza niepotrzebny ruch po przestrzeni terminali lotniska. Usługa powinna być kompatybilna z popularnymi platformami służącymi do wyznaczania trasy. Dzięki temu pasażer może szybko, sprawnie oraz bez opóźnień lub konieczności zbyt wczesnego wyjazdu zjawić się na lotnisku.

Kolejnym interesującym rozwiązaniem jest wsparcie pasażerów podczas nawigacji po terminalu, np. przesyłanie komunikatów „go to gate” w przypadku dużej odległości pasażera od bramki w trakcie boardingu, wysyłanie spersonalizowanych reklam sklepów czy informacji o poczekalniach typu „business lounge”. W tym celu można wykorzystać technologię LBS (ang. *Location Based Services*). Dodatkowo operator lotniska zawsze

wie, gdzie znajduje się dana osoba, a więc nie ma konieczności poszukiwania spóźnionych pasażerów.

Predykcja zachowań pasażerów

Modelowanie agentowe (ang. *agent-based modeling* – ABM) może służyć do prognozowania zachowania ludzi znajdujących się w danym miejscu (np. w budynku lub na ulicy). Metoda ABM była już wykorzystywana do symulowania ruchu osób na lotnisku. Dane pochodzące z systemów IoT w połączeniu z ABM mogą być stosowane do:

- znalezienia optymalnej ścieżki ruchu pasażera, uwzględniającej:
 1. wpływ rodzaju podróży na pasażera (np. pośpiech spowodowany chęcią szybkiego opuszczenia portu lotniczego, krótkim czasem przesiadki, powolność związana z długim czasem oczekiwania na przesiadkę, czy aktualną godzinę);
 2. dane, dotyczące pasażera (wiek, płeć, zawód, osoby współtowarzyszące w podróży znajomość danego portu lotniczego, czynniki kulturowe) – oczywiście po uprzedniej zgodzie pasażera na przetwarzanie takich danych;
- symulowania ewakuacji z obiektu;
- aktualizacji optymalnej ścieżki, po której może się poruszać pasażer.

Serwis informacji lotniskowej

Port lotniczy to obiekt, który podczas codziennego funkcjonowania skupia wielu odbiorców treści. Poza Internetem, który jest łatwo dostępny dla każdej osoby poprzez sieć komórkową bądź też lotniskową, osobnym kanałem przekazu są ogólnodostępne ekrany informacyjne. Zainteresowanie taką usługą możemy obserwować szczególnie w poczekalniach typu „business lounge”, gdzie czas oczekiwania poświęcany jest na oglądanie serwisów informacyjnych. Istotną

opcją uzupełnienia tych informacji jest przekaz procedur bezpieczeństwa, informacji lotniskowych bądź też reklam oraz informacji o prawach pasażera.

W ostatnich latach obserwujemy zwiększoną dynamikę zmian procedur bezpieczeństwa. Procedury dostosowują się w miarę wykrywania zagrożeń, szczególnie zdrowotnych, a także dotyczących bezpieczeństwa fizycznego. Aby temu sprostać lotnisko powinno być wyposażone w możliwość prezentacji treści. Przykładową treścią dla portu lotniczego może być animacja, w jaki sposób postępować z osobą podejrzewaną o chorobę epidemiczną bądź też zachowującą się nietypowo. Dodatkowo taki przekaz może być kierowany selektywnie, tj. różne treści w różnych częściach lotniska: osoby przebywające na terminalu międzynarodowym mogą otrzymywać wstawki medialne dotyczące bezpieczeństwa zgodne z procedurami międzynarodowymi, zaś osoby na terminalach krajowych informacje właściwe dla danego kraju. Podróżujący do krajów, w których obowiązują specjalne wymogi przed swoją bramką mogą otrzymać filmik z instruktażem na temat podstawowych różnic prawnych bądź kulturowych. System przygotowujący taką treść powinien umożliwić sprawne zarządzanie, w ramach którego możemy wyróżnić następujące funkcje:

- ładowanie i przechowywanie treści medialnych w centrum sterowania;
- weryfikację parametrów filmiku przed dystrybucją, aby zminimalizować ryzyko błędnego wyświetlania;
- automatyczną dystrybucję mediów przez sieć teleinformatyczną zgodnie z konfiguracją, odpowiednio do wszystkich wyświetlaczy na danym terminalu, do zestawu bramek, do zestawu odborników typu „business lounge” lub nawet do pojedynczego wyświetlacza;
- zdalną konfigurację wyświetlaczy w celu określenia częstotliwości wyświetlania treści (np. raz na 15 min) lub też kolejności wyświetlania treści (filmik 1, filmik 2, przerwa itd.);

- automatyczne odtwarzanie poprzez przełączenie wyświetlacza z serwisu informacyjnego na treść serwisu lotniskowego.

Organizacja wewnętrznego ruchu pasażerów

Do organizacji ruchu pieszych i pojazdów można wykorzystać nawigację wewnętrzną wykorzystującą istniejącą infrastrukturę oświetleniową lotniska. Nawigacja wewnętrzna nie wymaga żadnych dodatkowych instalacji poza istniejącą infrastrukturą oświetleniową, która obsługuje technologie komunikacji za pomocą światła widzialnego – *Visible Light Communication* (VLC) i/lub *Bluetooth-Low-Energy* (BLE). Stworzona w ten sposób nawigacja wewnętrzna wykorzystuje istniejący system oświetlenia, aby w czasie rzeczywistym zapewnić dostęp do danych lokalizacyjnych. Oprogramowanie wykorzystuje kilka źródeł danych, takich jak VLC, BLE oraz czujniki w telefonie, aby określić lokalizację i kierunek ruchu urządzenia.

Pojazdy autonomiczne

Powszechne zastosowanie pojazdów bezzałogowych na terenie lotniska jest o wiele prostsze niż stosowanie aut autonomicznych na ulicach. Dzieje się tak ze względu na znany i ograniczony teren oraz ograniczoną liczbę tras, po których może poruszać się pojazd. Dlatego też lotnisko może być bardzo dobrym poligonem do testowania technologii pojazdów autonomicznych. Pojazdy takie w najprostszym scenariuszu mogą służyć do przewożenia bagaży po wyznaczonych trasach (na początku stałych) lotniska. Stałe trasy oraz brak ruchu pieszego sprawiają, że pojazdy autonomiczne w takich miejscach jest stosunkowo najłatwiej wdrożyć. Dodatkowa komunikacja między pojazdami oraz z infrastrukturą drogową będzie umożliwiała synchronizację przejazdu pojazdów oraz zapewniała większe bezpieczeństwo (pojazdy będą mogły np. synchronizować przejazd, aby zapobiec zderzeniu, będą mogły również otrzymywać komunikat, aby się zatrzymać).

Wprowadzenie pojazdów autonomicznych w ruchu bagażowym może pozwolić na zastą-

⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Kod_QR

¹⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Beacon>

pienie obecnego modelu ruchu. Po wykonaniu odpowiednich badań w zakresie bezpieczeństwa i uzyskaniu dopuszczeń podobną ideę można zastosować do przewozów pasażerskich. Wówczas możliwe będzie zastąpienie obecnie stosowanych wielkopojemnych autobusów lotniskowych flotą autonomicznych mikrobusów poprawiających płynność boardingu.

Obsługa pasażera niepełnosprawnego

Osoby niepełnosprawne i osoby z ograniczoną sprawnością ruchową, mają takie samo prawo jak inni pasażerowie do swobodnego poruszania się i wolnego wyboru podczas korzystania z transportu lotniczego. Dlatego osobom takim powinno się zapewnić pomoc, odpowiadającą ich szczególnym potrzebom – w portach lotniczych, jak również na pokładzie samolotu – poprzez zatrudnienie niezbędnego personelu i zapewnienie niezbędnego sprzętu. Warto jednak zaznaczyć, że oprócz tego istotne jest zapewnienie dostępności cyfrowej takim osobom.

Obecnie pomoc osobom niepełnosprawnym na lotniskach realizowana jest najczęściej w formie asysty personelu lotniska, jak również wprowadzenia udogodnień w postaci dedykowanych stanowisk kontroli granicznej, dedykowanych stanowisk check-in czy pierwszeństwa przy wchodzeniu na pokład. Oczywiście bardzo istotnym elementem wsparcia osób niepełnosprawnych jest odpowiednia infrastruktura lotniska, w której zaadresowano problemy osób niepełnosprawnych (np. windy między kondygnacjami, przystosowane toalety, odpowiednie oznaczenia dla osób niedowidzących, czy stanowiska obsługi pasażerów dla osób na wózkach).

Dla osób z ograniczeniami ruchowymi lotnisko może zaoferować szereg rozwiązań ułatwiających przemieszczanie się po lotnisku, od zapewnienia transportu „na żądanie”, który wykorzystywany byłby w przypadku przemiesz-

czania na większe odległości, po w pełni autonomiczne wózki, które samodzielnie poruszałyby się po terenie lotniska. W tym ostatnim przypadku kluczowe punkty nawigacyjne dostosowane byłyby do konkretnego pasażera, tj. wózek „wiedziałyby”, gdzie znajduje się bramka, z której odlatuje pasażer, czas stawienia się do boardingu, jednocześnie pasażer niepełnosprawny mógłby się poruszać za pośrednictwem prostych komend, np. jedź do toalety, baru, bramki, a autonomiczny wózek weryfikowałby najbliższe miejsce dostosowane do obsługi osób na wózkach, sprawdzałby dostępność miejsc/długość kolejki, a następnie przewoziłby pasażera w żądane miejsce.

Rozpatrując problem od strony technicznej, jednym z kluczowych elementów całościowego systemu wsparcia osób niepełnosprawnych, jest wdrożenie precyzyjnego systemu nawigacji wewnątrz budynków. Jedynie taki system umożliwi świadczenie szeregu usług, o których mowa powyżej. Trudno bowiem mówić o skuteczności systemu audio deskrypcji dla osób niedowidzących, w momencie kiedy nie znamy dokładnej pozycji osoby korzystającej z usługi. Dopiero stworzenie odpowiednio dokładnej mapy lotniska oraz systemu dokładnego pozycjonowania osób i obiektów, stwarza warunki do uruchamiania nowych udogodnień. Co do zasady w projektowaniu architektury informatycznej obsługi pasażera należy dążyć do zapewnienia pełnej dostępności cyfrowej. Wszelkie strony internetowe, aplikacje czy komunikaty na tablicach informacyjnych powinny dawać możliwość jak najłatwiejszego zapoznania się z udostępnioną treścią osobom niepełnosprawnym (przede wszystkim niewidomym, niesłyszącym, słabowidzącym i posiadającym ograniczone zdolności motoryczne). W przypadku osób niesłyszących czy niedowidzących pomocne mogą być rozwiązania umożliwiające konwersję mowy na tekst i odwrotnie. Usługi te powinny być dostępne z poziomu aplikacji zapewniającej sprawne poruszanie się po lotnisku.

Komfort podróży

Rozrywka pokładowa

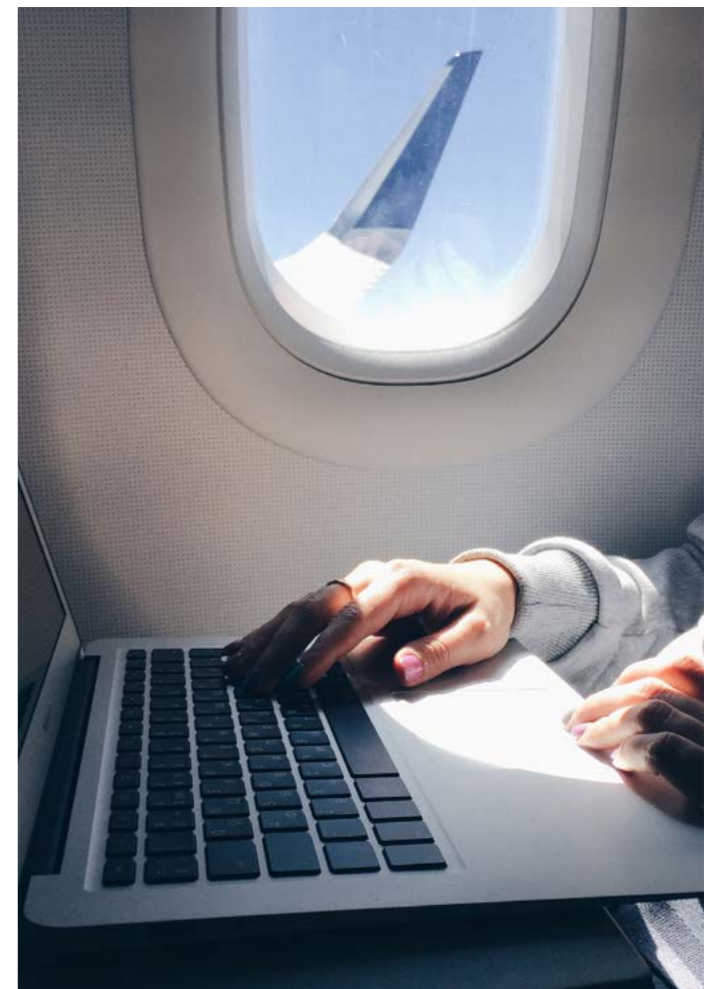
Port lotniczy poza obsługą pasażerską świadczy usługi na rzecz przewoźników. Biorąc pod uwagę, że CPK będzie pełniło funkcję tzw. hubu przesiadkowego, jest to bardzo ważne, aby każdy przewoźnik miał dostępną odpowiednią infrastrukturę, żeby świadczyć swoje usługi na wysokim poziomie. W zakresie rozrywki pokładowej linie lotnicze wymagają aktualizacji treści oferowanych pasażerom w samolotach. Zapotrzebowanie na aktualne treści serwisów informacyjnych oraz na dane spersonalizowane, a także rosnące wymagania co do ilości i jakości oferowanej treści nakładają wymagania szybkiej i niezawodnej infrastruktury sieciowej.

Ładowanie treści do samolotu odbywa się różnymi kanałami. Pierwszy z nich to konwencjonalna metoda ręcznego przeniesienia danych w postaci wymiany nośnika danych w samolocie przed każdym lotem (tj. z dysku) lub ładowanie przez komputer przenośny. Z uwagi na wysokie koszty obsługi powodowane koniecznością utrzymywania personelu na lotnisku, metody ewoluują w kierunku autonomicznego ładowania danych poprzez sieci komórkowe oraz sieci Wi-Fi dedykowane dla samolotów. Ostatnim kanałem jest ładowanie treści poprzez łącze satelitarne. Spośród wszystkich kanałów najniższe koszty operacyjne ma radiowa sieć lotniskowa Wi-Fi. Warto przy tym zauważyć, że nowe standardy Wi-Fi wprowadzone pod nazwą Wigi będą obsługiwały duże przepływności - do ok. 6000 Mbitów na sek. (pojedynczy film 4k przesyłany przez popularne platformy VoD wymaga ok. 30 Mbitów na sekundę).

Przykładem wykorzystania nowej technologii przy przekazywaniu/udostępnianiu dostępu do Internetu pasażerom jest tech-

nologia *Light Fidelity* (LiFi). Rozwiązanie bazuje na optycznych, bezprzewodowych nadajniko-odbiornikach, które są wbudowane w infrastrukturę oświetleniową. Łączność bezprzewodowa działa w każdych warunkach oświetleniowych - nawet przy wyłączonym świetle. Prędkość transmisji jest na tyle wysoka, że umożliwia jednoczesne strumieniowanie 30 filmów o rozdzielczości 1080p (HDTV).

Wykorzystanie IoT oraz aplikacji mobilnych może zostać zastosowane również do transferu ustawień fotela, aby pasażer bez względu na liczbę przesiadek i rodzaj środków transportu zawsze siadał w fotelu ustawionym wedle jego preferencji. Transfer ustawień powinien dotyczyć również wyposażenia dodatkowego jak np. możliwości kontynuacji oglądania filmu od momentu, w którym oglądanie zostało przerwane przez przesiadkę.



Monitorowanie pasażerów podczas lotu

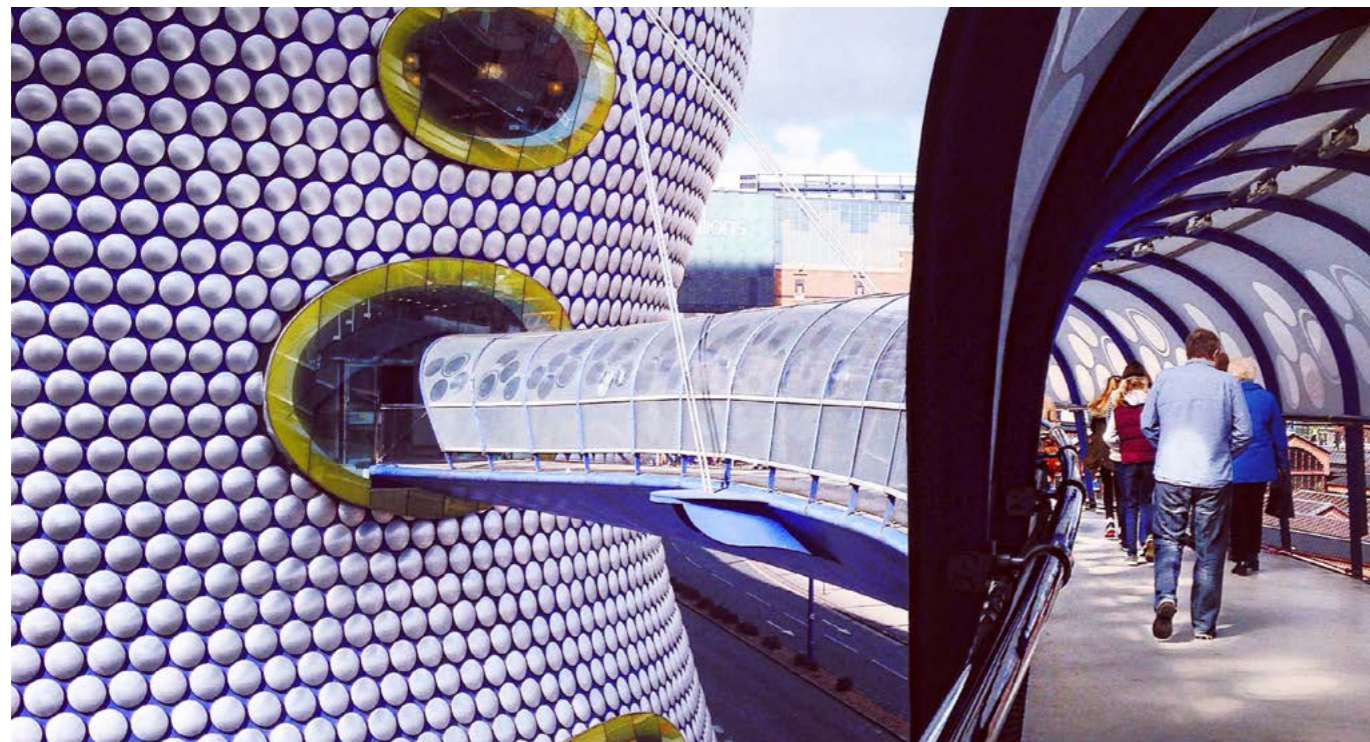
Ciekawym aspektem w branży lotniskowej byłaby możliwość monitorowania warunków fizjologicznych pasażerów w samolotach za pomocą czujników umieszczonych w siedzeniach pasażerów. Ich celem byłoby zbieranie informacji tj.: temperatura ciała, pozycja, ruch i tętno, a zebrane dane miałyby wpływ na utrzymywanie dogodnych warunków w kabinie. Unikatową cechą tego patentu byłaby możliwość wykorzystania zebranych danych również poza pokładem samolotu, np. jeżeli podczas lotu pasażer doświadczy incydentu zdrowotnego, zebrane dane mogłyby zostać przesłane do zespołu ratownictwa w celu przygotowania się do przyjęcia pacjenta oraz odpowiednich służb na lotnisku¹¹.

Innym sposobem wykorzystywania czujników w samolocie byłoby zmniejszenie wpływu jet lag na lotach długodystansowych. Czujniki w siedzeniach mogłyby zostać wykorzystane do monitorowania cykli REM śpiącego pasażera, zbierania danych o temperaturze ciała i ruchu za pośrednictwem aplikacji kontrolowanej przez pasażera. Na specjalne życzenie pasażera udostępnienie

zebranych danych o indywidualnych wzorcach spania personelowi linii lotniczych pozwoliłoby na lepsze dostosowanie oświetlenia samolotu w celu stymulowania snu lub naturalnego budzenia, rozpraszania zapachów dla uspokojenia, rozkładu posiłków i zmniejszenia hałasu¹².

Oferta dla klientów biznesowych

Pasażerowie biznesowi to stale rosnąca grupa klientów linii lotniczych, co sprawia, że wśród obecnych trendów na lotniskach coraz częściej pojawia się poszerzona dedykowana jej oferta. W nowoprojektowanym obiekcie warto uwzględnić więc ten obszar wykorzystania infrastruktury i zaproponowanie odpowiednich miejsc spotkań lub ewentualnych wideokonferencji. W tym celu projektowane przestrzenie powinny umożliwić dostęp potencjalnym użytkownikom do nowoczesnych form prowadzenia spotkań z wykorzystaniem technologii zgodnej ze standardami pracy biurowej – monitory interaktywne, złącza ładowania oraz monitory na biurku do komfortowej pracy, które po podłączeniu do komputera użytkownika dadzą naturalne środowisko pracy w podróży.



¹¹ Aircraft Passenger Health Management: Patent Boeing Co. numer publikacji: US2013338857 AA ([Patent Boeing Co. numer publikacji: US2013338857 AA](https://patentimages.storage.googleapis.com/05/15/7d/66b8bbaa0a130c/WO2012156654A1.pdf))

¹² Device and Method for Reducing Jet Lag In-Flight: Patent British Airways Numer patentu: WO12156654 A1: <https://patentimages.storage.googleapis.com/05/15/7d/66b8bbaa0a130c/WO2012156654A1.pdf>

Doświadczenie operacyjne – inteligentne zarządzanie

Zarządzanie budynkiem

Rozwiązania IoT mają ogromne zastosowanie i korzyści po wdrożeniu ich w organizacji logistyki wewnętrznej. Pozwalają na monitorowanie stanów magazynowych, aktualnego zużycia i optymalizację zarządzania wewnętrznymi zasobami, takimi jak artykuły higieniczne, środki czystości, środki dezynfekujące, itd. Usprawnieniu mogą podlegać procesy planowania i raportowania zapasów w zakresie codziennej pracy operacyjnej oraz kalkulacje w procesie zamówień poprzez:

- dostarczenie zintegrowanego, globalnego widoku danych umożliwiającego przekrojowe raportowanie, analizę, prognozy i symulacje ad-hoc;
- spójne raportowanie efektywności procesu, kosztów, rotacji, czasów realizacji zamówień;
- monitorowanie stanów magazynowych i alarmowanie o przewidywanych potrzebach w konfigurowalnym horyzoncie czasowym;
- optymalizację stanów magazynowych (redukcja niepotrzebnych zapasów) wspieraną mechanizmami prognostycznymi i symulacyjnymi;
- optymalizację relokacji zasobów, rekomendacje transakcji między lokalizacjami;
- optymalizację kosztów zamówień (konsolidacja zamówień, optymalizacja liczby jednostek transportowych, optymalizacja przestrzeni zapakowania transportu);
- wsparcie dla procesu budżetowania wartości stoku poszczególnych produktów;
- prognozowanie popytu;
- alertowanie sytuacji wymagających interwencji np. zagrożeń związanych z niedostępnością zasobów na różnych poziomach odpowiedzialności.



W obszarze procesu zakupu materiałów, bazując na danych historycznych i aktualnych danych przetwarzanych on-line stosowane jest dwuetapowe podejście analityczne:

- generowanie wysokiej jakości prognoz statystycznych popytu zgodnie z przyjętą hierarchią i granulacją, z uwzględnieniem zdarzeń i reguł biznesowych;
- wykorzystanie prognoz do kalkulacji zamówień z wykorzystaniem optymalizacji matematycznej w celu zapewnienia poziomów stanów magazynowych zgodnych z przyjętą polityką zatowarowania w oparciu o wymagane leadtime'y, koszty oraz docelowe SLA.

Podejście takie zapewnia wiele istotnych korzyści biznesowych dla organizacji:

- zmniejszenie zapasów, przy utrzymaniu dostępności i redukcji braków;
- efektywną obsługę pasażerów zapewniającą jego wysoką satysfakcję;
- kontrolę zapasów, monitoring kosztów;
- efektywny proces planowania i zakupów.

Zarządzanie personelem

Monitorowanie lokalizacji i wsparcie zarządzania personelem lotniska pozwalają na zoptymalizowane wykorzystanie czasu pracy załogi i jego większą dostępność w razie zwiększonego zapotrzebowania na wykonanie prac konkretnego typu. Metody analityczne dzięki elastycznemu zarządzaniu alokacją pracowników do zadań w czasie rzeczywistym pozwalają poprawiać kluczowe mierniki jakości obsługi: czas oczekiwania na obsługę klienta, średnia długość kolejki, eliminowanie ryzyka zbędnych kosztów wynikających z braku przełożenia ilości pracy na ilość zatrudnianych osób. Zastosowania urządzeń IoT na lotnisku umożliwiają łatwe zbieranie danych pod kątem ilości pracowników oraz pasażerów przebywających na lotnisku. Przetwarzając obrazy i analizując ilość pasażerów w poszczególnych obszarach lotniska czy też integrując dane z systemów obsługi pasażerów buduje się modele analityczne zależności pomiędzy ilością osób obsługujących a zadowoleniem klientów z ich obsługi. Dzięki temu, oraz dzięki uwzględnieniu danych i czynników zewnętrznych, takich jak rozkład lotów czy awarie, spóźnione i odwołane loty, można w efektywny sposób ustalać grafik prac osób zatrudnionych na lotnisku w sposób dynamiczny i dostosowany do realnych potrzeb. Z punktu widzenia pracowników dobrym pomysłem jest wdrożenie platformy, która pozwoli na samodzielne definiowanie ich preferencji dotyczących czasu pracy. Uwzględnienie tych preferencji (szczególnie w trójzmiennym systemie pracy na lotnisku) jest bardzo istotne.

Podobne rozwiązania mogą znaleźć zastosowanie w tzw. call center, czyli centrum telefonicznej obsługi pasażera. Ilość osób i obciążenie poszczególnych zmian może być prognozowane i zoptymalizowane pod kątem wybranych wskaźników, na przykład odset-

ka rozłączeń podczas oczekiwania na połączenie czy minimalizacja czasu oczekiwania na połączenie czy średniego czasu obsługi. Szybka i wiarygodna informacja jest bardzo istotna z punktu widzenia pasażera, zwłaszcza że dla wielu osób telefon wciąż pozostaje pierwszym wyborem przy podejmowaniu kontaktu.

Podsumowując, dynamiczna alokacja zasobów do zadań w zależności od aktualnej sytuacji i potrzeb oraz ustalanie grafiku pracy na podstawie wysokiej jakości prognoz ruchu i zapotrzebowania na zasoby wraz z zastosowaniem metod optymalizacji matematycznej daje wymierne korzyści:

- lepsze pokrycie dostępnymi zasobami zapotrzebowania;
- uzyskiwanie wyższej efektywności przy tych samych dostępnych zasobach ludzkich;
- redukcja czasu pracy bez utraty jakości obsługi.

Zewnętrzne zarządzanie ruchem

Koncepcja skutecznie działającego i funkcjonującego CPK musi opierać się nie tylko o transport lotniczy, ale również o transport kolejowy. Od tego węzła będzie zależało, jak sprawnie pasażerowie będą mogli przedostać się do kolejnych punktów na mapie ich podróży.

IoT jako technologia jutra to rozwiązanie, które będzie miało wpływ na działanie infrastruktury kolejowej. Wedle światowych raportów, w najbliższych latach ma ona zyskiwać – zarówno na popularności jak i wartości – z 75 mld dolarów (w 2018 roku) do ~150 mld dolarów (w roku 2023). Będzie to efektem wzrostu m.in. takich czynników jak:

- Potrzeba efektywnego połączenia rozrastających się metropolii;
- Integracja bezpiecznych środków transportu;
- Zwiększenie się ilości środków lokomocji indywidualnej;

- Globalny wzrost świadomości ekologicznej wymuszający nowe podejście;
- Logistyka i transport wymagający coraz lepszej analizy geograficznej;

Biorąc pod uwagę wzrastające zapotrzebowanie pasażerów oraz produktów na transport kolejowy, należy liczyć się z ryzykiem, że do roku 2050 stanie się on przyczynkiem wzrostu emisji CO₂ o ponad 120%¹⁴. Jest to jeden z kluczowych powodów dla których warto brać pod uwagę rozwiązania smart. Dodatkowo do 2050 roku liczba mieszkańców na Ziemi wzrośnie do 9,55 mld¹⁵, z czego 66% tj. 6,34 mld będzie mieszkać na terenach zurbanizowanych. Kolej musi w takim wypadku zapewnić wydajny środek lokomocji, a przy tym uwzględnić poprawę swej konkurencyjności w obliczu rywali ze strony innych środków transportu, co może stanowić wyzwanie samo w sobie biorąc pod uwagę jak mocno rynek kolejowy w Europie jest rozdrobniony.

Biorąc pod uwagę powyższe, należy usprawnić poniższe czynniki:

- przewidywania awarii;
- optymalizacja oraz nadzór nad pracą urządzeń i maszyn;
- wydajniejsze zarządzanie przeglądami oraz pracami serwisowymi;
- większy nacisk na logistykę samego transportu;
- zmniejszenie hałasu oraz wibracji szyn na obszarach miejskich;
- dalszy wzrost poprawy bezpieczeństwa i ochrony kolei (mimo relatywnie niskich incydentów kolejowych w porównaniu do innych środków lokomocji);
- zwiększenie przepustowości kolejowej.

Zakładając, że przyszłość opiera się o kolej dużych prędkości (HSR) oraz precyzyjne ustalenie lokalizacji pojazdu (jego szybkość, położenie, masa, kondycja wagonów) niezbędny jest system, który obsłuży szeroką gamę zapytań oraz odpowiednio dużą ilość danych.

System, który będzie w stanie bezpiecznie i skutecznie realizować zadania związane z inteligentnymi:

- usługami;
- pojazdami;
- infrastrukturą;
- zarządzaniem.

Systemy te mogą egzystować w środowisku MU-MIMO (ang. *multi user multiple-input, multiple-output*), czyli takim, w którym anteny rozsiadane w urządzeniach, lokalizacjach i stacjach, są w stanie udźwignąć odpowiednią ilość danych ze stosownie niskimi stratami i przy jednoczesnym uwzględnieniu wysokiej wydajności.

M-MIMO (ang. *Multiple Input, Multiple Output* – rozwiązanie zwiększające przepustowość sieci bezprzewodowej dzięki transmisji wieloantennej po obu stronach komunikacji) posiada szereg zalet¹⁶:

- zmniejszone opóźnienie transmisji;
- odporność na zakłócenia i zakleszczanie;
- relatywnie wysoka szybkość transmisji danych.

Jednak otwartym pytaniem pozostaje to, jakiej sieci użyć by skutecznie zagospodarować możliwości transportu kolejowego. Do dyspozycji mamy:

- GSM-R – sieć GSM zaprojektowana dla potrzeb transportu kolejowego;
- LTE-R – sieć LTE zaprojektowana dla potrzeb transportu kolejowego¹⁷;
- 5G – technologia mobilna piątej generacji.

Technologie, które zostaną użyte, będą musiały udźwignąć między innymi usługi związane z transmisją danych w czasie rzeczywistym (wysokiej jakości obraz 720p/1080p dla kamer HD-SDI (high-definition serial digital interface) w celu zabezpieczenia przed wypadkami lub określenia stanu technicznego torów. Oprócz tego dedykowany użytkownikom streaming wideo oraz mobilne bilety kolejowe i usługi dostępne w czasie rzeczywistym gwarantujące stabilną, niezawodną autoryzację i poświadczenie dla pasażera.

¹³ Smart Transportation Market by Transportation Mode (Roadways, Railways, Airways, and Maritime), Solution (Smart Ticketing, Traffic and Freight Management, PIS), Service, Application (Shared Mobility, Public Transport), and Region - Global Forecast to 2023

¹⁴ ITF Transport Outlook 2017, https://read.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2017_9789282108000-en#page72

¹⁵ ITF Transport Outlook 2017, https://read.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2017_9789282108000-en#page130

¹⁶ <https://www.electronics-notes.com/articles/antennas-propagation/mimo/massive-mimo-large.php>

¹⁷ <https://www.nokia.com/networks/solutions/lte-for-railways/>

Nim wymienione zostaną obszary, które będą objęte usługą Internetu rzeczy, wyjaśnić należy że istnieją scenariusze „połączeń”, jakie mogą zostać wykorzystane w smart środowisku kolejowym. Są to:

- **Pociąg-infrastruktura**, w ramach którego pociąg musi mieć połączenie ze stacją nadawczą i na bieżąco przesyła informacje dotyczące składu i jego położenia. Zakłada się niezawodność transmisji na poziomie 98-99% z uwzględnieniem opóźnień do 100m/s dla pociągów, które w przyszłości mogą rozwijać prędkość w granicach 300-400 km/h.
- **Komunikacja wagon-wagon**, w ramach której następuje połączenie pomiędzy odrębnymi wagonami, a która może zredukować pewne techniczne przeszkody wymienione w dalszej części rozdziału.
- **Wagon-klient** to połączenie w obrębie jednego wagonu, w którym pasażerowie mają dostęp do szeregu usług w postaci, m.in. komfortowej możliwości korzystania z Internetu.
- **Stacja-pociąg**, czyli wszystkie urządzenia, które umożliwiają pasażerom dostęp do zdalnych informacji oraz usług m.in. smart biletów albo pozwalają na połączenie i komunikację telefonu z dedykowanym sensorem IoT.
- **Infrastruktura-infrastruktura**, czyli wszystkie dane, które są przesyłane pomiędzy stacjami w czasie rzeczywistym, a które dotyczą HDTV IP, kamer HD-SDI, AP (access pointów) z pociągów, peronów czy danych spływających bezpośrednio z trakcji kolejowych.
- **Pociąg-stacja techniczna**, czyli możliwość zrzuć większych pakietów danych diagnostycznych podczas postoju pociągu na torach odstawkowych. Takie dane przesłane do zaplecza serwisowego pozwalają na uzyskanie korzystniejszych wskaźników RAMS zarówno pojazdów jak i infrastruktury.

Ponadto rozwiązania oparte na IoT będą miały za zadanie obsłużyć takie obszary jak:

- utrzymywanie zapobiegawcze oparte o stan podzespołów (ang. *predictive maintenance*);
- smart infrastruktura (monitoring zasobów, pasażerów i ładunku), usługi informacyjne (dla pasażerów i pociągów);
- kontrola kolei (systemy autonomiczne, bezpieczeństwo, sygnalizacja, wydajność obsługi zużytej energii).
- Szeroko zakrojona diagnostyka stanu pojazdu oraz infrastruktury.

Każdy z tych obszarów wpisuje się w komunikację pomiędzy wspomnianymi wyżej obszarami, a jest to o tyle istotne, że przewiduje się zapotrzebowanie będzie dotyczyło obsługi 558 stacji kolejowych¹⁸, z których część należy do klasy premium, a część do kategorii wojewódzkich, aglomeracyjnych, regionalnych, lokalnych oraz turystycznych. Nawet jeśli pierwszy etap inwestycji w ramach programu CPK obejmie budowę 1600 km nowych linii kolejowych prowadzących z 10 kierunków do CPK i Warszawy, warto już teraz uwzględnić kolejne, stopniowo dodawane i zróżnicowane obszary¹⁹, które będą stanowić element regionalnych konsultacji strategicznych.

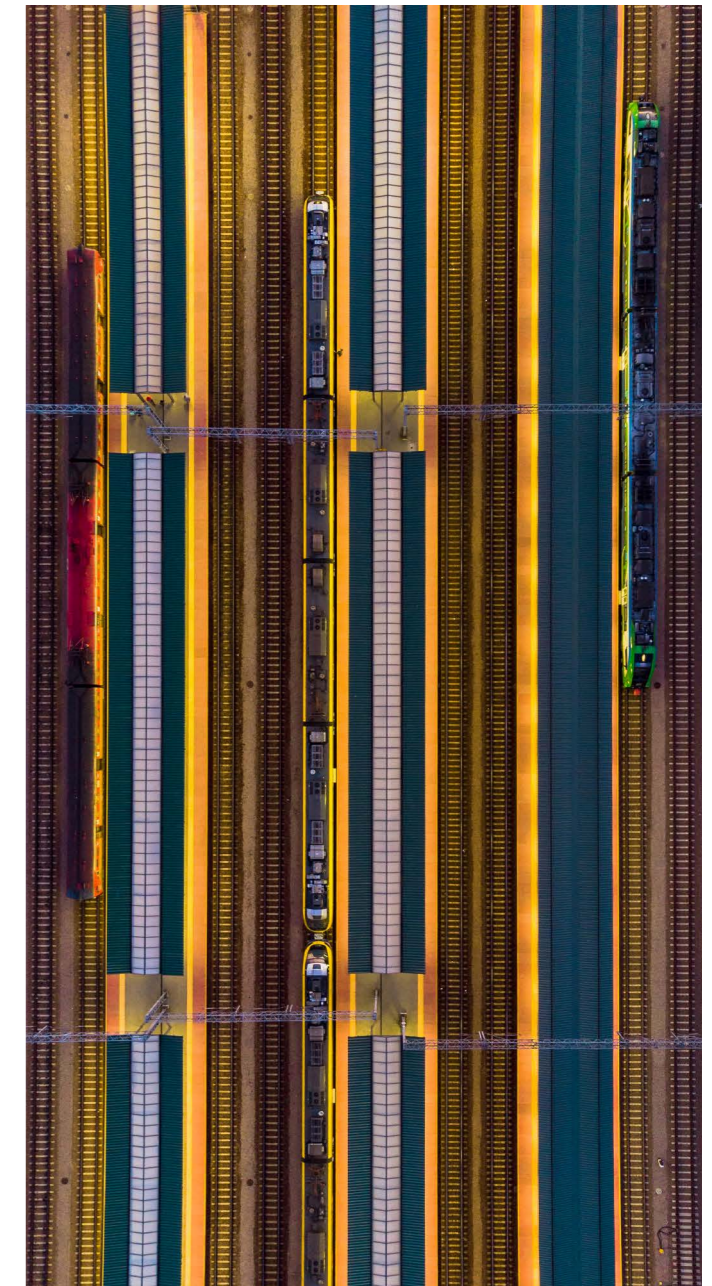
Perspektywa oraz ilość proponowanych rozwiązań może być kłopotliwa. Ostatnie kilkadziesiąt lat było okresem, w którym pojawiły się dziesiątki technologii, standardów i protokołów – WTB (Wire Train Bus), MVB (Multifunction Vehicle Bus), TCMS (Train Control and Management System), CANOpen²⁰, LonWorks²¹, LCX (Leaky Coaxial Cable)²². Każdy z nich borykał się z podobnym problemem, a mianowicie jak dostarczyć stabilną usługę komunikacji bezpośrednio od stacji nadawczej. Sygnał traci bowiem swoją moc w trakcie penetracji ścianek pojazdu. Repeatery, czyli urządzenia wzmacniające sygnał, mogą pomóc, ale jednocześnie generują opóźnienia w komunikacji. Z kolei metoda „two-hop”, w której stacja nadawcza komu-

nikuje się z anteną umieszczoną na wagonie, a ten następnie rozsyła dane do urządzeń, może być kosztowna. Pytaniem otwartym pozostaje zatem jaką technologię wybrać tak by poradziła sobie ze skomplikowanym zadaniem obsługi zróżnicowanych danych i urządzeń. Należy pamiętać, że nawet w obrębie jednego wagonu komunikować się będą dziesiątki elementów, które spięte w jeden system zagwarantują nowe doświadczenie dla użytkownika i pracowników kolei. Mowa tutaj o systemach zarządzania ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją, kontrolerach temperatur, a także o systemach notyfikowania i informowania pasażera. Oprócz tego należy brać pod uwagę systemy diagnostyczne, zarządzanie oświetleniem, obsługę zbiorników z wodą/toaletą, systemy CCTV, kontrolę drzwi, komunikację na wypadek awarii a także emiter Train-to-Wayside, umożliwiający bezprzewodowy dialog do centrów operacyjnych, pantograf, kontroler prędkości i wibracji czy w końcu systemy hamulcowe. Warto podkreślić, że tego typu rozwiązania funkcjonują już w Polsce z sukcesem od 2012 roku np. w pociągach metra Inspiro w Warszawie.

Wybór odpowiedniej technologii jest o tyle utrudniony, że musi ona gwarantować zarówno bezpieczeństwo, wydajność, jak i być długofalową inwestycją, która nie będzie wymagać zmian już po względnie krótkim czasie. Innymi słowy, musi ona pozostać wierna regule RAMS (reliability, availability, maintenance, safety), czyli być skuteczną, zawsze dostępną, łatwą w obsłudze oraz bezpieczną.

Interesujące w tym przypadku może być np. zastosowanie Trans European Trunked RAdio²³ (TETRA), która cechuje się wysoką stabilnością, niewielkimi stratami sygnału, szerokim zakresem obsługiwanego terenu oraz możliwością obsługi określonego sygnału na zróżnicowanym i trudnym terenie (pagórki, tunele, lasy) nawet pomimo tego, że

najpopularniejszymi technologiami nadal pozostają WiFi, DSRC (Dedicated Short-Range Communications) oraz WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) oraz mimo tego, że równie ciekawym kandydatem wydaje się być UWB (Ultra-wideband)²⁴. Przy ustalaniu technologii ważne jest jednak to, by pod uwagę wziąć rozwiązania, które będą wdrażane na poszczególnych odcinkach, na których pociąg będzie podróżować. O ile bowiem w obrębie wagonów może sprawdzić się TETRA, w obszarze dworca kolejowego wydajniejsza będzie sieć 5G – dla dużej liczby urządzeń na relatywnie niewielkim obsza-



¹⁸ https://www.pkp.pl/images/download/stacje/marzec2020/Zacznik_nr_1_do_Regulaminu_2019_2020.pdf

¹⁹ <https://www.cpk.pl/pl/inwestycja/kolej>

²⁰ <https://www.railwaypro.com/wp/canopen-in-the-application-field-of-rail-vehicles/>

²¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/LonWorks>

²² Thin Leaky Coaxial Cable LCX-5D for 2.4 GHz Wireless LAN, Fumio Suzuki,

²³ On the performance of TERA DMO short data service in railway VANETs, Andreas Lehner, Thomas Srang

²⁴ A Survey of Channel Measurements and Models for Current and Future Railway Communication Systems

rze – to już w przypadku otwartego terenu dużo lepszym rozwiązaniem może być LTE-R, który przy nadajnikach rozstawionych co ~7 kilometrów (dla 450 MHz) lub ~4 kilometrów (dla 800 MHz) może działać skutecznie. Innymi słowy należy pamiętać, że nasz wybór nie może zablokować możliwości dostępu do już istniejących technologii.

Lista problemów może być jednak dłuższa przy uwzględnieniu jak wiele zróżnicowanych danych będzie generowanych każdego dnia:

- IoT w wagonach – skumulowanie danych diagnostycznych pochodzących m.in. z systemów HVAC, temperatury, HMI, oświetlenia, toalet, CCTV, kontrola drzwi, kontrola pantografu, analiza modułów prędkości, boczne tłumienie wibracji, monitoring hamulców, trakcji, itd.;
- IoT a informacja – PIS (systemy informacji pasażerów – sieć, multimedia, smart bilety);
- IoT a energia – smart metering, inteligentne zarządzanie dostawami/odpadami;
- IoT a infrastruktura – bezpieczeństwo, monitoring assetów, kamery, monitoring torów, sygnalizacji;
- IoT a predictive maintenance – re-scheduling w czasie rzeczywistym, analityka, wsparcie decyzji, możliwe problemy z maszyną.

W pierwszej kolejności należy ustalić, co chcemy osiągnąć w ramach działania IoT kolei. Powinno się brać pod uwagę następujące elementy:

- informacja – m.in. systemy typu PIS;
- kontrola – m.in. dane dotyczące balis²⁵ – elektroniczne sygnały nawigacyjne lub transpondery umieszczane między szynami jako część systemu automatycznej ochrony pociągu – lokalizacja GPS, autonomiczne system, itd.;
- przewidywanie – analityka w czasie rzeczywistym – przyczyna i skutek – jak

²⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Balisa>

i system decyzji kolejowej oraz korekta ruchu kolejowego w czasie rzeczywistym;

- oszczędność – inteligentne systemy pomiarowe oraz zarządzania energią elektryczną;
- bezpieczeństwo – analityka wideo oraz monitoring, szczególnie kontroli torów, ładunku i pojazdu, zintegrowane systemy cyberbezpieczeństwa, komunikacja na wypadek kolizji kolejowej.

A dodatkowo także należy zwrócić na równie istotne elementy, takie jak:

- znaczne skrócenie nieplanowanych przestojów;
- większa elastyczność dotycząca procesu utrzymania;
- lepsze i bardziej ekonomiczne wykorzystanie dostępnych zasobów (np. większy przebieg taboru przy mniejszej liczbie wagonów);
- usprawnione zarządzanie łańcuchem dostaw;
- większa gwarancja bezawaryjności;
- zorientowanie na ekologię.

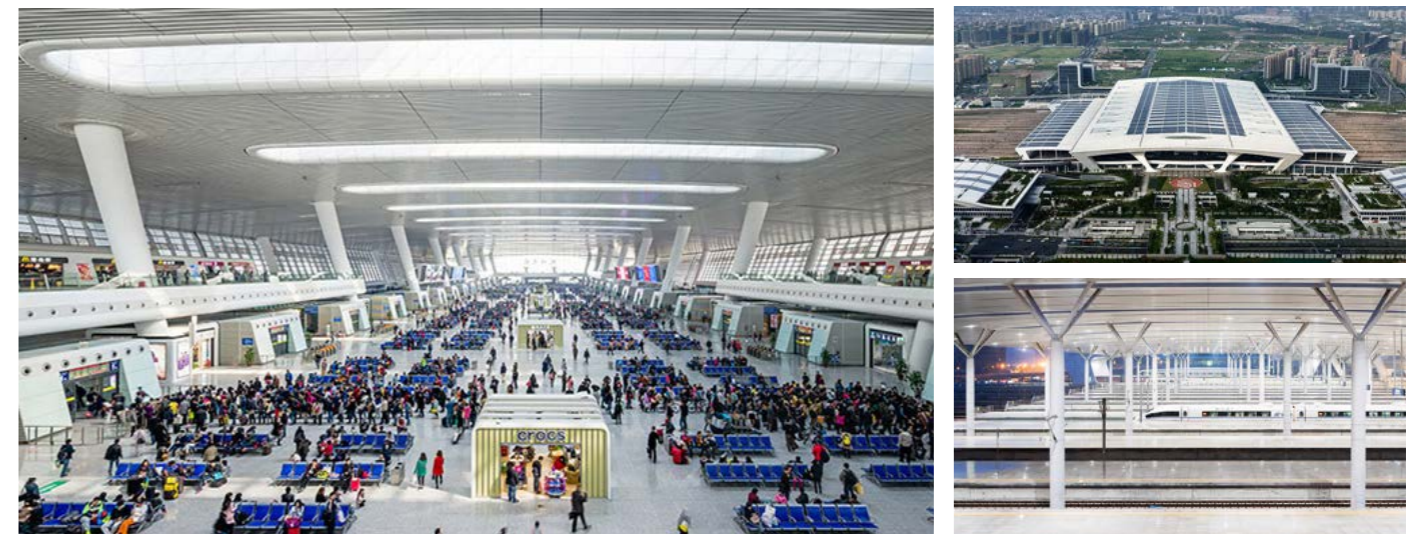
Warto rozważyć rozwiązania wdrażane przez największych graczy na światowych rynkach, które dokładnie i szczegółowo opisane zostały w wydanych przez nich use-case'ach i raportach dowodzących wartości płynących z wdrażania smart rozwiązań dla kolei. Należy także pamiętać o tym, że technologia musi iść ramię w ramię z użytecznością, więc równie wartościowa będzie analiza powstających dworców kolejowych na świecie, w których zastosowane będą najnowocześniejsze rozwiązania technologiczne. Ich analiza może być również inspiracją do dalszych dyskusji. Poniżej kilka przykładów z którymi warto się zapoznać:

- Haramain High Speed Rail w Arabii Saudyjskiej²⁶,
- Porta Susa TGV we Włoszech²⁷,
- Hangzhou East Railway Station w Chinach²⁸,
- Zurich Main Station w Szwajcarii²⁹,
- Rein-Ruhr Express w Niemczech³⁰.

Dyskusja na temat inteligentnej infrastruktury kolejowej obejmować musi zarówno język technologicznych możliwości, biznesowych korzyści, jak i zagadnienia dotyczące dalekosiężnych planów zagospodarowania nadchodzącej przyszłości. Zróżnicowanie i poziom skomplikowania tematu przedstawionego w tym fragmencie Raportu nie wyczerpują prezentowanego zagadnienia, lecz mają na celu nakierowanie i zaproponowanie dyskusji na temat istoty „smart rewolucji”. Ma ona przynieść korzyści wszystkim zainteresowanym stronom, którym zależy na szybkiej transformacji cyfrowej polskiej gospodarki. Przykłady inteligentnych rozwiązań w kolejnictwie opisaliśmy na stronach 81 i 91.



Haramain High Speed Rail w Arabii Saudyjskiej



Hangzhou East Railway Station w Chinach

²⁶ <https://www.fosterandpartners.com/projects/haramain-high-speed-rail/>

²⁷ <https://www.dascia.com/porta-susa-tgv-engi>

²⁸ <https://www.goood.cn/east-railway-station-by-csadi.htm>

²⁹ https://www.archdaily.com/597314/zurich-main-station-durig-ag?ad_medium=gallery

³⁰ <https://new.siemens.com/pl/pl/o-firmie/aktualnosci/zajezdnie-serwisowa-dla-pociagow-rrx.html> oraz

<https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/services/maintenance-services/rail-service-center-dortmund.html>

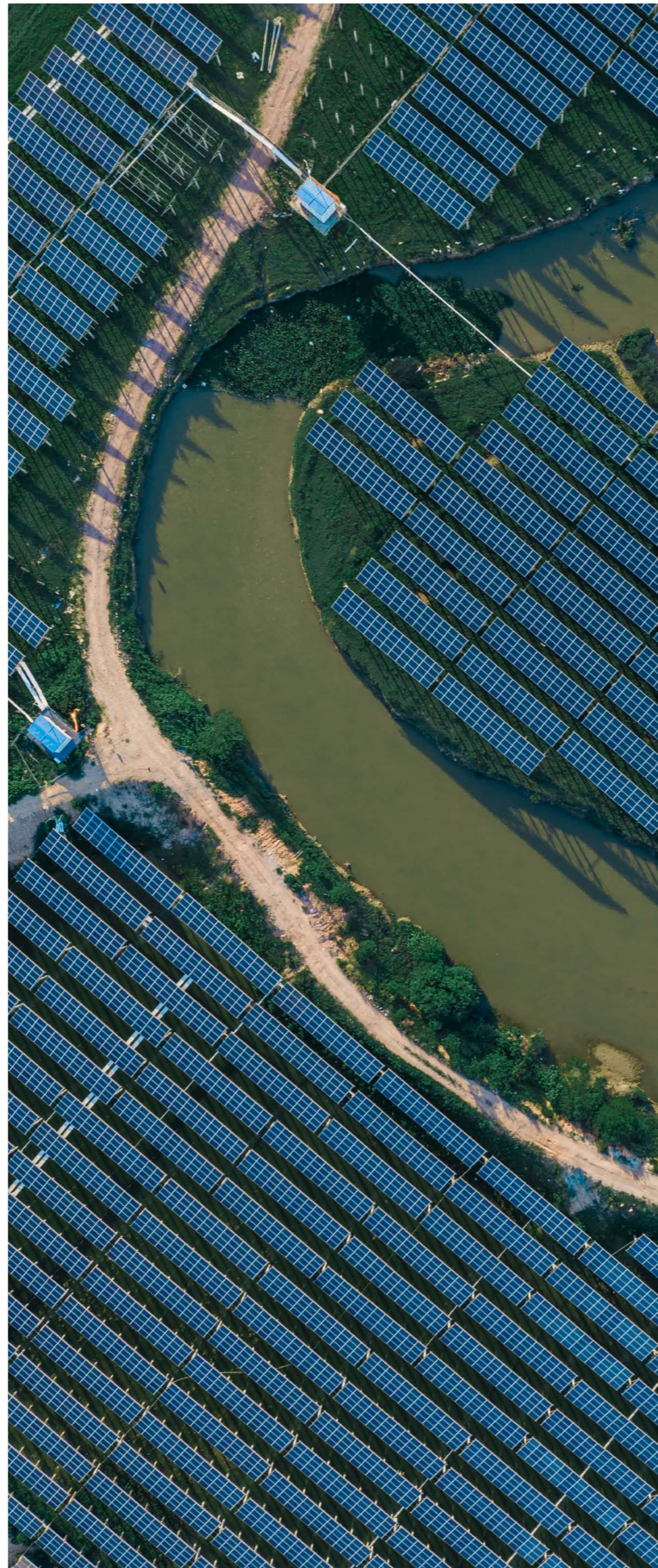
Zarządzanie infrastrukturą komunalną

Zarządzanie energią

Dynamiczny rozwój transportu lotniczego oraz plan budowy CPK w Polsce wymaga pochylenia się nad obszarem efektywności i niezależności energetycznej i wodnej w kontekście zastosowania nowoczesnych technologii. W Stanach Zjednoczonych przeprowadzono szczegółowe analizy związane z możliwością zastosowania odnawialnych źródeł energii na lotniskach. Jedną z bezpośrednich przyczyn był black-out i przerwa w dostawie energii elektrycznej w 2017 r. na międzynarodowym lotnisku Hartsfield-Jackson Atlanta. W wyniku przerwy w działaniu lotniska straty jakie szacuje jedna tylko linia lotnicza Delta Airlines wyniosła ponad 50 mln USD.³¹

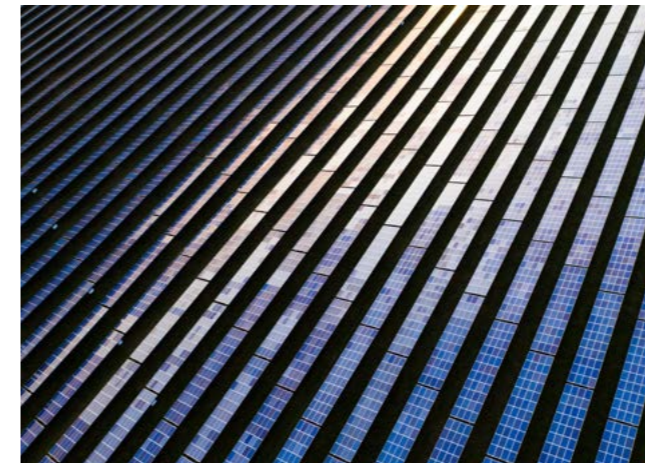
Osobną kwestią obok bezpieczeństwa energetycznego i wodnego jest generowanie dużych ilości zanieczyszczeń bezpośrednio przez obiekty. Komisja Europejska w dniu 28 listopada 2018 r. przedstawiła długoterminową strategiczną wizję nowoczesnej, konkurencyjnej i neutralnej dla klimatu gospodarki UE do roku 2050. Ponieważ strategiczny kierunek rozwoju zakłada, że w 2050 r. UE stanie się neutralna dla klimatu obszar odnawialnych źródeł energii i jego możliwość zastosowania w CPK powinien być poddany szczegółowej analizie. Badania na ten temat przeprowadziła już National Academy of Sciences (NAS) w Stanach Zjednoczonych. Wyniki badań potwierdzają, że jedną z potencjalnych korzyści przejścia na odnawialne źródła energii jest uzyskanie większej kontroli nad swoją infrastrukturą elektryczną.³²

Dzięki zastosowaniu odnawialnych źródeł, energia byłaby wytwarzana i dystrybuowana na miejscu, co oznaczałoby, że globalne rynki oraz ceny energii miałyby mniejszy wpływ na zmieniające się koszty. Niezależność energetyczna to bardzo duża zaleta dla branży podróży lotniczych, zwłaszcza że zyski linii lotniczych często są uzależnione od cen paliw. Zwiększone koszty energii mogą więc spowodować, że lotnisko



pobierze wyższe opłaty za lądowanie. Linie lotnicze często przekazują te opłaty swoim klientom w postaci wyższych taryf lub dodatkowych opłat za użytkowanie. W badaniu NAS przeanalizowano różne odnawialne źródła energii, w tym energię słoneczną, wiatrą, biomasę, ogniwa paliwowe, energię geotermalną i elektrownię wodną. W przypadku większości lotnisk najbardziej sensowny jest system fotowoltaiczny. Lotniska wymagają otwartej przestrzeni między pasami startowymi i drogami kołowania i zwykle mają wolne obszary wokół lotniska, aby zapewnić lepsze bezpieczeństwo oraz bezpieczne lądowania i starty.

Także Narodowe Laboratorium Energii Odnawialnej (NREL), część amerykańskiego Departamentu Energii, opublikowało badanie, w którym oszacowano, że na krajowych lotniskach w Stanach Zjednoczonych jest ponad 800 000 akrów pustej ziemi.³³ Gdyby cała ta przestrzeń została wykorzystana do położenia modułów fotowoltaicznych produkcja energii wyniosłaby około 116 000 megawatów. To mniej więcej tyle samo energii wyprodukowanej przez 100 elektrowni węglowych.



Należy w tym miejscu zauważyć, że na świecie możemy znaleźć już przykłady wykorzystania fotowoltaiki jako składowej energetyki lotnisk. W Stanach Zjednoczonych obiekty, które posiadają własne instalacje fotowoltaiczne to lotniska w Indianapolis, Fresno, Minneapolis-Saint Paul i San Diego. W Europie również znajdujemy pierwsze przykłady zastosowań odnawialnych źródeł energii na lotniskach to m.in. lotnisko Weeze w Niemczech (4 MW), Montpellier (4.5 MW) czy mniejsze instalacje Gatwick i Birmingham w Wielkiej Brytanii. Pierwszym lotniskiem w pełni zasilanym przez fotowoltaikę jest Cochin International Airport w Indiach.³⁴ To międzynarodowe lotnisko, czwarte co do wielkości w Indiach całkowicie zasilane jest przez instalację fotowoltaiczną o mocy 12 MW. Całość aktualnie składa się z ponad 40 tysięcy modułów fotowoltaicznych, inwerterów o mocy 1 MW oraz zintegrowanego systemu SCADA³⁵ do zarządzania systemem energetycznym.



Obok oczywistych zalet stosowania odnawialnych źródeł energii na lotniskach istnieje szereg wyzwań i zagrożeń, które mogą zostać zaadresowane przez zastosowanie zaawansowanych nowych technologii, w tym Internetu Rzeczy. W pierwszej kolejności IoT może zostać wykorzystane przy monitorowaniu najważniejszych parametrów instalacji fotowoltaicznej. Z jednej strony to parametry bezpośrednio związane z wytwarzaną energią elektryczną, z drugiej – to parametry samej infrastruktury technicznej. Kolejnymi niezwykle istotnymi elementami są

³¹ <https://www.treehugger.com/why-some-airports-are-going-solar-4862864>

³² <https://www.treehugger.com/why-some-airports-are-going-solar-4862864>

³⁴ <https://www.bbc.com/news/world-asia-india-34421419>

³⁵ http://cial.aero/Pressroom/newsdetails.aspx?news_id=360

zapewnienie bezpieczeństwa fizycznego oraz cyberbezpieczeństwo sieci energetycznej (przemysłowej). Do podstawowych parametrów wymagających monitoringu w tym zakresie możemy zaliczyć:

- zdalny odczyt parametrów oraz transmisja danych z liczników energii elektrycznej i wodnej (GMS/LTE, PLC);
- pomiary wielkości analogowych: I, U, f, P;
- zabezpieczenie pod-/nadnapięciowe, pod-/nadczęstotliwościowe;
- sygnalizacja przekroczenia dopuszczalnych wartości wyższych harmonicznych prądów i napięć;
- komunikacja z systemami SCADA.

Oprócz parametrów podstawowych, istotne informacje dla operatora systemu energetycznego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii to:

- akwizycja i prezentacja danych o ilości energii oddawanej, pobieranej czy wykorzystywanej na własne potrzeby przez lotnisko;
- budowa i prezentacja profili dziennej produkcji energii elektrycznej;
- optymalizacja profili dziennej konsumpcji energii elektrycznej poprzez szczegółową wymianę informacji z licznikami energii oraz innymi urządzeniami wyposażonymi w IoT;
- szczegółowy monitoring pracy fotowoltaiki;
- wsparcie i automatyzacja zarządzania stroną popytową (DSR).

Dodatkowo IoT może zostać wykorzystane w obszarze budowania systemów bezpieczeństwa fizycznego oraz cyberbezpieczeństwa:

- kontrola dostępu do obiektów energetycznych;
- monitoring protokołów przemysłowych (w tym dedykowanych dla energetyki, np. DNP3.0);
- wsparcie IPFIX;
- wykorzystanie technologii sztucznej inteligencji.

Zasadność zastosowania odnawialnych źródeł energii, a w szczególności fotowoltaiki w CPK powinno zostać poddane szczegółowym analizom. Wydaje się, że większość argumentów, jak i przedstawione przykłady pozwalają stawić tezę, że jest to właściwy kierunek. Niemniej ze względu na szereg wyzwań związanych z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii w przemyśle lotniczym, jak i szybki postęp technologiczny nakazuje zastosowanie technologii IoT na etapie projektowania odnawialnych źródeł energii, który będzie wspierał bezpieczną i długotrwałą eksploatację systemu.

Zarządzanie wodą

Oprócz energii odnawialnej istotne jest również oczujnikowanie i monitorowanie zasobów wodnych. Niewątpliwie zainteresowanie przedsiębiorstw gospodarki wodnej inteligentnymi systemami opomiarowania i zarządzania siecią wodociągową stale wzrasta. Oprogramowanie służące inteligentnemu zarządzaniu siecią wodociągową analizuje dane spływające z czujników m.in. przepływomierzy rozmieszczonych w sieci wodociągowej na obszarze lotniska. Dane te następnie są przetwarzane, a nieprawidłowości wyświetlane na mapie lotniska w postaci alarmu. Rozwiązania IoT monitorujące zasoby wodne niezwykle precyzyjnie określają miejsce usterki, w którym wystąpił ukryty wyciek. Dzięki takim technologiom wykrywanie ukrytych wycieków oraz ich usuwanie jest możliwe praktycznie od momentu wystąpienia awarii. Ponadto, dysponując precyzyjnymi informacjami o dziennym rozkładzie zużycia wody przez mieszkańców, można adekwatnie dostosować ciśnienie w sieci. Przekłada się to na obniżenie kosztów jej amortyzacji oraz zużycia energii elektrycznej po stronie przedsiębiorstwa wodociągowego.

Efektywność energetyczna

W planowaniu inwestycji CPK konieczne jest uwzględnienie kwestii z obszaru efektywności energetycznej budynku.

Ocena efektywności energetycznej to ocena zbioru właściwości budynku mających wpływ na zużycie przez ten budynek energii niezbędnej do jego użytkowania, obejmująca m.in. ocenę izolacyjności cieplnej przegród budynku oraz sprawności zastosowanych w nim instalacji i urządzeń. Prawo budowlane wymaga optymalizacji zużycia energii, które jest definiowane jako ogólna charakterystyka energetyczna systemów, odpowiednia instalacja, wymiarowanie, regulacja i kontrola systemów technicznych zainstalowanych w istniejących budynkach. Wymagania te są stale zaostrzane i już dziś wiemy, że projektowane budynki będą musiały spełniać wysokie standardy energooszczędności i być zasilane w dużej mierze przez energię odnawialną.

Alternatywne rozwiązania, takie jak zdecentralizowane systemy dostaw energii, systemy centralnego ogrzewania i chłodzenia muszą być wzięte pod uwagę dla wszystkich nowo wznoszonych budowli. To właśnie zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego staje się nowym wyzwaniem dla wielu innowacyjnych projektów z dziedziny inteligentnej energetyki. W przyjmowanych w CPK rozwiązaniach wskazane jest dążenie do jak najwyższej efektywności energetycznej obiektu. Można ją podnieść o kilka procent w skali całego roku poprzez inteligentne odłączanie wybranych urządzeń energochłonnych, przy silnym założeniu, że zachowany zostanie prawidłowy komfort fizyczny w regulowanych pomieszczeniach, a pracujący tam ludzie nie odczuwają pogorszenia warunków pracy.

Zużycie energii w budynkach użyteczności publicznej stanowi znaczący udział w bilansie energetycznym kraju. Głównym celem podniesienia efektywności energetycznej budynku jest minimalizacja wykorzystania surowców energetycznych i tym samym zmniejszenie

negatywnego wpływu na środowisko, przy jednoczesnym zapewnieniu komfortu użytkownika zgodnie z przeznaczeniem inwestycji. W obiektach wielokubaturowych, jakim będzie CPK, które zużywają ogromną ilość energii kluczowe jest wzięcie pod uwagę wszelkich możliwych scenariuszy, które z wykorzystaniem nowych technologii pozwolą na monitorowanie w czasie rzeczywistym poboru energii i zapotrzebowania na nią, oraz zautomatyzowanie włączania lub odłączania istotnych odbiorników energii elektrycznej tak, aby spełnić założone kryterium energetyczne budynku. Zastosowanie mieć tu będą także systemy sterowania predykcyjnego pomieszczeniami w budynku, opartego o dane dostarczane ze stacji pogodowych lub harmonogramów dotyczących zajętości poszczególnych pomieszczeń.

W projektowaniu budynków CPK należy rozważyć wyposażenie ich we własne stacje klimatyzacyjne oraz w odpowiednie układy sterowania, które mogą kontrolować nie tylko temperaturę czy oświetlenie, ale również wilgotność, prędkość powietrza oraz stężenie dwutlenku węgla.

Kolejnym bardzo ważnym obszarem zastosowań systemów automatyki budynków, wartych uwzględnienia w projektowaniu CPK - ze względu na potencjał generowania realnych oszczędności - jest sterowanie oświetleniem. Podstawowa funkcjonalność to automatyczne włączanie-wyłączanie połączone z regulacją natężenia oświetlenia. Warto rozważyć tu integrację funkcji sterowania oświetleniem z czujnikami obecności i progowymi czujnikami natężenia oświetlenia. Pozwala to na automatyczne włączanie oświetlenia po wykryciu ruchu, jeżeli natężenie światła naturalnego jest zbyt małe, oraz jego wyłączenie, gdy pomieszczenie nie jest przez dłuższy czas użytkowane.



Zarządzanie odpadami

Obecnie kładzie się coraz większy nacisk na rozwiązania, które pozwalają skutecznie dbać o środowisko i pozwalają troszczyć się o zrównoważony rozwój. Jednym z systemów, wpisujących się w te cele są platformy do inteligentnego zarządzania odpadami. Zarządzanie odpadami (ang. Smart Waste Management) składa się z kilku komponentów: kubłów na śmieci z czujnikami Internetu Rzeczy, pozwalających na pomiar ich wypełnienia i w niektórych przypadkach, umożliwiających automatyczną segregację odpadów oraz platformy do analizy danych, która pozwala na planowanie opróżniania kubłów i monitorowanie całości z jednego miejsca. Sensory wymagają połączenia z siecią i w ich przypadku kluczowe pozostaje cyberbezpieczeństwo, ponieważ ewentualne podatności mogą pozwolić osobom postronnym na uzyskanie dostępu do centralnego systemu. Naturalnie sama platforma wraz z sensorami to jedna ze składowych do uzyskania sukcesu w obszarze gospodarki odpadami. Ważne jest tu zaplanowanie pracy zespołów odpowiadających za czystość zgodnie z zapotrzebowaniem oraz wykorzystanie zgromadzonych danych, aby móc ustalić, gdzie, jakie i w jakiej ilości odpady są wyrzucane. Jednocześnie takie rozwiązania stanowią odpowiedni punkt wyjścia do edukowania pasażerów i pracowników w temacie segregacji odpadów oraz tego, jak można ograniczyć ich produkcję. Takie platformy są już z powodzeniem stosowane w miastach czy lotniskach. Lotnisko w Dublinie wdrożyło kompleksowe rozwiązanie. Wysyła ono do zespołu odpowiedzialnego za czystość notyfikację, kiedy śmietnik

jest wypełniony w 85%. Początkowo aż 840 pojemników było opróżnianych cztery razy dziennie, a docelowo udało się zredukować tę liczbę do 80. Przełożyło się to na poprawę efektywności o 90%³⁶. Rozwiązanie pozwoliło również ustalić, kiedy i gdzie będzie więcej pasażerów, to z kolei umożliwiło lepsze zaplanowanie pracy zespołów. Ponadto inteligentne zarządzanie odpadami połączone z edukacją pracowników umożliwiło redukcję produkowanych odpadów o 40%.

Port lotniczy Charlotte zdecydował się na wdrożenie podobnego rozwiązania, jednak w tym konkretnym przypadku śmietniki wraz z czujnikami są dodatkowo wyposażone w panele fotowoltaiczne. Pozwala to na dodatkową redukcję kosztów oraz doskonale wpisuje się w ekologiczne założenia nowoczesnych lotnisk. Na Międzynarodowym Lotnisku w Vancouver (YVR) wdrożono czujnik wykorzystujący sztuczną inteligencję o nazwie Oscar, który potrafi identyfikować wyrzucane odpady i instruować użytkownika do którego kubła ma trafić. Do ciekawych przykładów wdrożeń rozwiązań związanych z gospodarką odpadami można również zaliczyć:

- **Inteligentne toalety** – lotnisko instaluje czujniki IoT w różnych częściach łazienki, w tym kranach, toaletach, oświetleniu, dozownikach mydła, odświeżaczach powietrza, dozownikach papieru toaletowego i innym sprzęcie w jednej z najbardziej ruchliwych łazienek. Czujniki te przesyłają dane do zarządzania obiektami, aby w czasie rzeczywistym ostrzegać je o różnych niedoborach i awariach;
- **Sklepy bezobsługowe** – rozwiązania już są implementowane, natomiast lotnisko jest dobrym miejscem do wdrożenia tego typu rozwiązania;
- **Monitorowanie warunków transportu zwierząt** – można monitorować parametry w klatce, w której podróżuje zwierzę, np. temperaturę, wilgotność, hałas, czy wibracje i w przypadku odstępstw od normy generowany jest alarm informujący obsługę.

Zarządzanie infrastrukturą informatyczną

W obsłudze wszelkich usług, w tym tych związanych z wytwarzaniem dużej ilości danych, kluczowe będzie to, w oparciu o jaką infrastrukturę tworzona będzie platforma teleinformatyczna CPK. Centralny Port Komunikacyjny może zdecydować się na własną infrastrukturę ICT lub też wybrać usługi chmury publicznej. Posiadając już zdefiniowanego dostawcę infrastruktury, można kontynuować analizę aspektów bezpieczeństwa oraz budowanie skalowalnych rozwiązań, które zapewnią skuteczne zarządzanie lotniskiem, poprawę jakości obsługi pasażerów oraz wyższy poziom bezpieczeństwa.

W zakresie infrastruktury technicznej niezwykle istotne jest zapewnienie odpowiednich rozwiązań umożliwiających przedsiębiorcom telekomunikacyjnym lokalizowanie infrastruktury telekomunikacyjnej zapewniającej dostęp do usług użytkownikom końcowym. Warto bowiem pamiętać, że przepisy prawa w sprawie środków mających na celu zmniejszenie kosztów realizacji szybkich sieci łączności elektronicznej do kategorii operatorów sieci zobowiązanych do udzielania dostępu do swojej infrastruktury technicznej na potrzeby realizacji sieci telekomunikacyjnych, zalicza także przedsiębiorstwo zapewniające infrastrukturę techniczną przeznaczoną do świadczenia usług transportowych obejmujących linie kolejowe, drogi, porty i lotniska.

Z tego względu już na etapie planowania inwestycji niezbędne jest przewidzenie odpowiednich rozwiązań architektonicznych oraz związanych z zagospodarowaniem terenu, które umożliwią przedsiębiorcom telekomunikacyjnym umieszczenie swojej infrastruktury telekomunikacyjnej służącej do zapewnienia zasięgu ruchomych publicznych sieci telekomunikacyjnych (sieć 5G i następne generacje). Zastosowane rozwiązania powinny umożliwić zarówno lokalizowanie zwykłych stacji bazowych (makrokomórki – na zewnątrz obiektu), jak i tzw. punktów dostępu bezprzewodowego o bliskim zasięgu (wewnątrz obiektu). Bezproblemowy dostęp do lotniskowej infrastruktury technicznej dla celów realizacji infrastruktury telekomunikacyjnej (realizowany oczywiście na podstawie umowy o dostępie zawartej pomiędzy operatorem lotniska a danym przedsiębiorcą telekomunikacyjnym) będzie zatem nie tylko stanowił realizację obowiązków wynikających z przepisów prawnych, ale przede wszystkim umożliwi użytkownikom lotniska dostęp do usług telekomunikacyjnych najnowszych generacji, bez czego trudno sobie wyobrazić nowoczesny port komunikacyjny.



³⁶ <https://www.dublinairport.com/latest-news/2019/05/31/airport-smart-bins-improve-recycling-rates>

Infrastruktura sieciowa

Planowany Centralny Port Komunikacyjny to nie tylko ruch pasażerów czy pojazdów. W każdej sekundzie działalności obiektu takiego jak CPK odbywają się tysiące operacji związanych z przesyłaniem danych. Większości z nich pasażerowie i osoby korzystające z infrastruktury lotniska w ogóle nie zauważają. Tymczasem to właśnie komunikacja stanowi system nerwowy takiego obiektu mający wpływ na to, czy lotnisko w pełni wykorzystuje potencjał i jest zarządzane w efektywny sposób.

W CPK źródłami danych będzie nie tylko ruch telekomunikacyjny pochodzący od pasażerów czy personelu lotniska. Przede wszystkim będą go generować różne systemy, np. automatyki, monitorowania czy śledzenia pojazdów. Wiele z nich jest istotnych dla bezpieczeństwa podróżnych i personelu. Dlatego z punktu widzenia interesu kraju i lotniska ważne jest, by tę tkankę nerwową współtworzyć, a nie być tylko biernym użytkownikiem.

Ze względu na strategiczną rolę CPK należy zwrócić szczególną uwagę na wytyczne Unii Europejskiej dotyczące bezpieczeństwa sieci wyrażone w postaci „Cybersecurity of 5G networks - EU Toolbox of risk mitigating measures”³⁷.

Dodatkowo, współtworzenie własnej infrastruktury daje korzyści finansowe – CPK zamiast płacić za infrastrukturę, może na niej zarabiać. Dzięki obecnie dostępnym rozwiązaniom CPK może działać jako operator wirtualny (MVNO) w oparciu o czyjeś kanały, budując w ten sposób własną bezpieczną sieć. Innym rozwiązaniem jest działanie jako operator klasyczny (MNO), który w oparciu o własną infrastrukturę, buduje zamkniętą sieć telekomunikacyjną. Nie wyklucza to oczywiście rozwiązań pośrednich polegających na współdzieleniu poszczególnych zasobów sieci z operatorami komercyjnymi.

W obu przypadkach CPK obsługuje bardzo ważną grupę klientów różnych operatorów, jakimi są pasażerowie CPK.

Poza usługą łączności głosowej i przesyłu danych, dostępna dla pasażerów, pracowników i najemców, infrastruktura telekomunikacyjna CPK będzie wykorzystywana do obsługi następujących elementów:

- systemy bezpieczeństwa, obsługa kamer i czujników monitorujących bez przerwy poziomy dostęp do wybranych części CPK;
- śledzenie położenia: pojazdów, urządzeń, ludzi (ze względów bezpieczeństwa), wózków bagażowych;
- obsługa sensorów HVAC;
- obsługa sensorów mierzących zużycie energii;
- obsługa pojazdów autonomicznych;
- obsługa systemu informacji pasażerskiej;
- obsługa systemu infotainment³⁸;
- obsługa systemów rezerwacyjnych i skanerów biletów;
- obsługa parkingu i poboru opłat;
- obsługa systemu zarządzania magazynem, hangarem czy warsztatem;
- obsługa łączności specjalnej.



To tylko kilka przykładów które mają zobrażać, jak wiele danych będą generowały powyższe zastosowania. Rzeczywista lista systemów do obsługi jest o wiele dłuższa. W przypadku IoT to setki tysięcy urządzeń stale się ze sobą komunikujących. Infrastruktura, która będzie to obsługiwać, musi być niezawodna i działać bez istotnych opóźnień i nieplanowanych przestojów. Do zapewnienia usługi łączności, w tym usługi IoT na terenie CPK, należy poszukiwać odpowiednich rozwiązań sieciowych. W celu optymalizacji kosztów należy celować w rozwiązania uniwersalne. W zakresie sieci mobilnych wymogi takie spełniają dwie rodziny standardów sieciowych tj. 4G LTE oraz 5G³⁹ NR (New Radio). W warstwie dostarczenia usługi sieciowej o niegwarantowanych parametrach dla pasażerów CPK, warto również rozważyć standard sieci bezprzewodowych. W raporcie Accenture o 5G sieci przyszłości muszą być budowane według takiej logiki, która umożliwi bezawaryjne działanie ogromnej liczby urządzeń w tym samym czasie na danym terenie. Dostępne technologie, jeśli są odpowiednio zaimplementowane, dają taką możliwość.

Ze względu na topologię CPK możliwe jest współdzielenie infrastruktury sprzętowej pomiędzy 4G, 5G i WiFi. Sprzyja temu duża liczba obiektów, która pozwala na instalację małych nadajników i odbiorników oraz realizację okablowania w dostępnych duktach (np. w kanałach wentylacyjnych). Dlatego infrastruktura sieciowa powinna przede wszystkim korzystać z dostępnego sprzętu, takiego jak: nadajniki / odbiorniki (zwane też końcówkami radiowymi, access pointami, czy stacjami bazowymi), serwery, łącza kablowe (skrętka, światłowód) czy switchy. Powinna być zrealizowana za pomocą oprogramowania realizującego funkcje wszystkich podsystemów sieci, tj. radiowej sieci dostępowej (ang. *Radio Access Network* = RAN), sieci szkieletowej (ang. *Core Network* = CN) oraz sieci transportowej (ang. *Transport Network* = TN).



Dla sprawności sieci telekomunikacyjnych niezbędne jest wybudowanie odpowiednio pojemnej infrastruktury telekomunikacyjnej/ sieciowej złożonej z kanalizacji teletechnicznej, studzienek, infrastruktury wewnętrzzbudynkowej, złożonej z kanałów, przepustów, szachtów. Rozmieszczenie infrastruktury telekomunikacyjnej na terenie CPK powinno pozwalać na zbudowanie redundantnych rozwiązań telekomunikacyjnych. Zbudowanie odpowiedniego zasięgu sieci radiowej na terenie CPK wymaga również przeprowadzenia szczegółowego planowania radiowego, mając na uwadze zapotrzebowanie na odpowiedniej jakości usługi telekomunikacyjne. Proponujemy w tym zakresie skorzystać z doświadczeń realizacji budowy infrastruktury telekomunikacyjnej operatorów sieci ruchomej na stadionach piłkarskich związanych z realizacją Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej w 2012 roku. W tym zakresie niezbędne jest powołanie przez CPK grupy roboczej złożonej między innymi z przedstawicieli głównych operatorów sieci ruchomej w celu opiniowania rozwiązań technicznych, które będą miały wpływ na sposób świadczenia usług telekomunikacyjnych.

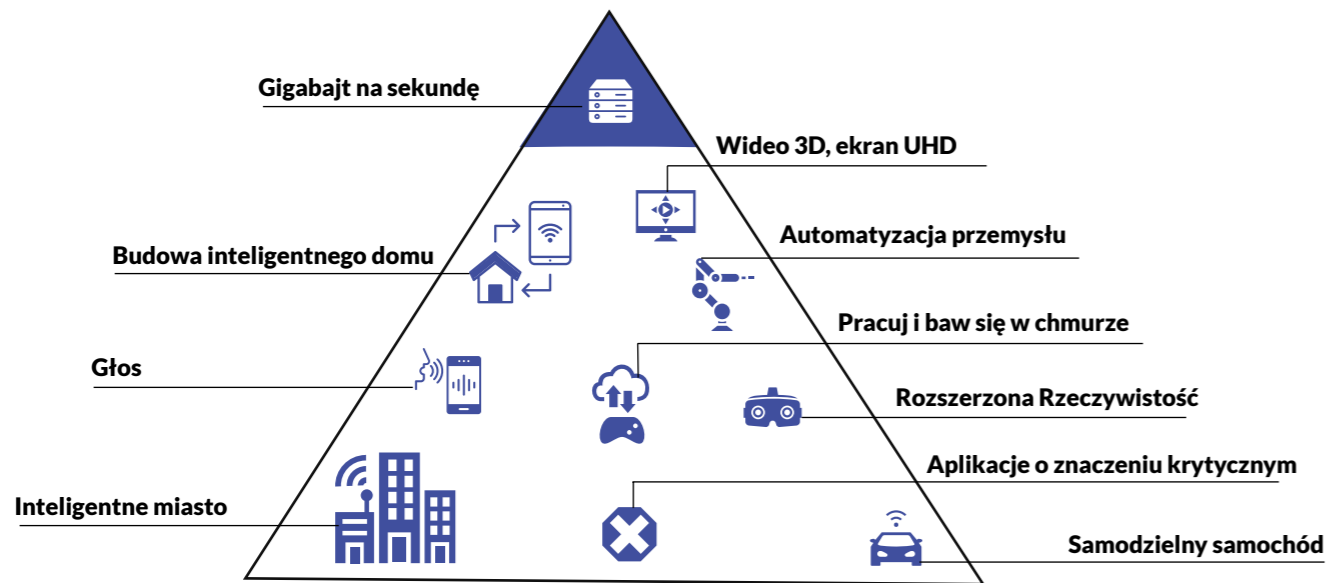
Należy również zaznaczyć, że w nadchodzących systemach opartych na technologii 5G, w wielu przypadkach operator będzie oferował usługę telekomunikacyjną o cechach i parametrach adekwatnych do ściśle zdefiniowanych grup odbiorców działających na obszarze CPK.

³⁷ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/cybersecurity-5g-networks-eu-toolbox-risk-mitigating-measures>

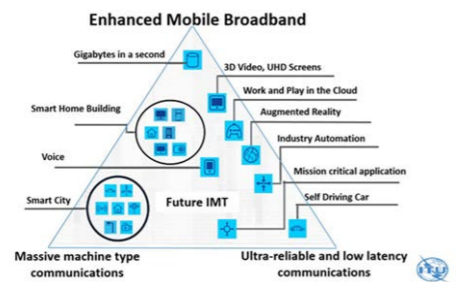
³⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Infotainment>

³⁹ Accenture, 2019, 5G New Radio, Revenue and Deployment Opportunities; <https://www.accenture.com/pl-pl/insights/communications-media/5g-in-poland-report>

DOSTĘP DO SIECI INTERNET



KOMUNIKACJA MASOWA URZĄDZEŃ



KOMUNIKACJA WYSOKIEJ JAKOŚCI

Źródło: Prezentacja Brice Murara, wiceprzewodniczący ITU-T SG 13, 2017

Dla tak sformułowanego trójkąta usług łączności elektronicznej, liczba podmiotów oraz funkcji realizowanych w ramach komunikacji znacząco wzrasta. Usługi łączności elektronicznej to nie tylko połączenie głosowe, szybki dostęp do sieci Internet (ang. *enhanced mobile broadband*), ale również:

- sieci dedykowane dla komunikacji masowej IoT np. LTE-M, NB-IoT (ang. *massive machine type communication*);
- sieci o wysokich parametrach jakościowych np. campus network (ang. *ultra-reliable and low latency communication*).

Biorąc pod uwagę krytyczny charakter poszczególnych zastosowań rozwiązań Internetu Rzeczy i konieczność zapewnienia bezpieczeństwa ich działania, przy jednoczesnej konieczności zapewnienia dostępu do usług o charakterze masowym dla użytkowników CPK (sieci 4G/5G, WiFi), konieczne jest oddzielenie sieci telekomunikacyjnych zapewniających komu-

nikację krytyczną od sieci dostępnych publicznie. W celu realizacji komunikacji krytycznej, warto rozważyć zastosowanie Sieci Kampusowej (ang. *Campus Network*) 5G. Rozwiązanie to pozwala na wykorzystanie wszelkich korzyści płynących z 5G, to jest np. krótkich opóźnień, wysokiej prędkości transmisji danych przy jednoczesnym zagwarantowaniu odpowiedniej pojemności sieci czy możliwościi jednoczesnego użytkownika ogromnych ilości urządzeń końcowych, przy jednoczesnym zapewnieniu pełnego fizycznego i logicznego oddzielenia transmisji prywatnej od publicznej. Dodatkowo dzięki zastosowaniu lokalnej sieci RAN oraz Core w modelu core-in-the-box, rozwiązanie takie będzie mogło zagwarantować, że żadne dane przesyłane w ramach sieci przez użytkownika ani nawet sygnalizacja sieciowa, nie wydadzą się poza teren obiektu (portu lotniczego). Jedynym połączeniem ze światem zewnętrznym pozostaje narzędzie do monitoringu i utrzymania działania sieci przez operatora.

Zarządzanie danymi

Organizacje o strategicznym znaczeniu dla regionu, takie jak CPK powinny kłaść nacisk na wykorzystywanie danych i podejmowanie decyzji w oparciu o nie. Z punktu widzenia efektywności istotne jest, by decyzje podejmowane były szybko, na podstawie pełnych, jednolitych, wiarygodnych danych z uwzględnieniem jak największej ilości czynników.

Istotnym elementem umożliwiającym rozwój kolejnych rozwiązań, które wykorzystują zaawansowane algorytmy analizy danych, jest udostępnienie jednolitej, bezpiecznej, a jednocześnie łatwo dostępnej platformy danych. Powinna ona zawierać zbiór informacji, które mogą zostać użyte do analizy historii i stworzenia wartości dodanej w postaci nowych usług czy udogodnień dla pasażerów. Warto podkreślić, że najprawdopodobniej CPK będzie posiadał kilka albo kilkanaście systemów odpowiedzialnych za funkcjonowanie portu, które pozostawione jako oddzielne wyspy bez wzajemnej komunikacji, będą prezentowały mniejszą wartość. Możliwość agregacji danych z tych systemów, w szczególności połączenie danych IoT wraz z danymi operacyjnymi lotniska, daje praktycznie nieograniczone możliwości rozwoju i wdrożenia innowacyjnych rozwiązań służących optymalizacji działania Portu.

Osoby korzystające z tych danych będą oczekiwać ich wysokiej dostępności i aktualizacji w trybie on-line, szczególnie biorąc pod uwagę aspekt danych IoT, które są danymi w znakomitej większości szybkozmiennymi i gromadzonymi w ogromnej ilości. Systemy odpowiedzialne za gromadzenie i analizę danych powinny umożliwiać użytkownikom szybką i dogłębną analizę wizualną danych w celu podjęcia decyzji zgodnej z aktualnym stanem. Świetnym przykładem usprawniającym dostęp do danych są tzw. repozytoria wiedzy i metadanych. Systemy umożliwiające przeglądanie danych powinny dawać możliwość zapoznawania się z informacjami zgromadzonymi w systemie w formie opisów, typów, źródła,

ilości, itd. Do tych informacji powinna być dołożona wartość biznesowa, aby łatwiej było zrozumieć, do czego mogą one posłużyć i skąd się biorą. Takie repozytoria są wartościowe nie tylko dla administratorów czy analityków, lecz także dla zwykłych użytkowników. Usprawniają zarządzanie danymi, co przekłada się na nowe funkcjonalności w aplikacjach.

Kompleksowe podejście do stworzenia platformy danych, w której znajdują się dane oczyszczone pozwala na budowanie zaufania użytkowników, którzy mogą je wykorzystywać w różnych procesach biznesowych. Dane z urządzeń IoT są gromadzone w dużej ilości i szybkozmiennie, dlatego tak bardzo ważne jest, aby były kompletne i spójne oraz wiarygodne poprzez odpowiednią ocenę i analizę wstępną. W przypadku słabej jakości danych ich szybka dostępność, opisywana wcześniej jako zaleta, nie będzie miała znaczenia. Jednolita platforma danych, która powinna zostać wdrożona w CPK ma jeszcze jedną zaletę – daje pojedynczy punkt dostępu do danych wrażliwych, dzięki czemu w łatwy sposób można implementować zabezpieczenia i umożliwia to śledzenie kto oraz kiedy dane wrażliwe przetwarzał.

Bardzo dobrym przykładem wdrożenia takiej jednolitej platformy danych używanych później do analityki jest Fraport AG i projekt Smart Data Lab, gdzie zebrano zarówno dane finansowe, jak i operacyjne w jednym systemie. Dane były analizowane przez zespoły ekspertów z różnych dziedzin, dzięki czemu wyciągane wnioski były przekrojowe. To pozwoliło lotnisku we Frankfurcie optymalizować przychody ze świadczonych usług oraz zwiększyć zadowolenie pasażera. Stworzenie takiej platformy wspieranej przez zespół analityków pozwoliło generować nowe możliwości biznesowe i szybko dostosowywać się do zmian, np. w zachowaniu czy przyzwyczajeniach pasażerów.

Kolejnym zagadnieniem związanym z platformą danych jest aspekt ich udostępniania na zasadach Open Data⁴⁰. Publikowanie aktualnych danych lotniskowych jest obecnie standardem

⁴⁰ https://pl.wikipedia.org/wiki/Open_Government_Data

w nowoczesnych i rozwiniętych obiektach: w szczególności chodzi o podstawowe dane, takie jak rozkład lotów, szacowane czasy lądowania i startu. Kanałami przekazującymi te informacje są należące do lotnisk strony internetowe oraz aplikacje mobilne.

Otwieranie danych nie oznacza wyłącznie konieczności bycia w zgodzie z wymogami prawnymi o ponownym wykorzystaniu informacji sektora publicznego. Działania związane z otwartymi danymi nie tylko wzmacniają przejrzystość i interoperacyjność, lecz poszerzają także możliwości rozliczania z powierzonych zadań, a w tak szczególnym przypadku mogą również zwiększyć udział obywateli w rozwoju lotniska. Udostępnienie danych wspiera również innowacyjność techniczną, umożliwiając przedsiębiorstwom i specjalistom rozwijanie nowych rodzajów cyfrowych usług i ich zastosowań, ze szczególnym uwzględnieniem prędko rozwijających się w Polsce start-up'ów.

Trendy pokazują, że podróżujący coraz częściej korzystają z aplikacji agregujących stosowane informacje dotyczące podróży. Aplikacje te nie zawsze bazują na danych otrzymywanych bezpośrednio od źródła i prezentują je często z opóźnieniem. Odpowiedzią na te trendy powinno być wdrożenie w CPK jasnej polityki w zakresie otwartych interfejsów (tzw. open API), dzięki którym CPK będzie mógł powiązać konkretne rozwiązania z konkretnymi potrzebami pasażerów.



Jednym z wzorcowych wdrożeń projektu typu open data jest Projekt Rijkwaterstaat (Netherland Enterprise Agency), o którym szczegółowo piszemy na stronie 88.

Na bazie projektu krajowy operator całej infrastruktury krytycznej (drogi, tamy, groble, zapory) przy wykorzystaniu 15 000 czujników IoT nie tylko analizuje dane, ale przede wszystkim udostępnia je start-up'om, by te mogły świadczyć usługi dla obywatela. Szereg z tych start-up'ów skomercjalizowało swoje rozwiązania i replikowało je na rynki zagraniczne. W ten sposób Kapitał Publiczny przy okazji strategicznych inwestycji pobudził dodatkowo gospodarkę i rozwój MŚP, co mogłoby również być udziałem CPK.



Bezpieczeństwo

Współczesne porty lotnicze nie mogą funkcjonować bez automatyzacji, a systemy te są narażone na liczne zagrożenia, w tym celowe ataki, zakłócenia środowiskowe oraz błędy ludzkie i maszynowe. Kwestia bezpieczeństwa portu lotniczego jest wielopłaszczyznowa i wielowątkowa, aczkolwiek w dużym uproszczeniu można ją podzielić na dwa obszary:

- **Bezpieczeństwo fizyczne** obejmujące bezpieczeństwo pasażerów w związku z zagrożeniami będącymi wynikiem przypadku (losowe) – takimi jak wypadki komunikacyjne, pożary itd. oraz celowym wywołaniem sytuacji zagrożenia – terroryzm, przestępczość.
- **Bezpieczeństwo cybernetyczne** rozumiane jako zbiór zagadnień związanych z bezpieczeństwem sterowania np. pojazdami autonomicznymi
- **Cyberbezpieczeństwo** rozumiane jako zespół zagadnień ochrony w obszarze cyberprzestrzeni, związanych z zapewnianiem bezpieczeństwa informacji i systemów teleinformatycznych. Z pojęciem cyberbezpieczeństwa związana jest między innymi ochrona przestrzeni przetwarzania informacji oraz zachodzących interakcji w sieciach teleinformatycznych.



Cyberbezpieczeństwo

Motywy cyberataków zasadniczo można rozdzielić na ogólne kategorie, z których wszystkie mogą ograniczać zdolność portu lotniczego do świadczenia usług na rzecz pasażerów:

- **Ataki sieciowe:** są być może jednym z najszybciej rozwijających się obszarów aktywności ataku. Ataki te są często mniej wyrafinowane, ale w ciągu ostatnich kilku lat techniki i narzędzia cyberprzestępczości znacznie ewoluowały i stały się o wiele łatwiejsze do uzyskania i wykorzystania. Atakujący zazwyczaj kierują się bezpośrednio do sieci i systemów w celu uzyskania danych, które mogą ukraść i odsprzedać. Mowa tu o danych takich jak identyfikacja klienta, informacje o karcie kredytowej lub informacje bankowe. Ponadto, stosując okup lub destrukcyjne złośliwe oprogramowanie, podmioty mogą zaszyfrować lub zniszczyć dane lub grozić ujawnieniem poufnych komunikatów i informacji, chyba że ofiara uiszczy opłatę. Systemy lotniskowe, które obsługują informacje o kartach kredytowych, usługach parkingowych lub opłatach bagażowych, są głównymi celami tych napastników.
- **Ataki polityczne lub wojskowe:** najpoważniejsze i najbardziej znaczące źródła ataku są prowadzone przez zagraniczne źródła wojskowe lub wywiadowcze. Napastnicy ci zazwyczaj starają się uzyskać pewien wojskowy, polityczny lub strategiczny wgląd i będą atakować dostępność i integralność systemów, aby podważyć zaufanie społeczeństwa lub przywódców. Zakłócenia w ruchu lotniczym w kluczowych portach lotniczych mogą spowodować zakłócenia w funkcjonowaniu całego systemu i poważnie nadszarpnąć zaufanie społeczne i zaufanie do całego krajowego systemu przestrzeni powietrznej.
- **Celowe zakłócenia:** wiele różnych osób i grup angażuje się w cyberataki mające na celu zakłócenie lub uniemożliwienie dostępu do zasobów. Swoje ataki przeprowadzają z różnych powodów – od protestów

politycznych i prób uszkodzenia gospodarcze do zwykłej rozrywki lub uzyskania statusu w swojej grupie rówieśniczej. Ataki te są najczęściej przeprowadzane przez wandalów, aktywistów lub osoby z zewnątrz o nadzędnym programie. Zazwyczaj wymierzone są one w sieci lub systemy tak, aby uniemożliwić użytkownikom dostęp, wyrządzić szkody lub ukraść lub uszkodzić dane. Przykładem tego typu ataków w środowisku lotniskowym może być atakujący, który próbuje uniemożliwić dostęp do strony internetowej lotniska poprzez zalanie jej większą ilością ruchu niż strona może obsłużyć (to tak zwany atak rozproszony).

Możliwe skutki dla funkcjonowania lotniska

Tak jak w przypadku większości innych dużych organizacji, możliwe rodzaje i skutki ataków cybernetycznych na lotnisko są ograniczone jedynie wyobraźnią napastnika i jego zdolnością do uzyskania dostępu do przeprowadzenia ataku. Praktycznie wszystkie operacje współczesnego lotniska zależą w jakiś sposób od łączności informatycznej i sieci lotniskowej. Przedstawiony poniżej wykaz sposobów, w jaki podmioty mogą wywierać wpływ na port lotniczy, ma charakter wyłącznie ilustracyjny, a nie wyczerpujący:

- ataki na oznakowanie elektroniczne mające na celu dezaktywację znaków lub zmianę ich treści;
- żądania okupu w systemach lotniskowych, lotniczych lub sprzedawców;
- zakłócenia lub błędna konfiguracja systemu bagażowego;
- przerwy w działaniu systemów, energii elektrycznej lub innych funkcji budynku;
- problemy z systemem parkingowym;
- kradzież danych z kart kredytowych lub debetowych;
- kradzież poufnych e-maili lub dokumentów w celu szantażowania lub zawstydzenia kierownictwa lotniska lub innych stron;
- ataki na identyfikatory lub systemy kontroli dostępu;
- ataki w celu uniemożliwienia dostępu do



- sieci lotniskowych;
- tworzenie fałszywej strony internetowej portu lotniczego w celu rozpowszechniania błędnych informacji lub gromadzenia danych osobowych;
- zakłócanie działania systemów portów lotniczych poprzez złośliwe oprogramowanie dostarczane za pośrednictwem poczty elektronicznej typu phishing;
- próby uzyskania dostępu do systemów bezpieczeństwa fizycznego;
- nieupoważniony dostęp do poufnych plików.

W zakresie zagrożeń związanych z czynnikami losowymi (wypadki, pożary, skażenia) kluczową rolą IoT będzie przede wszystkim dostarczanie w czasie rzeczywistym informacji z czujników (inteligentne kamery, detektory i czujniki, urządzenia pomiarowe itd.) do centralnego systemu bezpieczeństwa. Jego rolą będzie korelowanie wszystkich pozyskiwanych informacji i dostarczanie ludziom spójnej informacji o występujących sytuacjach zagrożenia w odniesieniu do konkretnych miejsc, np. „dym z kontenera przy wyjściu G28 w terminalu B”, oraz umiejscowionych w czasie, np. „pożar w ciężarówce poruszającej się w kierunku terminala C drogą C8 na wysokości skrzyżowania z drogą D3”.

Do pozyskiwania danych oraz realizacji akcji ratunkowych dodatkowym, cennym źródłem danych IoT mogą być sami pasażerowie, a dokładnie ich telefony. Według badań przeprowadzonych przez firmę SITA 97% pasażerów ma przy sobie urządzenia mobilne. Współczesne rozwiązania wykorzystują to między innymi do zbierania danych o liczbie osób na danym obszarze w czasie rzeczywistym śledząc (anonimowo) liczbę urządzeń mobilnych z włączonym Wi-Fi.

Nowe możliwości niesie wykorzystanie aplikacji pasażerskiej zainstalowanej na urządzeniach mobilnych. Pojawienie się sytuacji kryzysowej skutkuje wywołaniem w niej specjalnego modułu służą-



cego do wytyczania w czasie rzeczywistym najszybszej bezpiecznej drogi ewakuacji czy uzyskaniem informacji zwrotnej od pasażerów dotyczącej lokalizacji źródła zagrożenia pozwalającej podjąć odpowiednie działania przez służby w najkrótszym możliwym czasie.

Powyższy aspekt bezpieczeństwa łączy się bezpośrednio z obszarem przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym. W tym zakresie istotne jest zbieranie informacji z tych samych źródeł (kamery, czujniki, detektory), przy czym dodatkową rolę pełni analityka obrazów (rozpoznawanie twarzy, śledzenie ruchów wybranych osób, weryfikacja danych z bazą osób podejrzanych/poszukiwanych, zdalne mierzenie temperatury ciała pasażerów) oraz analiza zachowań ludzkich (podejrzone, nietypowe wzorce poruszania się). Rozwiązanie powinno dodatkowo łączyć (korelować) dane pozyskiwane z czujników IoT z danymi z innych źródeł, np. z telefonów należących do pasażerów. Taki spójny obraz sytuacji pozwoli podejmować skuteczniejsze decyzje wyprzedzające ruchy przeciwnika (przestępcy, terroryści).

Na koniec należy pamiętać o zabezpieczeniu samych sieci IoT poprzez zapewnienie należytej ochrony urządzeń wobec cyberzagrożeń. CPK może być potencjalnym celem hakerów, którzy z racji dużej ilości urządzeń IoT, które zostaną tam zlokalizowane, będą chcieli dokonać przejęcia kontroli nad nimi w celu chociażby przeprowadzenia ataków DDoS⁴¹. Rozwiązaniem jest zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa urządzeń (certyfikacje, testy penetracyjne, aktualizacja oprogramowania, certyfikaty cyfrowe) oraz ich ciągłe monitorowanie (co nadal stanowi rzadkość w obszarze IoT).



⁴¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/DDoS>



Bezpieczeństwo pasażerów

W zakresie bezpieczeństwa pasażerów warto podkreślić możliwość wykorzystania systemów sztucznej inteligencji do monitoringu wizyjnego. Zastosowanie analizy obrazów (ang. computer vision) do automatycznego wykrywania sytuacji niebezpiecznych znacznie ogranicza wymagania dotyczące obsługi systemu monitoringu. Oczywiście, systemy sztucznej inteligencji nie mogą być odpowiedzialne za podejmowanie krytycznych z punktu widzenia bezpieczeństwa decyzji, natomiast sprawdzają się bardzo dobrze we wspomaganie tych decyzji lub zwracaniu uwagi operatora na sytuacje niebezpieczne. Wśród zastosowań warto wyróżnić możliwość wykrywania następujących sytuacji:

- pozostawienie bagażu bez opieki;
- zasłabnięcie lub nagły upadek podróżnego;
- zbyt duże zagęszczenie osób (szczególnie istotne w świetle ostatnich wydarzeń związanych z COVID-19);
- wejście w strefę niedopuszczoną do ruchu;
- powstawanie agresji pomiędzy pasażerami.

Zaistnienie każdej z powyższych sytuacji może wspomóc operatora poprzez wyświetlenie alertu i wskazanie danej sytuacji na docelowej kamerze monitoringu, co skraca czas reakcji i pozwala skupić się na analizie tych sytuacji. Analiza obrazów musi być zatem wykonywana w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem analizy danych w strumieniu z minimalnym opóźnieniem, również z możliwością wykonywania jej w samym urządzeniu IoT (kamerze). Dodatkowo dzięki połączeniu z innymi źródłami danych, takimi jak dane meteorologiczne, dane o ruchu i rezerwacje lotów, systemy mogą tworzyć inteligentne prognozy dotyczącej potencjalnych zakłóceń operacyjnych.

Warunki bezpiecznego ponownego otwarcia lotniska po epidemii

Wpływ COVID-19 na branżę lotniczą jest destrukcyjny i obecnie większość lotów jest wstrzymana, oczekując na zmniejszenie zagrożenia i wdrożenie nowych procedur bezpieczeństwa w celu wznowienia działalności.

Nowe procedury ponownego uruchamiania branży lotniczej, o których dyskutują agencje, kraje i zainteresowane strony, będą miały poważny wpływ zarówno na porty, jak i linie lotnicze. Ograniczony współczynnik wypełnienia samolotu (ang. load factor) i dystans fizyczny będą prawdopodobną codziennością branży lotniczej aż do opanowania pandemii.

Po określeniu i wdrożeniu nowych procedur porty lotnicze i linie lotnicze muszą ponownie zdobyć zaufanie pasażerów, aby rozpocząć odbudowę popytu na loty. Ale to już dziś przedstawiciele transportu lotniczego muszą zagwarantować pasażerom, że koncepcja bezpieczeństwa dotyczyć będzie przede wszystkim ich zdrowia. Odnosi się to również do pracowników portów lotniczych i załóg linii lotniczych w celu zachowania ciągłości świadczonych usług. Aby to zagwarantować, niezwykle ważne jest zaproponowanie prostych, skoordynowanych i skutecznych procedur przy wsparciu innowacyjnych technologii. Wszystko to przy jednoczesnym informowaniu opinii publicznej o koncepcji



„bezpieczeństwo przede wszystkim”, ponieważ poczucie bezpieczeństwa i ochrona zdrowia w danym miejscu będzie miało ogromny wpływ na doświadczenie pasażerów. Jednakże do czasu upowszechnienia szczepionki najskuteczniejsze będzie podejście wielowarstwowe obejmujące kombinację różnych środków. Środki te obejmą m.in. skanowanie termiczne, kontrolę objawów, stosowanie środków ochrony indywidualnej i środków separacji społecznej.

W kontekście kryzysu związanego z COVID-19 konieczne jest, aby dział odpowiadający za bezpieczeństwo w portach lotniczych był w stanie rozszerzyć ogląd sytuacji poprzez integrację danych pochodzących z systemów centralnych (np. rejestr osób objętych kwarantanną, itp.) oraz systemów ukierunkowanych na główne środki zaradcze. Głównym celem jest oczywiście przezwyciężenie kryzysu poprzez zdefiniowanie i wdrażanie specjalnie zaprojektowanych scenariuszy i standardowych procedur operacyjnych w celu reagowania na alarmy związane z bezpieczeństwem.

Dodatkowe środki zaradcze dotyczą 4 głównych obszarów:

- **Dystans społeczny:** w celu uniknięcia nadmiernego obłożenia i zmniejszenia ryzyka dla ludzi, przy jednoczesnym zwalczaniu nieefektywności operacyjnej spowodowanej zmniejszoną przepustowością terminali i zatorów.
 1. **Kontrola obecności** osiągnięta dzięki systemom zarządzania przepływem pasażerów, w celu zarządzania liczbą osób w określonych obszarach.
 2. **Wykrywanie tłumu** zaimplementowane jako funkcje analizy wideo w ramach zintegrowanej platformy nadzoru bezpieczeństwa połączonej z systemem analizy obrazu.
 3. **Dystans społeczny** osiągnięty za pomocą urządzeń ubieralnych (wearable), które będą alarmować w przypadku ryzyka bliskiego kontaktu; mogą być wykorzystywane zarówno do obsługi pasażerów, jak i dla personelu.



- **Działania bezdotykowe:** w celu zmniejszenia ryzyka zarażenia i zwiększenia postrzegania bezpieczeństwa, przy jednoczesnym zwiększeniu wydajności obsługi pasażerów.
 1. **Bezdotykowa podróż biometryczna:** dzięki możliwościom biometrycznym w pełni bezdotykowa obsługa pasażera od odprawy do wejścia na pokład.
- **Środki kontroli stanu zdrowia:** w celu zachowania zgodności z nowymi wytycznymi i przepisami oraz wprowadzenia nowych postaw operacyjnych zarówno w strefie ogólnodostępnej lotniska, jak i w strefie operacyjnej lotniska.
 1. **Sprawdzanie temperatury** za pomocą kamer termowizyjnych zintegrowanych z platformą nadzoru bezpieczeństwa i alarmowanie w przypadku przekroczenia określonych progów temperatury przez pasażerów lub personel.
 2. **Kontrola objawów** z zastosowaniem kwestionariuszy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia dostępnych w aplikacjach mobilnych stanowiących czynnik odstraszaający ludzi od podróżowania, jeśli nie są pewni swojego zdrowia lub zdrowia osób, z którymi mieli kontakt.
 3. **Postawy oparte na ryzyku**, zapewniające menedżerom portów lotniczych całościowy widok poprzez integrację z platformą nadzoru bezpieczeństwa, z monitorowaniem i analizą głównych kluczowych wskaźników wpływających na ryzyko globalnej infrastruktury.



- **Infrastruktura prewencyjna oparta na technologii UVC służąca do bakteriobójczej dezynfekcji powietrza:** w celu wdrożenia systemu pozwalającego na ograniczaniu ryzyka związanego z zagrożeniem epidemiologicznym i/lub zagrożenia atakiem bioterrorystycznym.
 1. Badania przeprowadzone w National Emerging Infectious Diseases Laboratories na Uniwersytecie Bostońskim potwierdziły skuteczność działania rozwiązań UVC w dezaktywacji SARS-CoV-2, wirusa wywołującego COVID-19.
 2. Systemy mobilne UVC do dezaktywacji mikroorganizmów w powietrzu i na powierzchniach na terenie lotniska.
 3. Systemy UVC do dezynfekcji powietrza oparte o instalacje umożliwiające ich użytkowanie w obecności pasażerów i obsługi, a także umieszczenie ich w kanałach wentylacyjnych.
 4. Komory UVC do dezynfekcji bagażu, rzeczy osobistych pasażerów, sprzętu wykorzystywanych podczas obsługi.
 5. Rozwiązania do dezynfekcji w oparciu o technologię UVC nie emitują ozonu, który jest toksyczny dla ludzi, zwierząt i roślin. Dzięki temu urządzenia do dezynfekcji można stosować bez potrzeby przewietrzania pomieszczeń po dezynfekcji.
 6. Z uwagi na fakt biobójczych właściwości promieniowania UVC, system powinien być profesjonalnie zaprojektowany z uwzględnieniem bezpieczeństwa ludzi, zwierząt i roślin, tzn. w taki sposób, aby nie mogli być narażeni na bezpośrednie działanie promieniowania.

⁴² <https://akademialed.pl/badania-potwierdzily-skuteczosc-promiennikow-uvc-firmy-signify/>

Nadzór ruchu lotniczego

W nadzorze ruchu lotniczego występuje wiele innowacji, na które należy zwrócić uwagę, głównie ze względu bezpieczeństwa. Do najbardziej znanych należą:

- **ILS (ang. instrument landing system)** to nawigacyjny system radiowy umożliwiający bezpieczne lądowanie w warunkach ograniczonej widoczności⁴³. System jest stosowany na wszystkich lotniskach pasażerskich i jest dostępny w kilku kategoriach. Zainstalowanie najwyższej kategorii 3 umożliwia lądowanie w warunkach całkowitego braku widoczności⁴⁴.
- **Radiolatarnie DVOR** są najpopularniejszym systemem kątowym w nawigacji lotniczej. W sygnale tej radiolatarni przenoszona jest informacja azymutalna. Daje to możliwość prezentacji w urządzeniach pokładowych takich informacji jak: namiar magnetyczny statku powietrznego od radiolatarni, osiągnięcie żądanego namiaru do lub od radiolatarni, minięcie radiolatarni, identyfikator radiolatarni. Zasada działania VOR jest zbliżona do działania latarni morskiej. Radiolatarnia nadaje wiązkę sygnału radiowego, która obraca się wokół radiolatarni 30 razy na sekundę. Równocześnie nadawana jest faza stała we wszystkich kierunkach zmodulowana tonem 30 Hz.
- **RADAR (pierwotny i wtórny)** – głównym celem radaru wtórnego jest zwiększenie możliwości wykrywania i identyfikowania statków powietrznych oraz określenie ich poziomu lotu. Radar wtórny cały czas podczas obrotu anteny emituje impulsy z zapytaniem, a trans-

ponder na pokładzie statku powietrznego, który nasłuchuje tych sygnałów, wysyła odpowiedź natychmiast po znalezieniu się w jego zasięgu. Rodzaj wysyłanych w odpowiedzi informacji zależy od trybu pracy radaru wtórnego. Nowoczesne radary są wyposażone w tryb MODE S oraz MODE 5. MODE S⁴⁵ – zasadniczą zmianą w trybie S (ang. Select) jest przypisanie każdemu statkowi powietrznemu indywidualnego, stałego 24-bitowego adresu. Posiadanie przez samolot unikalnego adresu pozwala na efektywną, indywidualną komunikację w warunkach zagęszczonego ruchu powietrznego, ogranicza wzajemne zakłócanie się transmisji od różnych samolotów, umożliwia też budowę innych systemów nadzorowania (np. ADS-B), antykolizyjnych (ACAS) i przekazywanie informacji o ruchu lotniczym (TIS, TIS-B, ADS-R). Tryb S zapewnia detekcję błędów transmisji i umożliwia ich korekcję. Jest używany w lotnictwie cywilnym i wojskowym.

- **Multilateracja** – system umożliwiający przekazanie kontroli ruchu lotniczego, ustalenie dokładnej pozycji statku powietrznego w rejonie lotniska, co przekłada się na szybsze oraz tańsze wykonywanie operacji startów i lądowań.
- **A-SMGCS (ang. Advanced Surface Movement Guidance & Control System):** zaawansowany system prowadzenia i kontroli ruchu powierzchniowego na terenie lotniska, system posiadający infrastrukturę nadzoru obejmującą nadzór bez współpracy (np. SMR, czujniki mikrofalowe, czujniki optyczne itp.) i nadzór kooperacyjny (np. Systemy multilateracji).

System jest stosowany na lotniskach, gdzie występują duże ilości startów i lądowań oraz jest przydatny w warunkach ograniczonej widoczności, ponieważ daje pełne zobrazowanie wszystkich operacji na płycie lotniskowej. Dodatkowo jest wyposażony w system informujący o możliwości wystąpienia kolizji co bardzo mocno usprawnia pracę kontrolerów ruchu lotniczego.

- **FOD (ang. foreign object damage):** to każdy przedmiot lub substancja, które są obce dla statku powietrznego lub systemu, które mogą potencjalnie spowodować uszkodzenie statku powietrznego co może doprowadzić do katastrofy lotniczej. Zewnętrzne zagrożenia FOD obejmują uderzenia ptaków, grad, lód, burze piaskowe, chmury popiołu lub przedmioty pozostawione na pasie startowym. W tym celu opracowano system, który automatycznie skanuje powierzchnię pasa startowego aby FOD został wykryty. Po wykryciu informacja jest przysyłana do kontrolerów ruchu lotniczego.

⁴³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Instrument_landing_system

⁴⁴ ACRP Report 140 - Guidebook on Best Practices for Airport Cybersecurity, ACRP 2015; Quick Guide for Airport Cybersecurity, PARAS 2018; Securing Smart Airports, ENISA 2016; Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity, NIST 2018; NIST.SP.800-82r2 Guide to Industrial Control Systems (ICS) Security, NIST, 2015; FIPS 199 Standards for Security Categorization of Federal Information and Information Systems; FIPS 200 Minimum Security Requirements for Federal Information and Information Systems; NIST SP 800-18 Guide for Developing Security Plans for Federal Information Systems; NIST SP 800-53 Security and Privacy Controls for Federal Information Systems and Organizations; NIST SP 500-299 NIST Cloud Computing Security Reference Architecture;

⁴⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Wt%C3%B3rny_radar_dozorowania

Bezpieczeństwo antydronowe

Według danych przytoczonych w „Białej księdze bezzałogowych statków powietrznych”⁴⁶ Do 2020r. na świecie pojawi się blisko 3 miliony komercyjnych bezzałogowych statków powietrznych (dronów), czyli ponad 10 razy więcej niż latających samolotów załogowych. Tak powszechne korzystanie z dronów może nieść za sobą następujące zagrożenia:

- potencjalne ryzyko zwiększonej liczby naruszeń przestrzeni powietrznej lotniska i drogi startowej;
- zagrożenie kolizją samolotów pasażerskich oraz zakłócenia w komunikacji sieciowej;
- zerwanie ciągłości w działalności biznesowej oraz operacyjnej;
- atak terrorystyczny: bezzałogowe statki powietrzne mogą przewozić materiały wybuchowe i latać przez ponad 1 godzinę z prędkością ponad 100 km/h;
- protesty, demonstrowanie swoich poglądów przez organizacje przestępcze;
- bezpieczeństwo i ochrona nowoczesnego lotniska nie może pomijać kwestii odpowiednich zabezpieczeń antydronowych, a co za tym idzie rolą IoT jest dostarczanie informacji w czasie rzeczywistym również ze wszystkich czujników i komponentów takich systemów.

System antydronowy na lotnisku przyszłości jest nieodzowny – jak wskazują dane z ostatnich 2-3 lat i głośne incydenty np. na lotniskach w Londynie/ Gatwick⁴⁷, Dubaju⁴⁸, Nowym Jorku/ Newark⁴⁹ czy Madrycie⁵⁰, niebezpieczne wtargnięcie drona w przestrzeń powietrzną nad i wokół lotniska stanowi realne i szybko rosnące ryzyko (operatorzy lotnisk i agencje żeglugi powietrznej są zmuszone wówczas do

zamknięcia przestrzeni powietrznej). Najczęstsze wypadki mają miejsce w obszarze poniżej 1000 metrów i w promieniu 7,5 km od lotniska⁵¹ – tam, gdzie samoloty znajdują się w fazie wysokiego ryzyka startu lub lądowania. Ścieżki podejścia i odlotu są obszarami o najwyższym ryzyku dla bezpieczeństwa lotu.

System antydronowy zapewnia bezpieczeństwo lotniska poprzez eliminację zagrożenia spowodowanego nieautoryzowanym użyciem samolotów bezzałogowych (dronów) na lotnisku i w jego sąsiedztwie. Ideą działania systemu jest wykrywanie, identyfikacja i śledzenie bezzałogowych statków powietrznych (dalej: BSP) poprzez



różnego rodzaju czujniki, takie jak radary, systemy optoelektroniczne, akustyczne, skanery laserowe czy systemy goniometryczne, a także neutralizacja BSP poprzez przejęcie kontroli i bezpieczne sprowadzenie na ziemię w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami prawa. Działanie tego systemu w żadnym wypadku nie może zakłócać funkcjonowania innych systemów lotniskowych.

Głównym wyzwaniem technicznym przy wykrywaniu małych BSP jest ich ograniczona, trudno wykrywalna sygnatura w różnych pasmach spektrum: akustycznym, optycznym i elektromagnetycznym. Z tego powodu czujniki, takie jak kamery optoelektroniczne czy na podczerwień, aktywne lub pasywne radary czy też radionamierniki wymagają odpowiednio wysokiej czułości i odrzucenia fałszywego alarmu. Innym wyzwaniem technicznym jest ruchliwość BSP, niski obiekt latający z różnymi konfiguracjami, zdalnie sterowany lub autonomiczny, łatwy jest do pomylenia z „ziemskim zakłócającym” typu zwierzę. Połączenie różnorodnych czujników z nowymi algorytmami łączy danych i nowymi bazami sygnatur jest odpowiedzią na te nowe zagrożenia. Innym wyzwaniem jest wykrycie i śledzenie operatora BSP – radionamierzenie w tym wypadku wydaje się najważniejszą techniką. Dobór zabezpieczeń antydronowych i IoT z tym związane uzależnione jest od wymogów operacyjnych, ograniczeń prawnych (np. brak zakłóceń emisji radiowej, zakłócające „miękkie”), rodzaju przestrzeni powietrznej i naziemnej do ochrony (przestrzeń cywilna, wojskowa), wreszcie rodzaju bezzałogowców. Inaczej wyglądać będzie system antydronowy w przypadku małych obiektów, inaczej zaś dla dużych obszarów wysokiej wrażliwości czy w przypadku obrony powietrznej. W tych przypadkach mówimy o zintegrowanych operacjach antydronowych celujących w usuwanie konfliktów w przestrzeni powietrznej, identyfikację zagrożeń na obszarach lotniska i neutralizację w zależności od potrzeb i w zgodzie z prawem – od użycia tzw. efektorów „miękkich” (zagłuszacze, przechwytywacze dronów/ „Blue pack”) po efektor „twarde” jak broń wiązkowa, pociski LMM z platformy, broń palna.

Podstawowe możliwości detekcji dronów:

- radary obserwacji naziemnej, skanujące, z różnymi zasięgami, np. do obserwacji dróg startowych i lądowania;
- radionamierniki: detekcja celu i potencjalnie operatora drona z aktywną

transmisją;

- optoelektronika: „oczy” systemu, potwierdzenie celu/ drona;
- selektywne zagłuszacze: spoofing danych GPS – zhakowanie i przejęcie kontroli nad BSP;
- lasery: neutralizacja poprzez oślepienie laserowe;
- uzbrojenie;
- skorelowane oprogramowanie/ system dowodzenia i kontroli;
- Interfejsy z systemem zarządzania ruchem powietrznym (np. alarm o dronie na wyświetlaczu kontrolera ruchu powietrznego).

Wreszcie, z perspektywy IoT, system antydronowy należy rozpatrywać jako część większej całości, to jest część Centrum Kontroli Operacyjnej Lotniska (ang. Airport Operation Control Center: AOCC) – całościowego zintegrowanego nadzoru bezpieczeństwa, zintegrowanych systemów IT lotniska, zarządzania kryzysowego, monitoringu operacyjnego lotniska, kluczowych wskaźników operacyjności lotniska i wspomagania decyzji biznesowych. System taki może pozostawać w pełni autonomiczny, ale może być również zintegrowany z systemem naziemnej obrony powietrznej czy z systemem zarządzania ruchem bezzałogowym.

Podsumowując podmioty zajmujące się bezpieczeństwem powinny skupić się na:

- zapewnieniu systemu antydronowego zdolnego do:
 1. wykrycia;
 2. lokalizacji;
 3. przechwycenia oraz neutralizacji celu;
- dedykowanym rozwiązaniu radarowym (radar holograficzny);
- integracji przestrzeni powietrznej / opracowaniu zarządzania ruchem dronów;
- wykorzystaniu zagłuszaczy częstotliwości;
- systemie obserwacji optoelektronicznej.

⁴⁶ <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/biala-ksiega-rynku-bezzałogowych-statkow-powietrznych2>

⁴⁷ <https://www.theguardian.com/technology/2018/dec/20/how-dangerous-are-drones-to-aircraft>

⁴⁸ <https://www.theverge.com/2019/2/15/18226077/dubai-airport-drone-closure-ground-flights>

⁴⁹ <https://www.foxnews.com/travel/drones-force-ground-stop-at-newark-airport>

⁵⁰ <https://abcnews.go.com/International/wireStory/spain-closes-air-space-madrid-airport-drones-reported-68719452>

⁵¹ <https://www.airproxboard.org.uk/Topical-issues-and-themes/Drones/>



Bezpieczeństwo fizyczne

Lotnictwo cywilne, a w szczególności porty lotnicze stały się celem różnych organizacji terrorystycznych i bezprawnego działania głównie z następujących powodów:

- duży ruch pasażerski (również międzynarodowy) jest bardziej narażony na atak;
- istnieje ograniczone ryzyko dla sprawców;
- symboliczny przekaz rozpowszechniony przez media;
- wywoływanie niepokoju społecznego.

W związku z powyższym, główne zagrożenia w zakresie bezpieczeństwa zidentyfikowane dla całego otoczenia portu lotniczego w nadchodzących latach są następujące:

- wciąż pojawiające się zagrożenie terrorystyczne;
- wzrost ruchu pasażerskiego;
- zarządzanie zwiększoną aktywnością dronów;
- cyberataki i drastyczny niedobór wykwalifikowanych ludzi ds. bezpieczeństwa cybernetycznego.

Pierwsze zidentyfikowane przez nas zagrożenie dotyczy nowych technik ataku terrorystycznego. Oprócz tradycyjnych ataków samobójczych za pomocą improwizowanych urządzeń wybuchowych (IED) pojawił się nowy rodzaj zagrożenia polegający na **chirurgicznym wszczepieniu ładunku wybuchowego**. Te ładunki są wszczepiane terrorystom-samobójcom i detonowane za pomocą radiowego systemu zdalnego sterowania lub wstrzykniętego środka chemicznego.

Innymi nowymi sposobami ataków terrorystycznych są **ataki z użyciem broni chemicznej, biologicznej, radiologicznej i nuklearnej (CBRN)**. W obecnym czasie, kiedy cały świat walczy z pandemią, skutki możliwego ataku z wykorzystaniem bakte-

rii lub wirusa są łatwe do przewidzenia. Jak zauważyła Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) porty lotnicze będą wciąż narażone na poważne zagrożenie bezpieczeństwa ze strony grup terrorystycznych, osób o radykalnych poglądach oraz innych źródeł zagrożenia⁵².

Wpływ wyżej wymienionych zagrożeń:

- znaczne szkody i wynikające z nich zakłócenia zarówno w strefie ogólnodostępnej lotniska oraz strefie operacyjnej lotniska (landside/airside), jak również w samym przebiegu lotów;
- uziemienie sektora transportu lotniczego;
- globalny kryzys transportu międzynarodowego.

Zagrożenie terrorystyczne w transporcie lotniczym wciąż jest bardzo realne. Jednym z takich zagrożeń była próba detonacji płynnego materiału wybuchowego pod postacią napoju przewożonego na pokładzie samolotów pasażerskich. W związku z zagrożeniem wprowadzono środki bezpieczeństwa polegające na ograniczeniu możliwości przewozu pojemników z płynem większych niż 100 ml.

Zagrożenie związane z płynnymi materiałami wybuchowymi uzmysłowilo potrzebę posiadania sprzętu do identyfikacji płynów. Obecnie stosuje się rozwiązania oparte na zaawansowanej technologii wykrywania za pomocą promieni rentgenowskich w połączeniu z zaawansowanymi algorytmami do wykrywania płynnych materiałów wybuchowych.

Porty lotnicze coraz częściej wdrażają skanery ciała, które potrafią wykrywać przedmioty metalowe i niemetalowe. Jedne systemy wykorzystują promieniowanie rentgenowskie z rozpraszaniem wstecznym, które emituje niską dawkę promieniowania jonizującego. Inne systemy to skanery oparte na technologii fal milimetrowych, które wykorzystują częstotliwości fal radiowych, zamiast promieni rentgenowskich, do wy-

⁵² www.icao.int/safety

krywania ukrytych przedmiotów i są używane na lotniskach od początku 2000 roku. Problemem związanym ze skanerami ciała jest to, że tworzą one „wirtualną rewizję osobistą (ang. virtual strip search)” i robią potencjalnie zawstydzające zdjęcia. Branża stworzyła oprogramowanie, które pozwala wyświetlać jedynie ogólny zarys ciała.

Znaczącym postępowaniem w zakresie bezpieczeństwa jest zastosowanie tellurka kadmowo-cynkowego (CZT) jako półprzewodnika w detektorach rentgenowskich lub detektorach promieniowania gamma zamiast powszechnie stosowanych detektorów scyntylicyjnych. Zaletą CZT jest to, że oferuje wysoką rozdzielczość i może działać w temperaturze pokojowej, tworząc obrazy o wysokiej rozdzielczości, zawierające o wiele więcej informacji, co wpływa na wysoką wydajność i lepsze wykrywanie zagrożeń. Szybkość, dokładność oraz efektywność kosztowa jest pożądana w kwestii bezpieczeństwa wewnętrznego.

Policja i służby bezpieczeństwa muszą cały czas zachować czujność nie tylko w związku z ewentualnym atakiem terrorystycznym przy użyciu broni konwencjonalnej, ale również zagrożeniem związanym z użyciem materiałów radioaktywnych zmieszanych z materiałami wybuchowymi w celu stworzenia tak zwanego radiologicznego urządzenia rozpraszającego (RDD), tzw. „brudnej bomby”. Bomby takie nie muszą powodować poważnych szkód w budynkach lub utraty życia przez dużą liczbę osób, ale mogą potencjalnie zanieczyścić dany obszar na bardzo długi czas. Brak stosowania technologii do wykrywania promieniowania, może spowodować, że taka bomba RDD zostanie zdetonowana nie powodując ofiar śmiertelnych, a służby ratunkowe nie będą miały nawet świadomości, że środowisko zostało skażone.

Technologia daje nam możliwość monitorowania przestrzeni publicznych i sieci transportowych pod kątem wszelkich dowodów

zwiększonego poziomu promieniowania, które może być związane z atakiem terrorystycznym. Rodzaje wykrywaczy stosowanych obecnie do celów bezpieczeństwa jądrowego pochodzące z cywilnej branży jądrowej, są nieporęczne i mogą być używane tylko przez dobrze wyszkolonych pracowników, jak na przykład duże, **ręczne urządzenia do identyfikacji promieniowania (RIID)**.

W Centralnym Porcie Komunikacyjnym jest potrzeba zastosowania bardziej zaawansowanych czujników, elementów oraz wydajnego oprogramowania, sztucznej inteligencji i Big Data, co pozwala na budowę dużo mniejszych urządzeń podobnych do RIID, które mogą być używane bez potrzeby przeszkolenia lub po krótkim szkoleniu. Urządzenia te automatycznie generują informacje i wysyłają je do komputera centralnego w celu analizy, którą przeprowadzają eksperci lub algorytm.

Urządzenia sieciowe RIID nowej generacji są wyposażone w detektor promieniowania gamma wielkości smartfona i mogą być używane przez funkcjonariuszy organów ścigania, oraz mogą być zamocowane na budynkach lub podłączone do dronów. Urządzenie może być używane samodzielnie (ostrzegając użytkownika o obecności podejrzanego materiału) lub wdrażane w dużych ilościach w celu stworzenia sieci, która może mapować duży obszar i przekazywać informacje w czasie rzeczywistym do zdalnego serwera. Aby zapobiec fałszywym alarmom, urządzenie potrafi rozróżnić naturalne mikrofalowe promieniowanie tła lub materiały radioaktywne wykorzystywane zgodnie z prawem w medycynie, od takiego promieniowania, które miałyby zostać wykorzystane do ataku terrorystycznego.

Możliwa odpowiedź podmiotów zajmujących się bezpieczeństwem:

- ocena bezpieczeństwa (wyposażenie,

- procedury, personel);
- inwestowanie w automatyzację i opracowanie kontroli opartych na analizie ryzyka oraz metodach analizy behawioralnej;
- główne centra kontroli wyposażone w najnowsze technologie w zakresie świadomości sytuacyjnej oraz platform szybkiego reagowania;
- zapewnienie nieustannego szkolenia z zakresu bezpieczeństwa osobom zaangażowanym w kwestie bezpieczeństwa (ciągłe szerzenie kultury bezpieczeństwa).

Przewiduje się wzrost liczby pasażerów w portach lotniczych w nadchodzących latach. Niemniej wzrost liczby pasażerów sam w sobie nie jest zagrożeniem, gdyż stwarza ogromną szansę dla branż związanych z portami lotniczymi. Wyzwaniem będzie natomiast poradzenie sobie z ogromną liczbą pasażerów oraz trudnościami z infrastrukturą, która nie może być powiększana w nieskończoność. W związku z tym należy się zastanowić nad innymi, bardziej skutecznymi sposobami zwiększenia bezpieczeństwa pasażerów, takimi jak nowe techniki i procedury skanowania w celu uniknięcia zakłóceń operacyjnych i możliwych naruszeń bezpieczeństwa.

Odpowiedzią na wskazane wyznawania powinno być:

- zwiększenie inwestycji w innowacyjne i szybsze systemy kontroli bezpieczeństwa i zautomatyzowane bramki kontrolne;
- inwestowanie w bardziej niezawodne rozwiązanie, takie jak tunele bezpieczeństwa i pokoje bezpieczeństwa w celu zapewnienia bezproblemowego skanowania i profilowania pasażerów;
- ścisła współpraca z agencjami wywiadowczymi w celu lepszego profilowania pasażerów oraz wczesnej identyfikacji zagrożeń i zarządzania nimi;
- inwestowanie w bardziej efektywne

centra kontroli bezpieczeństwa, w których należy wdrożyć rzeczywistą integrację systemu bezpieczeństwa, aby uzyskać pełną świadomość sytuacyjną na lotnisku oraz zapewnić bardziej wydajną i szybszą interwencję w przypadku zdarzeń dotyczących naruszenia zasad bezpieczeństwa.

Nadchodzącym zagrożeniem, któremu musimy stawić czoła, jest zbrojenie sztucznej inteligencji (ang. *weaponization of artificial intelligence*), hakowanie procesu głębokiego uczenia maszynowego, podważające zaufanie podmiotów zaangażowanych w bezpieczeństwo do systemów obronnych opartych na sztucznej inteligencji. Takie zagrożenie dla infrastruktury portu lotniczego jest ogromne, a mianowicie ma wpływ na:

- poważne zakłócenia operacyjne portów lotniczych;
- częściowa lub całkowita utrata danych;
- ogromne straty ekonomiczne i wizerunkowe portu lotniczego;
- niedobór personelu i zwiększające się zagrożenie atakami cybernetycznymi stanowią poważne wyzwania dla podmiotów zaangażowanych w bezpieczeństwo.

Odpowiedź podmiotów zajmujących się bezpieczeństwem powinna być następująca:

- ocena bezpieczeństwa cybernetycznego w celu jasnego zdefiniowania podatności na zagrożenia atakiem na infrastrukturę IT;
- sprzęt do szyfrowania transmisji;
- wykrywanie zagrożeń sieciowych;
- wykrywanie zagrożeń oparte na goście;
- ochrona danych;
- platforma korelacji (np. SIEM – *Security Information and Event Management*);
- ocena podatności na zagrożenia cybernetyczne i szkolenie personelu.



Zarządzanie kryzysowe

Bezpieczeństwo na lotnisku powinno być traktowane jak najwyższy priorytet w codziennej działalności. Wykorzystanie aplikacji pasażera/pracownika do nadzorowania, kontroli i zarządzania sytuacjami kryzysowymi powinno być skupione na:

- bezpośredniej komunikacji z osobami obecnymi na terenie CPK;
- wytyczaniem najszybszych i najbezpieczniejszych tras ewakuacji;
- wykorzystaniem informacji zwrotnych od pasażerów/pracowników do szybkiej identyfikacji i monitorowania rozwoju sytuacji;
- integracji z systemami bezpieczeństwa wykorzystującymi inne źródła danych, np. systemy monitoringu i analityki video.

Gdy dochodzi do klęski żywiołowej, lotniska stają się krytycznymi węzłami i ważnymi pomostami z punktu widzenia dostarczania pomocy, która ma jak najszybciej dotrzeć do ofiar katastrofy. W sytuacjach krytycznych wzrasta również liczba pasażerów: do takiego zagrożonego regionu przybywają krewni, aby wesprzeć swoich bliskich; społeczność międzynarodowa wysyła specjalistów niosących pomoc i dostawy; obecne są także media w celu relacjonowania faktów. Gdy podczas udzielania pomocy brakuje właściwego zarządzania, może dojść do powstawania „wąskich gardeł” i zatrzymania dystrybucji doraźnej pomocy. Z tego względu eksperci w dziedzinie lotnictwa największego na świecie operatora logistycznego, jakim jest DHL, prowadzą szkolenia GARD pro bono i zapewniają odpowiednie materiały szkoleniowe⁵³. Zespół Reagowania Kryzysowego (DRT) zapewnia wsparcie logistyczne w portach lotniczych w następstwie katastrofy naturalnej i został wysłany w tym celu już ponad 25 razy od swojego powstania w 2005 roku. Zespoły DRT w ścisłej współpracy z ONZ, pomagają utrzymać stały przepływ towarów pomocowych napływających do portów lotniczych na terenie dotkniętym klęską żywiołową. Zarówno GARD, jak i zespoły DRT, stanowią część programu odpowiedzialności społecznej Grupy Kapitałowej „Living Responsibility”. Podczas warsztatów szczególny nacisk kładzie się na ocenę zdolności lotniska, na którym pracuje uczestnik, w tym potencjalnych możliwości składowania towarów pomocowych, dostępnego personelu i sprzętu oraz wymogów technicznych i odpowiednich rozwiązań alternatywnych.

⁵³ <https://www.dhl.com/pl-pl/home/o-nas/zrownowazony-rozwoj/gohelp.html>

Źródła finansowania

Partnerstwo Publiczno-Prywatne (PPP)

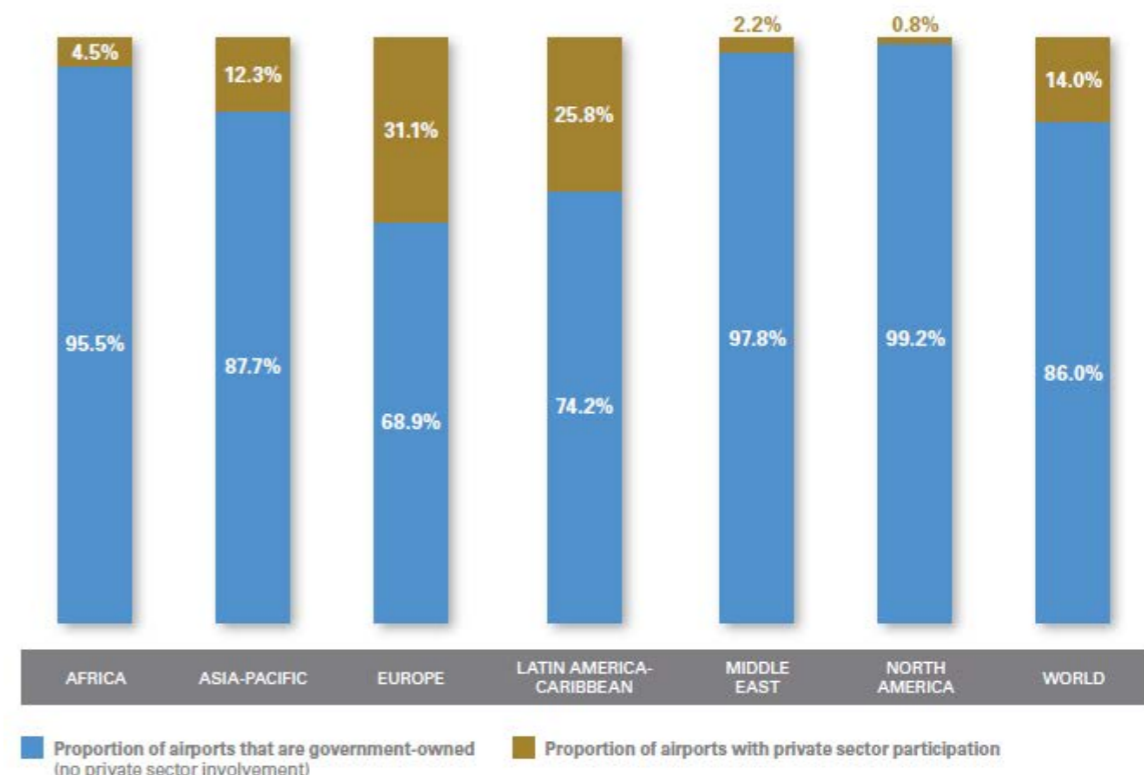
CPK to największa inwestycja w powojennej historii Polski zarówno co do skali organizacyjnej, jak i szacowanych nakładów finansowych. Realizacja tak ambitnego przedsięwzięcia wymaga zaangażowania rozmaitych źródeł finansowania publicznego (budżet krajowy, dotacje ze środków europejskich), komercyjnego (kredyty, pożyczki, emisje obligacji), jak i prywatnego.

W ostatnich latach coraz bardziej popularnym instrumentem finansowania dużych inwestycji infrastrukturalnych przy zaangażowaniu kapitału prywatnego jest partnerstwo publiczno-prywatne (PPP). Według danych Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) PPP może podnieść jakość, wydajność i konkurencyjność usług publicznych. PPP może uzupełniać ograniczone możliwości sektora publicznego i pozyskiwać dodatkowe środki finansowe w warunkach ograniczeń budżetowych. Optymalne wykorzystanie efektywności operacyjnej sektora prywatnego może podnieść jakość dla społeczeństwa i przyspieszyć rozwój infrastruktury.

Według danych ICAO, większość (86%) z 4300 lotnisk o regularnym ruchu jest publiczna, a porty lotnicze z udziałem sektora prywatnego odpowiadają za około 14% światowego rynku⁵⁴.

Lotniska zarządzane przez prywatnych operatorów (zwykle w formule PPP lub koncesji) generują aż 41 % światowego ruchu, przy czym aż 75 % ruchu lotniczego w Europie. Doświadczenie pokazuje, że prywatne inwestycje są zasadniczo nastawione na zysk, koncentrując się na dobrej jakości obsługi pasażerów. Oba te czynniki kierują prywatnych inwestorów na rynki o większym ruchu.

DISTRIBUTION OF AIRPORTS BY OWNERSHIP STRUCTURE AND REGION (2016)

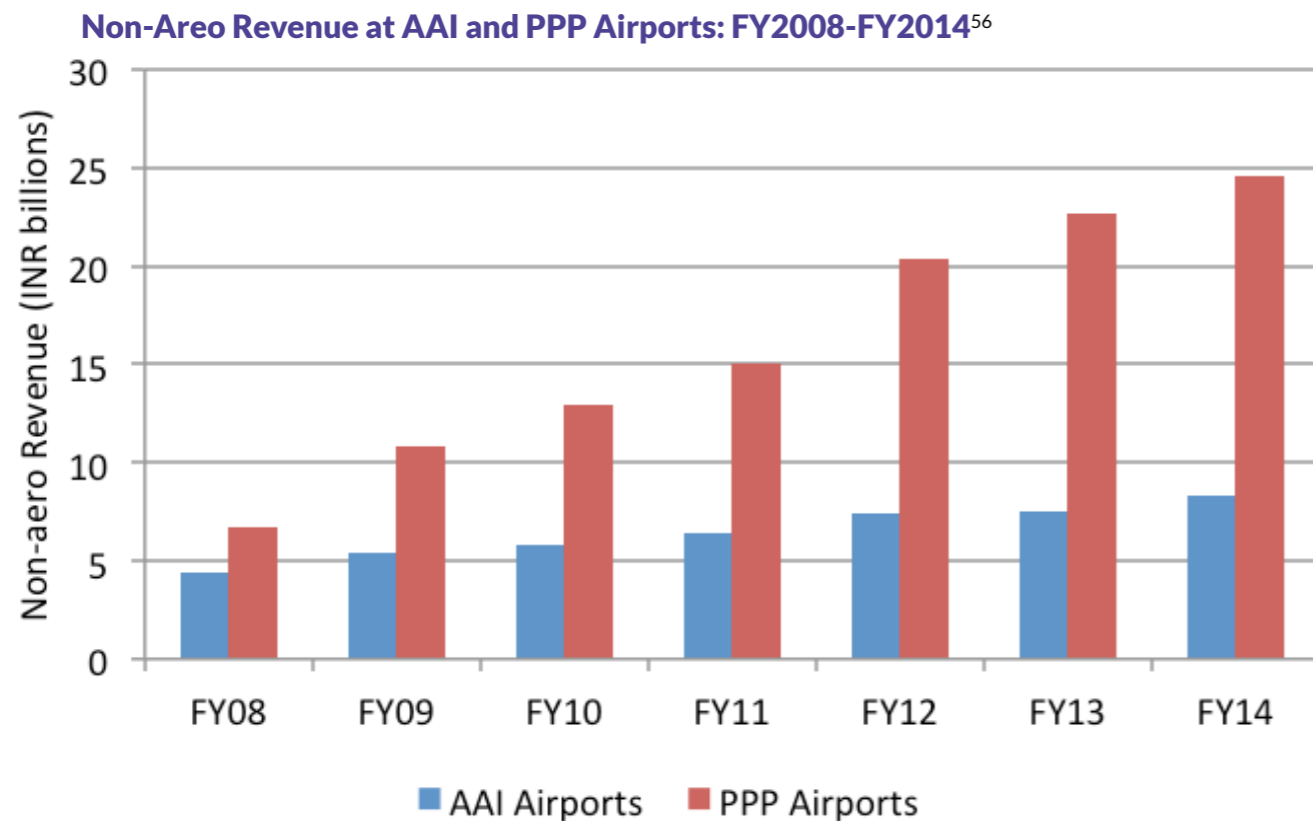


Source: ACI Inventory of privatized airports, 2016; and ACI World Airport Traffic Database, 2016, adapted from Official Airline Guide (OAG) scheduled seats, 2016

⁵⁴ <https://www.icao.int/sustainability/Pages/im-ppp.aspx>

Do największych w Europie lotnisk wybudowanych, sfinansowanych i zarządzanych w formule PPP należy Międzynarodowy Port w Atenach (AIA)⁵⁵. Powstał on w oparciu o 50-letnią koncesję budowlaną zawartą pomiędzy Rządem Grecji a prywatnym inwestorem. Do zadań inwestora należało projektowanie, finansowanie, budowa, uruchomienie, utrzymanie, eksploatacja, zarządzanie i rozwój lotniska. Choć port zarządzany jest przez komercyjnego operatora, większościowym udziałowcem AIA jest Państwo Greckie (55 % udziałów).

Dla przykładu, doświadczenia indyjskie w zakresie modernizacji lotnisk w Delhi, Mumbai, Bengaluru i Hayderabad z wykorzystaniem formuły PPP wskazują na wyraźny rozwój infrastruktury, poprawę komfortu pasażerów, jak i rozwój efektywności zarządzania. Lotniska eksploatowane w formule PPP generują wyraźnie wyższe przychody od lotnisk zarządzanych tradycyjnie dzięki większemu ruchowi, wyższym opłatom lotniskowym i rozwojowi pozalotniczych źródeł przychodów. Lotniska zarządzane przez prywatnych operatorów obsługują średnio 15 % więcej pasażerów niż lotniska administrowane przez operatora publicznego (AAI – Airports Authority of India), a ich przychody z pozalotniczych źródeł (głównie działalności komercyjnej) są średnio trzykrotnie wyższe niż na lotniskach zarządzanych przez AAI.



Źródło: CAPA – Centre for Aviation, AAI

Wykres dotyczy porównania zysków ze źródeł innych niż opłaty lotniskowe operatorów lotnisk w Indiach, liczone w miliardach rupii indyjskich (100 INR = 5,21 zł)

FY08 – FY14 – lata fiskalne 2008 – 2014

AAI Airports – lotniska zarządzane przez operatora publicznego (AAI)

PPP Airports – lotniska zarządzane przez partnerów prywatnych

PPP może być nie tylko formułą finansowania budowy podstawowej infrastruktury lotniskowej, ale także instrumentem implementacji nowych technologii, w tych IoT, w ramach zarządzania i eksploatacji lotniskami. Nakłady na dostarczenie urządzeń służących IoT, jak i dostawa aplikacji oraz usług związanych z IoT mogą być finansowane przez prywatnych operatorów portu lotniczego, jak również przez odrębnych dostawców usług. W oparciu o umowę PPP z publicznym operatorem CPK partner prywatny może odpowiadać za projektowanie, dostawę / budowę, finansowanie, utrzymanie i zarządzanie (desing – build – finance – maintenance – operate) infrastruktury IoT. Wynagrodzeniem partnera prywatnego, w zależności od modelu biznesowego i charakterystyki danego rozwiązania, będą przychody z komercyjnego wykorzystania infrastruktury IoT lub opłata za dostępność płatna okresowo przez publicznego operatora CPK. Właścicielem urządzeń i systemów IoT dostarczanych przez partnera prywatnego co do zasady będzie publiczny operator CPK, choć możliwe są w tym względzie różne rozwiązania.

Ramy prawne dla zastosowania PPP wyznacza ustawa o partnerstwie publiczno-prywatnym. PPP polega na wspólnej realizacji przedsięwzięcia opartej na podziale zadań i ryzyk pomiędzy podmiotem publicznym i partnerem prywatnym. Stronami umowy o PPP są partner prywatny, będący przedsiębiorcą oraz podmiot publiczny, tj. jednostka sektora finansów publicznych lub publiczna osoba prawna (np. Centralny Port Komunikacyjny Sp. z o. o.). Przedsięwzięcie PPP polegać może na budowie lub remoncie obiektu budowlanego, świadczeniu usług, wykonaniu dzieła, w szczególności wyposażeniu składnika majątkowego w urządzenia podwyższające jego wartość lub użyteczności, lub inne świadczenie połączone z utrzymaniem lub zarządzaniem składnikiem majątkowym, który jest wykorzystywany do realizacji przedsięwzięcia lub jest z nim związany. Podstawową for-

mą zaangażowania podmiotu publicznego w PPP jest wniesienie wkładu własnego, który może polegać na wniesieniu składnika majątkowego lub poniesieniu części wydatków na realizację przedsięwzięcia, np. w formie sfinansowania dopłat do usług świadczonych przez partnera prywatnego w ramach przedsięwzięcia. Istotą PPP będzie podział zadań i ryzyk pomiędzy kontrahentami. Każda ze stron umowy o PPP powinna przejść odpowiedzialność za te zadania i ryzyka, z którymi będzie w stanie lepiej sobie poradzić. W ramach umowy o PPP zadaniem partnera prywatnego jest realizacja przedsięwzięcia oraz poniesienie w całości albo w części wydatków na jego realizację. Partner prywatny w tym celu może finansować wydatki samodzielnie lub poprzez osobę trzecią (np. bank, fundusz inwestycyjny, pożyczkę podporządkowaną od właściciela). Obowiązkiem podmiotu publicznego jest współdziałanie z partnerem prywatnym w osiągnięciu celu przedsięwzięcia, w szczególności poprzez wniesienie wkładu własnego. Partner prywatny będzie realizował przedsięwzięcie za wynagrodzeniem, które powinno zależeć od rzeczywistego wykorzystania lub faktycznej dostępności przedmiotu przedsięwzięcia.

Współpraca stron umowy o PPP może wykorzystywać model spółki celowej utworzonej na potrzebę realizacji przedsięwzięcia lub poprzez kapitałowe zaangażowanie partnera prywatnego w istniejącą spółkę publiczną. Rozwiązanie to gwarantuje przejrzystość i konkurencyjność procedur wyboru partnera prywatnego. Podstawa prawna do szerokiego zastosowania PPP w procesie pozyskiwania wykonawców infrastruktury CPK uregulowana została bezpośrednio w ustawie z dnia 10 maja 2018 r. o Centralnym Porcie Komunikacyjnym. Dostawa usług lub robót budowlanych niezbędnych do przygotowania lub wykonania Przedsięwzięć w ramach CPK ma się odbywać w ramach formuły zamówień publicznych, umów koncesji na roboty budowlane lub usługi, jak i PPP. Spółka CPK

⁵⁵ <https://www.aia.gr/company-and-business/the-company/the-airport-company/>

⁵⁶ <https://centreforaviation.com/analysis/reports/india-airports-public-private-partnership-model-is-transformational-but-key-lessons-to-be-learned-176264>

do dokonywania zamówień i zakupów zobowiązana jest stosować przepisy o PPP (jaki i przepisy o zamówieniach publicznych oraz umowach koncesji). Podkreślić wypada, że ustawodawca nie nadał żadnej z trzech wyżej wymienionych ścieżek pozyskiwania inwestorów dla CPK wiodącego znaczenia. Tym samym PPP może docelowo stanowić równorzędny, a nawet główny instrument finansowania w inwestycji w ramach CPK, w tym w technologii IoT. Docelowy zakres wykorzystania PPP w CPK będzie pochodną faktycznego zainteresowania inwestorów, jak i rezultatem analiz efektywności, wskazujących na optymalne instrumenty finansowo-prawne realizacji inwestycji.

Wśród wielu zalet PPP należy wskazać również i tę, że finansowanie partnera prywatnego może być łączone także z innymi instrumentami finansowymi, np. dotacjami z budżetu UE. Pozwala to na optymalizację źródeł finansowania i minimalizację kosztów dla strony publicznej.

Polskie doświadczenia z wykorzystaniem formuły PPP obejmują blisko 150 umów o łącznej wartości prawie 7,5 mld zł. PPP znalazło zastosowanie niemal w każdej dziedzinie zadań publicznych, również w zakresie dostarczania infrastruktury transportowej. Zdobyte w ten sposób know-how, wsparte kompetentnym zapleczem eksperckim i pomocą właściwych instytucji (w szczególności Ministerstwa Rozwoju) pozwala rozsądnie zakładać, że PPP stanie się istotnym instrumentem finansowania inwestycji IoT oraz innych w ramach CPK.



Korzystanie z usług w modelach subskrypcyjnych

Mając na uwadze wdrażanie w UE nowego modelu gospodarczego opartego na gospodarce w obiegu zamkniętym, warto wziąć pod uwagę nowe modele biznesowe oferujące produkt jako usługę. Pozwalają one na stworzenie nowej infrastruktury oraz optymalizację jej zarządzania bez ponoszenia kosztów inwestycyjnych, a poprzez bieżące rozliczanie kosztów utrzymania infrastruktury w ramach umowy usługi.

Praktycznym przykładem dla infrastruktury oświetleniowej jest model Circular Lighting, który w praktyce został wdrożony na lotnisku Schiphol w Amsterdamie⁵⁷. Oprócz zmniejszenia zużycia energii elektrycznej o 50%, wdrożony model pozwolił dodatkowo na:

- zagwarantowanie optymalnej efektywności oświetleniowej;
- zagwarantowanie tzw. „future proof” dla długoletniego funkcjonowania infrastruktury;
- zarządzanie całością infrastruktury oświetleniowej zgodnie z cyklem życia elementów infrastruktury, w celu przedłużenia ich trwałości poprzez modernizację części i optymalizację prac konserwacyjnych w ramach umowy;
- zrównoważone wykorzystanie odpadów poprzez ich wtórne wykorzystanie i recykling.

*Chodzi tutaj o gwarancję możliwości unowocześnienia infrastruktury lub/i aktualizacji oprogramowania podczas realizacji umowy.

Podobny model mógłby wesprzeć funkcjonowanie CPK na zasadach zrównoważonego rozwoju.

⁵⁷ <https://www.schiphol.nl/en/schiphol-group/page/circular-lighting-in-departure-lounge-2/>



Fundusze Europejskie

1. Nazwa programu: Program Horyzont Europa

a. Cel: Horyzont Europa (2021-2027) – program Unii Europejskiej finansujący badania naukowe i innowacje, następca trwającego obecnie Programu Horyzont 2020 (2014-2020). Proponowany budżet Programu to 100 miliardów Euro, nadal w negocjacjach.

b. Beneficjenci: Instytuty badawcze, uczelnie wyższe, jednostki publiczne, duże przedsiębiorstwa, MŚP, start-upy, stowarzyszenia, fundacje, organizacje międzynarodowe.

c. Przykładowe działania objęte finansowaniem:

Program zakłada finansowanie prac B+R+I min. w zakresie rozwoju, testowania, prototypowania innowacyjnych technologii i rozwiązań. Prace mogą więc koncentrować się na tworzeniu nowej wiedzy, technologii, produktów, demonstracji (na małą i dużą skalę) walidacji prototypu, przed wprowadzeniem na rynek.

d. Założenia przyszłego Programu Horyzont Europa

Dzięki inwestycjom w badania naukowe i innowacje w ramach Programu Horyzont Europa, Europa może kształtować swoją przyszłość.

Niektóre z założeń Programu Horyzont Europa:

- Koncentrowanie badań naukowych i innowacji na przemianach ekologicznych, społecznych i gospodarczych oraz związanych z nimi wyzwaniach społecznych;
- Wykorzystanie mocnych stron Europy w dziedzinie nauki, w celu odegrania wiodącej roli w zakresie przełomowych i radykalnych innowacji;
- Ustanowienie ambitnych celów w zakresie kwestii, które dotyczą naszego codziennego życia, takich jak rozwój umiejętności, walka z rakiem, szkodliwe emisje i stan oceanów, w tym w odniesieniu do kwestii tworzyw sztucznych;
- Koncentrowanie się na projektach w zakresie najnowocześniejszych badań naukowych i innowacji, od etapu badań i innowacji po etap wdrażania.

e. Proponowane zakresy tematyczne:

Program obejmować będzie wszystkie kluczowe dla Europy dziedziny i wyzwania społeczne. Pokazuje to wstępna struktura przyszłego Programu:

„Horyzont Europa” – wstępna struktura



Jednakże w kontekście rozwoju CPK ważne będą działania w ramach trzech tzw. Klastrow, w filarze II: Klaster 2 – Bezpieczeństwo cywilne na rzecz społeczeństwa, Klaster 4- Technologie cyfrowe, przemysł i przestrzeń kosmiczna oraz Klaster 5 – Klimat, energetyka i mobilność.

W ramach klastra 2 prace prowadzone będą min. na rzecz cyberbezpieczeństwa. W klastrze 4 na obecnym etapie wskazane są min. prace nad rozwojem sieci 6G, internetu, IoT, rozwoju i wykorzystania technologii sztucznej inteligencji, robotyki, automatyki oraz kluczowych technologii cyfrowych (Key Digital Technologies) z możliwościami różnych działań aplikacyjnych. Poza tym prace mają zapewnić wiodącą pozycję w przemyśle w zakresie technologii cyfrowych i kosmicznych oraz ich wykorzystania, co ma prowadzić do zwiększonej autonomii w strategicznych łańcuchach wartości. Natomiast główne cele klastra 5 to walka ze zmianami klimatycznymi, poprawa konkurencyjności sektora energetycznego i transportowego, a także jakości usług świadczonych w tych sektorach dla społeczeństwa.

f. Potencjalne tematy do rozwijania współpracy dla CPK:

Jednym z obszarów, na który w kontekście CPK należy zwrócić szczególną uwagę jest temat rozwoju sieci 6G (w ramach Klastra 4) i transgranicznych korytarzy dla zautomatyzowanej mobilności opartej na sieci 5G (Connected and Automated Driving, CAD)⁵⁸.

W ramach tego tematu, w obecnym Programie H2020, dofinansowanie uzyskało łącznie sześć projektów transgranicznych korytarzy 5G w zakresie testów na dużą skalę dla zautomatyzowanej mobilności opartej na sieci (CAM):

- **5G-CARMEN** : 600 km dróg przez ważny korytarz północ-południe od Bolonii do Monachium przez przełęcz Brenner
- **5GCROCO** : na autostradach pomiędzy Metz, Merzig i Luksemburgiem, przekraczając granice Francji, Niemiec i Luksemburga
- **5G-Mobix** : wzdłuż dwóch transgranicznych korytarzy między Hiszpanią a Portugalią, krótki korytarz między Grecją, a Turcją oraz sześć krajowych obszarów miejskich w Wersalu (Francja), Berlinie

⁵⁸ ICT-53-2020: 5G for Connected and Automated Mobility (CAM)

i Stuttgart (Niemcy), Eindhoven-Helmond (Holandia) i Espoo (Finlandia).

- **5G-Routes** będzie dotyczył północnej części korytarza **Via-Baltica, pomiędzy Litwą, Łotwą i Estonią**. przetestuje i zweryfikuje ponad 150 km korytarza Via Baltica, z przedłużeniem promu do Helsinek, testy prowadzone będą również w portach oraz na trasach morskich.
- **5G-Blueprint zakłada** testy pomiędzy portami w Antwerpii (Belgia) i Vlissingen (Holandia). Projekt przetestuje i zweryfikuje zaawansowane przypadki użycia CAM, zdalne sterowanie ciężarówkami, samochodami, gondolami i barkami.
- **5GMED** przetestuje przypadki użycia mobilności zautomatyzowanej w tym drogowej i kolejowej wzdłuż korytarza transgranicznego Figueras-Perpignan.

W tym temacie, w ramach obecnego Programu Horyzont 2020, nie było dotąd polskich podmiotów, i w najbliższym czasie należałoby zintensyfikować działania Polski w tym obszarze.

Więcej informacji o testach sieci 5G na transgranicznych korytarzach:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-boosts-investment-5g-hardware-innovation-and-trialling-5g-based-connected-and-automated>

Innymi obszarami zainteresowań powinny być prace w ramach cyberbezpieczeństwa (Klaster 3), IoT (Klaster 4) czy mobilności (Klaster 5). Jednakże na tym etapie szczegółowe tematy są dopiero precyzowane.

g. Partnerstwa w Programie Horyzont Europa

Znaczącą rolę przy definiowaniu tematów zarówno w obecnym Programie Horyzont 2020, jak i w przyszłym Progra-

mie Horyzont Europa, odgrywają Partnerstwa.

1. **5G Infrastructure Association (5GIA)**, inaczej 5G PPP - to stowarzyszenie branżowe, które odgrywa kluczową rolę w definiowaniu tematów B+R+I w ramach Programu Horyzont 2020 (2014-2020), standaryzacji, spektrum częstotliwości, testowania i wdrażania infrastruktury telekomunikacyjnej nowej generacji. Są to elementy kluczowe nie tylko ułatwiające wzrost wymiany informacji, ale także dla wdrożenia Internetu przedmiotów (IoT)⁵⁹. 5GIA jest zaangażowane w rozwój 5G w Europie i budowanie globalnego konsensusu w sprawie 5G. 5GIA uczestniczą czołowi europejscy gracze w łańcuchu wartości ICT, a stowarzyszenie zarządzane jest przez wybraną radę, która reprezentuje przemysł, środowisko akademickie i MŚP. Założycielami stowarzyszenia 5GIA są: Alcatel-Lucent, Ericsson, Nokia Solutions and Networks, Orange oraz operator satelitarny SES. Stowarzyszenie reprezentuje stronę prywatną, a Komisja Europejska – stronę publiczną.

Partnerstwo 5G PPP będzie kontynuowało prace w ramach przyszłego Programu Horyzont Europa, w formie Partnerstwa o nazwie: European Partnership for Smart Networks and Services⁶⁰.

Partnerstwo to będzie wpływało na tematy nie tylko w ramach Programu Horyzont Europa, ale także **w ramach Programu Cyfrowa Europa (Digital Europe - DEP) oraz Programu Łącząc Europę 2 (Connecting Europe Facility2 - CEF2).**

2. **Partnerstwo w Kluczowych Technologiach Cyfrowych (Key Digital Technologies Partnership)** Partnerstwo to będzie następcą działającego w ramach Programu Horyzont 2020 Partnerstwa ECSEL (*Electronic Components and Systems for*

European Leadership -ECSEL) - partnerstwa publiczno-prywatnego w dziedzinie podzespołów i układów elektronicznych. Zarządza ono programem badań i innowacji na rzecz rozwoju silnej i konkurencyjnej w skali światowej branży podzespołów i układów elektronicznych w UE.

ECSEL skupiał dotychczas zainteresowane strony z sektora publicznego, przedsiębiorstw i instytucji akademickich w UE.

Zakres tematyczny:

- inteligentne rozwiązania w zakresie mobilności
- opieka zdrowotna
- środowisko
- energia
- społeczeństwo cyfrowe
- produkcja.

Partnerstwo ECSEL wspiera również rozwijanie kluczowych kompetencji, aby:

- utrzymać w UE produkcję półprzewodników i systemów inteligentnych;
- zapewnić niezależność UE w dziedzinie podzespołów i układów elektronicznych;
- zapewnić wiodącą pozycję w zakresie projektowania i inżynierii systemów;
- wypełnić lukę między badaniami a praktycznymi zastosowaniami;
- przyciągnąć prywatne inwestycje poprzez harmonizację strategii między krajami UE;
- stworzyć światowej klasy infrastrukturę na potrzeby projektowania i produkcji podzespołów elektronicznych;
- pokonać przeszkody utrudniające prowadzenie skutecznych badań i innowacji;
- rozwijać zaawansowane ekosystemy z udziałem innowacyjnych MŚP.

Aktywnym członkiem w ramach tego Partnerstwa jest Politechnika Gdańska, a dokładniej Katedra Inżynierii Mikrofalowej i Antenowej Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki PG.

Na początku czerwca br. (2020) uruchomione zostały dwa duże projekty z udziałem naukowców Politechniki Gdańskiej, realizowane w ramach ECSEL. Dzięki nawiązanej współpracy, uczelnia będzie miała realny wpływ na rozwój technologii Internetu Rzeczy, sztucznej inteligencji (AI) oraz sieci 5G. Będzie też dostarczać nowatorskie rozwiązania dla takich firm, jak Airbus, Ericsson, Ford, czy Philips. Łączny budżet PG z obu projektów to ok. 11 mln zł.

Projekt InSecTT - Intelligent Secure Trustable Things to inicjatywa o budżecie ponad 44 mln. euro, w skład której wchodzi najważniejsze firmy i instytucje badawcze z całej Europy (łącznie 52 partnerów z 11 krajów UE i Turcji), rozwijające bezpieczne systemy IoT wsparte rozwiązaniami z zakresu sztucznej inteligencji. Wykorzystanie mechanizmów inteligentnego przetwarzania danych w urządzeniach IoT pozwoli stworzyć rozwiązania bardziej odporne na ataki cybernetyczne i zakłócenia, które będą mogły być wykorzystane w obszarach Przemysłu 4.0.

PG odgrywa w projekcie znaczącą rolę jako lider jednego z kluczowych obszarów wdrożeń, ważny dostawca komponentów radiowych i antenowych dla bezprzewodowych systemów wbudowanych, wzbogaconych o sztuczną inteligencję, a także animator działań mających na celu włączanie do współpracy w projekcie studentów.

Ważnym aspektem projektu będzie również możliwość realizacji praktycznych wdrożeń opracowanych przez naukowców z PG systemów lokalizacji dla IoT i technologii dla bezpiecznej i niezawodnej komunikacji bezprzewodowej. Są one w stanie poprawić zarówno efektywność zadań realizowanych przez duże firmy i instytucje, jak i bezpieczeństwo ich funkcjonowania. W projekcie udało się wpisać Pomorze jako jedno z miejsc wdrożeń i aktualnie planowane jest przeprowadzenie instalacji pilotażowych na terenie: Portu Lotniczego w Gdańsku, Portu Morskiego Gdańsk,

⁵⁹ Przykłady projektów realizowanych przez członków Partnerstwa 5G PPP: <https://www.youtube.com/channel/UCY8mTTwrDoMI35vGkiKq1Eg>

⁶⁰ Wstępna propozycja odnosząca się do tej Propozycji Partnerstwa datowana 30.06.2020 r. dostępna jest pod linkiem: https://ec.europa.eu/info/files/european-partnership-smart-networks-and-services_en

Szpitala św. Wojciecha w Gdańsku oraz na jednostkach pływających będących w dyspozycji Urzędu Morskiego w Gdyni.

Projekt BEYOND5: *Building the fully European supply chain on RFSOI, enabling New RF Domains for Sensing, Communication, 5G and beyond* jest pionierskim projektem technologicznym, którego konsorcjum tworzą najważniejsze europejskie podmioty rozwijające systemy 5G w oparciu o technologie wytwarzania układów scalonych FDSOI.

W projekcie o budżecie ponad 97 mln. euro uczestniczy 36 partnerów z krajów UE, Turcji, Izraela i Szwajcarii. Nowe technologie, które będą rozwijane w projekcie, przyczynią się do zastosowania wysokoskalowej integracji układów scalonych, co pozwoli na zmniejszenie zużycia energii, wyższą niezawodność i lepszą konkurencyjność cenową, co umożliwi w przyszłości masową produkcję niezawodnych komponentów dla 5G w krajach UE, przy jednoczesnym, niskim negatywnym oddziaływaniu na środowisko w Europie. W projekcie PG realizować będzie zaawansowane systemy antenowe umożliwiające dynamiczną adaptację systemów bezprzewodowych 5G do warunków środowiska, w którym pracują, w celu zapewnienia niezawodnej komunikacji o zwiększonej odporności na zakłócenia radiowe⁶¹. Ważnym aspektem projektu jest fakt, że obszary wdrożeń to między innymi samoloty oraz inteligentna infrastruktura.

Tworzące się obecnie **Partnerstwo Key Digital Technologies** ma na celu wzmocnienie łańcuchów wartości elektroniki w celu zapewnienia suwerenności technologicznej UE w globalnej konkurencji i bazuje na najlepszych doświadczeniach programu ECSEL. Opiera się na trendach technologicznych, w tym na generowaniu wartości dodanej z integracji systemów, dystrybucji aplikacji sztucznej inteligencji w chmurze, na brzegach sieci i urządzeniach końcowych, a także na nowych paradygmatach

obliczeniowych. Partnerstwo będzie łączyć europejski rozdrobniony ekosystem komponentów elektronicznych systemów oraz europejskich producentów cyfrowych i dostawców usług.

3. Partnerstwo „zintegrowane zarządzanie ruchem lotniczym” (Integrated Air Transport Management). Celem partnerstwa jest cyfrowe zarządzanie ruchem lotniczym dla wsparcia konkurencyjności i odbudowy europejskiego sektora lotnictwa w Europie po kryzysie koronawirusowym w ramach trzech poniżej zidentyfikowanych problemów:

- Cyfryzacja infrastruktury ATM dla skutecznego dostosowania się do wahań popytu na usługi ATM;
- Opracowanie systemu zarządzania ruchem lotniczym i technologii do coraz większej liczby nowych form mobilności i pojazdów powietrznych, które są bardziej autonomiczne i wykorzystują cyfrowe środki komunikacji i nawigacji oraz technologii które mają ułatwić skuteczne świadczenie usług transgranicznych na rynku wewnętrznym;
- Optymalizacja systemu, w szczególności z punktu widzenia ochrony środowiska, na rzecz obniżenia emisji gazów cieplarnianych.

Ocenia się, że aby sprostać temu wyzwaniu w ramach czasowych programu „Horyzont Europa” całkowite zapotrzebowanie na zasoby finansowe, prawdopodobnie wyniesie 3 miliardy euro na same tylko badania i innowacje, z kilkakrotnie większą kwotą inwestycji sektora prywatnego w rozwój nowych zdolności całej sieci (~ 40 EUR -50 mld na okres od 2021 r. zgodnie z europejskim centralnym planem ATM). Aby mieć wpływ na transformację, partnerstwo powinno wygenerować inwestycje w badania i innowacje w wysokości od około 2,5 do 2,9 miliarda euro.



Przewiduje się trzy rodzaje badań:

- eksploracyjne TRL ≤ 2
- przemysłowe TRL 3-6
- demonstracyjne TRL 7-8

Szacuje się, że dalsze działania badawcze będą musiały być aktywnie powiązane z partnerstwem w ramach programu „Horyzont Europa” (zwłaszcza w dziedzinie transportu „Czyste lotnictwo”, ale także w ramach klastra cyfrowego, przemysłowego i kosmicznego). Partnerstwo będzie pełniło rolę głównego „architekta innowacji” w zakresie infrastruktury lotniczej, zapewniając wspólne plany działania i współpracując z innymi partnerstwami europejskimi, klastrami Horizon Europe i programami UE, krajowymi programami badań i innowacji oraz wykorzystując europejski instrument „Łącząc Europę”. Połączenie zasobów i finansowania przyniesie znaczący efekt dźwigni i pomoże osiągnąć ambitny cel, jakim jest lotnictwo neutralne dla klimatu

Badania i innowacje w zakresie ATM poza transportem lotniczym powinny również zapewnić spójność z szerszymi inicjatywami badawczo-rozwojowymi, takimi jak:

- a. technologie cyfrowe i kosmiczne (na przykład kluczowe technologie cyfrowe, inteligentne sieci i usługi, sztuczna inteligencja, dane i robotyka, Nauka o kosmosie i klimacie). W szczególności ATM musi być świadomy i dostosowywać się do kontekstu manipulacji i dystrybucji danych, cyber-bezpieczeństwa, aspektów prawnych (np. dotyczących własności danych), zaawansowanego procesu decyzyjnego, w tym dużych zbiorów danych i sztucznej inteligencji.
- b. transport multimodalny (na przykład kandydujące partnerstwo

⁶¹ Źródło: Strona PG: https://pg.edu.pl/aktualnosci/-/asset_publisher/hWGncmoQv7K0/content/naukowcy-z-politechniki-gdanskiej-przyczynia-sie-do-rozwoju-technologie-internetu-rzeczy-sztucznej-inteligencji-oraz-sieci-5g?p_p_auth=QUUlr47x

w zakresie transformacji europejskiego systemu kolejowego).
W szczególności system ATM musi być świadomy wymagań w zakresie wydajności, aby wspierać transport multimodalny - poziomu przewidywalności, który można umożliwić dzięki biletom, oraz wymogów w zakresie wymiany danych umożliwiających np. obsługę bagażu.

4. Partnerstwo MOVE - European Partnership for Transforming Europe's rail system Partnerstwo to będzie następcą działającego w ramach Programu Horyzont 2020 Partnerstwa *Shift2Rail Joint Undertaking* - partnerstwa publiczno-prywatnego w dziedzinie rozwoju innowacyjnych rozwiązań mających zastosowanie w transporcie kolejowym. Dedykowane ono będzie m.in. podwyższeniu efektywności energetycznej transportu kolejowego w ramach *European Green Deal*, a przez to zapewnieniu konkurencyjności podmiotów europejskich.

a. Rekomendacje:

1. Koordynacja działań pomiędzy Ministerstwami i przystąpienie Polski do partnerstw mających znaczenie dla rozwoju technologii i rozwiązań na potrzeby CPK:

W kontekście działań związanych z transgranicznymi korytarzami należy przyrzeć się, jakie działania można sfinansować z tego ostatniego Programu, gdyż w jego ramach możliwe są inwe-



Koncepcja CPK Benoy

stycje infrastrukturalne. Skuteczne ubieganie się o finansowanie działań związanych z transgranicznymi korytarzami wymaga ścisłej współpracy i koordynacji działań wszystkich zainteresowanych stron: podmiotów prywatnych oraz właściwych instytucji publicznych, w tym w szczególności Ministerstw: Cyfryzacji, Infrastruktury, Funduszy i Polityki Regionalnej, Rozwoju oraz Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a także Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

2. Aktywne włączenie się w prace Partnerstw:

Tylko współpraca oraz aktywne uczestnictwo we wspomnianych wyżej europejskich Partnerstwach może zaowocować efektywnym pozyskiwaniem funduszy w ramach przyszłych programów europejskich. Podmiotami mogącymi aktywnie uczestniczyć w Partnerstwach i reprezentować Polskie interesy mogłyby być Spółki Skarbu Państwa (związane tematycznie z daną branżą) lub przedstawiciele izb. Ciekawym aspektem współpracy może być wykorzystanie kompetencji i technologii pozyskanych przez polskich partnerów w realizowanych obecnie projektach (np. Politechniki Gdańskiej), zwłaszcza w kontekście zbliżonych zakresów zastosowań.

3. Promocja i „lobbing” polskich tematów różnymi kanałami (do uzgodnienia w zależności od branży).

Partnerstwa Strategiczne

Tempo, w jakim rozwija się współczesny świat, sprawia, że jeśli chcemy za nim nadążyć, musimy stawać się coraz bardziej kreatywni i konkurencyjni. W niemal każdej przestrzeni życia dążymy do uzyskania efektu synergii, kooperujemy i szukamy nowych możliwości zawiązując partnerstwa. To właśnie one mają fundamentalne znaczenie dla naszego rozwoju na różnych płaszczyznach. Dzięki nim mamy możliwość wprowadzania zmian w różnorodnych obszarach. Wychodzimy z założenia, że działając wspólnie, możemy osiągnąć więcej niż w pojedynkę. Korzystając z większej liczby zasobów nie tylko finansowych, ale ludzkich i rzeczowych, możemy korzystać z licznych kanałów komunikacji i zdobywać istotne informacje. To właśnie partnerstwa umożliwiają nam szersze spojrzenie na problem, a co za tym idzie wypracowanie (często niestandardowych) rozwiązań odpowiadających konkretnym potrzebom. Różnorodne kooperacje są podstawą partnerstw strategicznych, tworzonych w ramach projektu CPK. Pamiętajmy bowiem, że obok ruchu lotniczego i pasażerskiego, mamy do czynienia z infrastrukturą drogową i kolejową. Równie ważne są dla nas modele współpracy oparte na przepustowości, marketingu i ochronie. Dlatego powinny być oceniane pod kątem korzyści dla wszystkich stron. Nie chcemy, aby wykorzystanie IoT oraz cyfryzacja procesów dotyczyły jedynie portu lotniczego. Zależy

Doświadczenia płynące z wykorzystania IoT w CPK mogą być wykorzystane przy realizacji projektów smart city zarówno pod kątem rozwiązań technologicznych, jak i możliwych do wykorzystania modeli biznesowych. Dlatego tak ważne jest budowanie i rozwijanie całej sieci partnerskiej i pamiętanie o tym, że dyskusja na temat smart infrastruktury powinna obejmować zarówno język technologicznych możliwości jak i biznesowych korzyści. To, czy CPK stanie się wzorcem wdrażania złożonych projektów opartych na nowych technologiach, zależy także od partnerstw, które pomogą mu rozwinąć skrzydła.

⁶² https://www.ik.org.pl/wp-content/uploads/white-paper_inicjatywa_cyfrowego_trojmorza.pdf

⁶³ <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/inicjatywa-trojmorza--przechodzimy-do-dzialania>

⁶⁴ <http://www.visegradgroup.eu/>

nam na tym, aby stały się one czymś naturalnym przy podejmowaniu wszelkich innych inwestycji infrastrukturalnych. Poniżej kilka przykładów dobrych praktyk, które mogą stanowić swego rodzaju inspirację do zawierania partnerstw strategicznych.

Inicjatywa Cyfrowego Trójmorza⁶² to zbiór projektów transgranicznych i inicjatyw mających na celu rozwój infrastruktury cyfrowej, wspólnych inwestycji i prac badawczo-rozwojowych, a także koncepcji politycznych i legislacyjnych realizowanych na poziomie UE. Głównym pomysłem jest połączenie koncepcji security by design z transformacją cyfrową sektora publicznego i prywatnego.

Cyfrowa Autostrada Trójmorza⁶³ – to nie tylko infrastruktura, ale także podniesienie zdolności do budowania odporności i przeciwdziałania zagrożeniom w cyberprzestrzeni.

Grupa Wyszehradzka⁶⁴ – Budowa nowoczesnej gospodarki wymaga stworzenia kompletnego ekosystemu innowacji. Zapewnia on zdolność do tworzenia nowych technologii i podnoszenia w ten sposób produktywności. Nie zapominają o tym kraje członkowskie grupy wyszehradzkiej, które korzystając z dźwigni rozwojowych IV rewolucji przemysłowej odbywają liczne spotkania z udziałem ekspertów. W ten sposób wymieniane są doświadczenia i dobre praktyki, które pozwalają na identyfikowanie słabych punktów i ciągły rozwój.



Partnerstwa w programie Horyzont Europa

Innowacyjne partnerstwa publiczno-prywatne tworzone są głównie do realizacji największych wyzwań w Europie. W transporcie jest to budowa jednolitego obszaru transportowego, którego strategicznym celem jest aby 90% wszystkich europejskich podróży od punktu A do punktu B odbywało się poniżej czterech godzin. System transportowy jednocześnie powinien funkcjonować bez zakłóceń, być przyjazny dla środowiska i wspierać rozwój gospodarki niskoemisyjnej. Powoływane są już od 20 lat w ramach programów ramowych EU i przeznacza się nań coraz większe środki. Tak też będzie w programie Horyzont Europa (HE) na 2021-2027 i w tym okresie będą realizowane m.in. w synergii z instrumentem Łącząc Europę, finansującym rozwój infrastruktury transportowej, energetycznej i informatycznej.

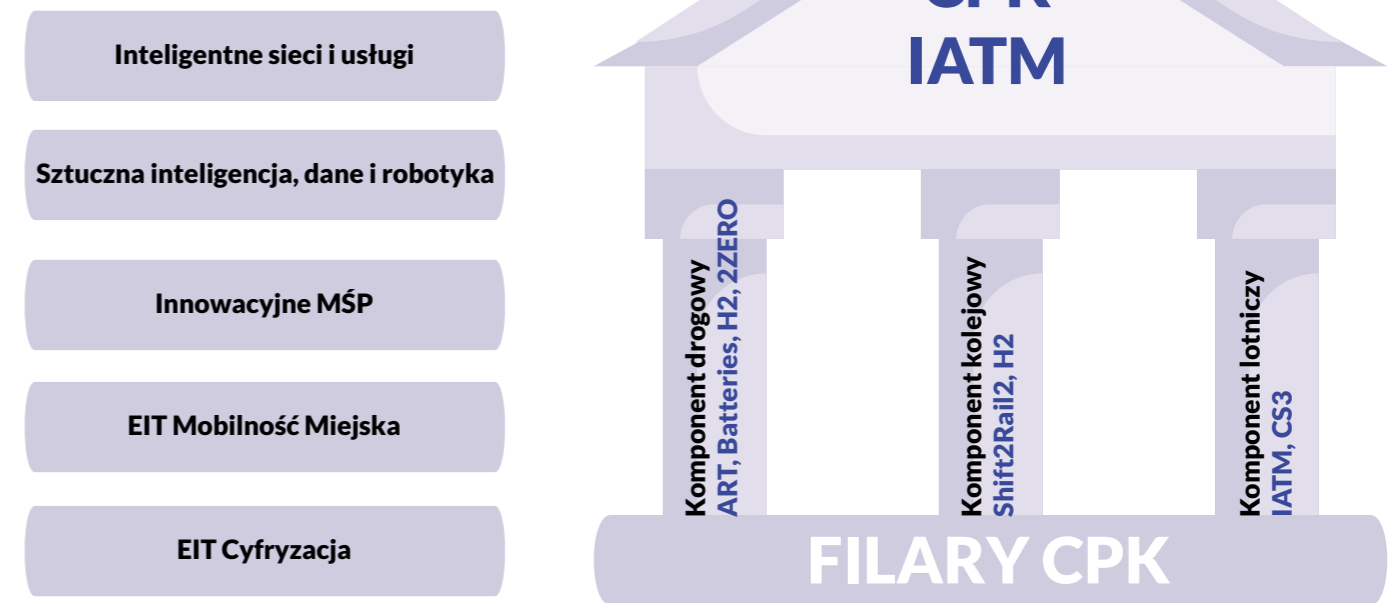
Wszystkie partnerstwa programu HE są spójne ze strategiami krajowymi wielu członków Unii Europejskiej (głównie z Eu14). Stąd też ich duże uczestnictwo w tych programach (kraje te są wyjątkowo zaangażowane w tworzenie tych przedsięwzięć).

Polska, która obecnie realizuje duży program inwestycyjny w transporcie (budowy dróg, rozwoju transportu szynowego, budowy CPK, rozwoju żeglugi śródlądowej, rozwoju elektromobilności itp.), mając na uwadze rozwój transportu krajowego i jest zainteresowana innowacyjnym rozwojem gospodarki powinna nawiązać szybką współpracę z partnerstwami przygotowywanymi do programu HE.

W poniższej tabeli przedstawiono wybranych najistotniejszych interesariuszy publicznych PPP programu HE.

| Nazwa partnerstwa | Rodzaj PPP | Spółki Skarbu Państwa | Przedsiębiorstwa Publiczne | Urzędy państwowe (np. Urząd Miasta, NCBiR, PFR) | Ministerstwa (zgodne z partnerstwem) |
|---|------------------------------|--|--|---|---|
| Transformacja europejskiego systemu kolejowego - Shift2Rail2 | Article 187 or Co-programmed | PKP SA, PKP PLK, PKP Cargo, PKP Intercity, Lotos, ZNTK, PESA, CPK | Koleje Regionalne, SKM, Tramwaje, Metro Warszawskie | PFR, NCBiR, Urzędy Marszałkowskie | Ministerstwo Infrastruktury DST |
| Zintegrowane zarządzanie ruchem lotniczym - IATM | Article 187 or Co-programmed | CPK, Lotnisko Chopina, Polska Grupa Lotnicza | PAŻP, ULC, Lotniska Regionalne, CEDD, Aerokluby | PFR, NCBiR, Urzędy Marszałkowskie | Ministerstwo Infrastruktury DST, DL, Pełnomocnik Ministra |
| Czyste lotnictwo-CS3 | Article 187 or Co-programmed | W tym obszarze nie ma spółek SP (Lotos) | | NCBiR, Urzędy Marszałkowskie | Ministerstwo Infrastruktury |
| Czysty wodór-H2 | Article 187 or Co-programmed | Lotos, Grupa Azoty, JSW, PGNiG, PGE, Tauron, PKS-y, PKP Cargo, PKP Intercity, PKP LHS, PESA, PKN ORLEN, CPK | Koleje Regionalne, SKM | NCBiR, Urzędy Marszałkowskie | Ministerstwo Klimatu |
| W kierunku zero-emisyjnego transportu drogowego (2Zero) | Co-programmed | PKN ORLEN, Autosan, Tauron, Polonus, PKS-y, Poczta Polska, EMP, Lotos | Zakłady Komunikacji Miejskiej, Zarządy Transportu Miejskiego | PFR, NCBiR, Urzędy Marszałkowskie | Ministerstwo Infrastruktury |
| Zero-emisyjny transport wodny | Article 187 or Co-programmed | PKP Cargo, PKP Intercity, Polonus, PKS-y | Zakłady Komunikacji Miejskiej, ZDM-y, Urzędy Miejskie, CEDD | Urzędy Marszałkowskie, NCBiR, PFR | Ministerstwo Infrastruktury |
| Mobilność i bezpieczeństwo dla zautomatyzowanego transportu drogowego-ART | Co-programmed | Stocznia Remontowa, CTO S.A. Polska Żegluga Bałtycka, H.Cegielski, Polski Rejestr Statków, | | Żegluga Śródlądowa | Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej |
| Baterie: W kierunku europejskiego konkurencyjnego przemysłowego łańcucha wartości baterii | Co-programmed | KGHM, Gupa Azoty, Synthos, Ciech, Boryszew, Eneris, ZPUE, Lotos, EMP, Batteries Alliance Polska (konceptcja konsorcjum). | | | Ministerstwo Rozwoju, Ministerstwo Klimatu |

Na poniższym rysunku przedstawiono autorską propozycję wykorzystania PPP programu HE do projektu CPK obejmującą między innymi IoT



Uczestnictwo w partnerstwach to nie tylko duże środki na rozwój innowacji ale także i europejska jakość systemu transportowego w Polsce oraz szansa na szybkie pokonanie słabości całej branży transportowej.

Podsumowanie i dalsze kroki



Celem Raportu było zidentyfikowanie najistotniejszych zagadnień z obszaru wykorzystania nowych technologii, które powinny być przedmiotem szczególnej uwagi przy planowaniu inwestycji, z myślą o optymalizacji zarządzania operacyjnego CPK przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa wszystkich użytkowników oraz okolicznych mieszkańców.

Autorzy raportu zgadzają się co do tego, jak istotne jest zachowanie równowagi pomiędzy dotychczasowymi doświadczeniami podróżnych a wprowadzaniem nowych technologii. Podkreślają, że w tym obszarze należy stawiać na ewolucję, a nie rewolucję. Zbyt pośpieszne i pochopne działania mogą sprawić, że edukacja technologiczna pasażerów będzie droższa, niż sama technologia. Nikt nie ma jednak

wątpliwości, że to nowe technologie napędzają rozwój branży transportowej i tym samym całej gospodarki. Najważniejsze jest jednak to, by służyły one wszystkim, którzy zdecydują się skorzystać z infrastruktury oferowanej przez Centralny Port Komunikacyjny.

Raport w swoim założeniu miał stanowić punkt wyjścia do dalszych pogłębionych analiz eksperckich w poszczególnych – zasygnalizowanych na wcześniejszych stronach – obszarach.

W kolejnym kroku rekomenduje się powołanie dedykowanej Grupy Roboczej ds Nowych Technologii w Centralnym Porcie Komunikacyjnym.

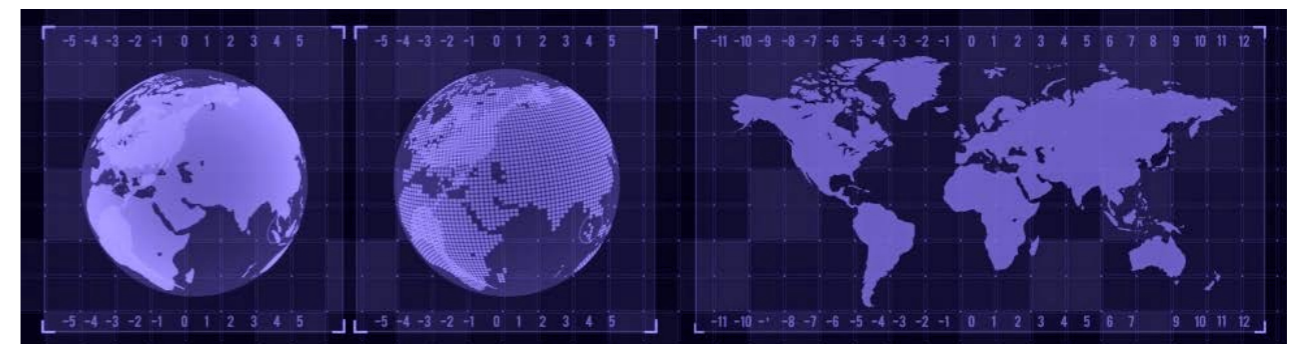
W skład grupy powinni wejść operatorzy telekomunikacyjni, dostawcy rozwiązań telekomunikacyjnych, naukowcy, przedstawiciele Izb branżowych oraz właściwych urzędów, jak Ministerstwo Cyfryzacji, Ministerstwo Infrastruktury, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Urząd Komunikacji Elektronicznej.

Do zadań Grupy należałoby m.in.:

1. Przygotowanie zaleceń dla infrastruktury telekomunikacyjnej w sprawie CPK – modelu optymalnego pod względem biznesowym i zarazem odpornego na cyberataki.
2. Wypracowanie skutecznych ścieżek zapewnienia udziału Polski w strategicznych partnerstwach, jak np. funkcjonujące w ramach programu Smart Networks & Services 5G-PPP – aby zapewnić polskim innowacyjnym podmiotom rozpoznawalność i tym samym efektywne pozyskiwanie środków finansowych na inwestycje infrastrukturalne.
3. Opracowanie założeń do utworzenia funduszu Venture Capital z udziałem CPK, służącego stworzeniu nowoczesnego środowiska do badań i testów nowych technologii, które stanowiłoby jednocześnie platformę wyzwań, jakie się ujawnią w projekcie, a następnie ich wdrożenie i komercjalizację, także poza zastosowaniami w ramach lotniska. Fundusz byłby gwarantem powsta-

nia ekosystemu CPK pozwalającego na inkorporowanie najbardziej efektywnych rozwiązań i ich skalowania również poza środowiskiem lotniskowym. Taki mechanizm mógłby stać się generatorem nowego rynku, łańcuchów wartości i miejsc pracy.

4. Wypracowanie szczegółowych zaleceń dla CPK w obszarze cyberbezpieczeństwa.
5. Zainicjowanie dyskusji mającej na celu uruchomienie działania służącego wdrożeniu wyników prac badawczych zrealizowanych z programów ramowych.
6. Wypracowanie koncepcji rozwiązań do przedstawienia w ramach IATA ASC - dla zwiększenia wpływu Polski na standardy europejskie w branży.
7. Wypracowanie koncepcji wykorzystania nowych technologii, jak IoT i komplementarne, dla CPK jako hubu logistyczno-transakcyjno-przeładunkowego.
8. Przygotowanie inicjatyw legislacyjnych skutecznie znoszących zidentyfikowane bariery o charakterze prawnym, ograniczające możliwości wdrażania najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych, w tym w szczególności:
 - Stworzenie dokładniejszych regulacji dla pojazdów autonomicznych:
 - a. Definicja pojazdu autonomicznego.
 - Warunki dopuszczenia pojazdów autonomicznych do testów (a następnie do ruchu), w tym:
 - a. ubezpieczenie prac badawczych / ubezpieczenie pojazdów w rzeczywistym ruchu,
 - b. określenie odpowiedzialności za stan techniczny pojazdu w szczególności za jego oprogramowanie,
 - c. określenie odpowiedzialności za wypadek oraz procedur postępowania po wypadku,
 - d. ochrona niezmotoryzowanych użytkowników przestrzeni współdzielonej,
 - Przepisy dotyczące Instalacji czujników / urządzeń do komunikacji V2X w pojazdach.
 - Opracowanie nowych standardów komunikacji pojazd-pojazd i pojazd-infrastruktura, np. celem lepszego zarządzania flotą pojazdów, zapobiegania wypadkom (konieczne może być np. synchronizowanie działań podejmowanych przez pojazdy, przesyłanie informacji o planowanych trasach i trajektoriach jazdy itp.).
 - Wprowadzenie zmian w regulacjach związanych z ochroną zdrowia ludzi i zwierząt. Aktualnie w polskim porządku prawnym brak jest przepisów, które umożliwiłyby strukturalne wykorzystanie systemów i urządzeń IoT do prowadzenia programów badań przesiewowych, badań epidemiologicznych, czy wykorzystywania Big Data w działalności medycznej, wykorzystującej analizę dużych zbiorów danych pozyskanych z urządzeń IoT.
 - Uregulowanie kwestii anonimizacji danych, w tym jednoznaczne rozwiązanie kwestii przetwarzania zebranych danych na potrzeby statystyczne, co jest warunkiem koniecznym do budowania zaawansowanych rozwiązań IoT opartych na Big Data oraz sztucznej inteligencji. Wyniki takich analiz pozwalają na formułowanie wiarygodnych wniosków, m.in. w zakresie potrzeb i oczekiwań użytkowników końcowych i optymalizacji świadczonych usług, ale także o potrzebach społeczności lokalnych w zakresie infrastruktury drogowej (szlaki komunikacyjne), bezpieczeństwa czy inteligentnych miast.
 - Wprowadzenie do polskiego porządku prawnego regulacji, które wypełnią istniejący brak uwzględnienia rozwiązań z komponentem IoT w przepisach prawa dotyczących bezpieczeństwa oraz odpowiedzialności za błędy urządzeń IoT.



Wykaz skrótów używanych w dokumencie

5G – technologia mobilna piątej generacji

5G NR – New Radio – nowa technologia dostępu radiowego

ABM – ang. *agent-based modeling* – modelowanie agentowe

AI – ang. *Artificial Intelligence* – sztuczna inteligencja

ALIS – ang. *Airport Luggage Identification System* – system śledzenia i pozycjonowania i identyfikacji bagażu lotniczego

AOCC – ang. *Airport Operation Control Center* – Centrum Kontroli Operacyjnej Lotniska

AR – ang. *Augmented reality* – rzeczywistość rozszerzona

A-SMGCS – ang. *Advanced Surface Movement Guidance & Control System* – zaawansowany system kontroli nawigacji i sterowania ruchem w polu manewrowym lotniska

BIM – ang. *Building Information Modeling* – technologia parametrycznego modelowania informacji o budynku

BLE – ang. *Bluetooth-Low-Energy* – standard bezprzewodowej komunikacji krótkiego zasięgu pomiędzy różnymi urządzeniami elektronicznymi znacząco ograniczający pobór energii kosztem obniżonego transferu

BSP – bezałogowe statki powietrzne CANOpen – europejski standard – EN 50325-4

CBRN – ataki z użyciem broni chemicznej, biologicznej, radiologicznej i nuklearnej

CCTV – ang. *closed circuit television* – system pozwalający na śledzenie zdarzeń rejestrowanych przez jedną do nawet kilkuset kamer przemysłowych jednocześnie

CEF2 – Connecting Europe Facility2

CN – ang. *Core Network* – szkieletowa sieć dostępowa

CPK – Centralny Port Komunikacyjny

DEP – Digital Europe Program

DRT – Zespół Reagowania Kryzysowego

DSR – ang. *Demand Side Response* – wsparcie i automatyzacja zarządzania stroną popytową

DSRC – ang. *Dedicated Short-Range Communications* – ustandaryzowana technologia dwukierunkowej dedykowanej łączności krótkiego zasięgu

DVOR – doppler VOR to ulepszona wersja konwencjonalnego VOR, który ma rozwiązany problem odbicia sygnału od przeszkód terenowych.

FIS – ang. *Fahrer Information System* – komputer pokładowy stosowany w samochodach grupy VAG

FOD – ang. *foreign object damage* – każdy przedmiot lub substancja, które są obce dla statku powietrznego lub systemu i które mogą potencjalnie spowodować uszkodzenie statku powietrznego

GMS – ang. *Global System for Mobile Communications* – najpopularniejszy standard telefonii komórkowej

GSM-R – kolejowa sieć GSM zaprojektowana dla potrzeb transportu kolejowego
H2020 – Horizon Europe
HD-SDI – ang. *high-definition serial digital interface* – wysokiej rozdzielczości szeregowy interfejs cyfrowy

HMI – ang. *Human Machine Interface* – panel sterowniczy, panel operatorski

HSR – ang. *high-speed rail* – kolej dużych prędkości

HVAC – ang. *heating, ventilation, air conditioning* – zintegrowany system urządzeń dedykowany następującym branżom ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja

IATA – Międzynarodowe Zrzeszenie Przewoźników Powietrznych

ICAO – Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego

ICT – ang. *Information and Communication Technologies* – technologie informacyjno-komunikacyjne

IED – improwizowane urządzenia wybuchowe

ILS – ang. *instrument landing system* – radiowy system nawigacyjny, wspomagający lądowanie samolotu w warunkach ograniczonej widzialności

IoT – ang. *Internet of Things* – Internet Rzeczy

IPTV – ang. *Internet Protocol Television* – Telewizja IP

LBS – ang. *Location Based Services* – mobilne usługi lokalizacyjne

LCX – ang. *Leaky Coaxial Cable* – rodzaj kabli

koncentrycznych

LiFi – ang. *Light Fidelity* – rozwiązanie bazujące na optycznych, bezprzewodowych nadajniko-odbiornikach

Lon – ang. *Local Operating Network* – lokalna sieć operacyjna

LonWorks – rozproszony systemem automatyki, komunikujący urządzenia (węzły) w sieci przy pomocy protokołu LonTalk

LTE – ang. *Long Term Evolution* – standard bezprzewodowego przesyłu danych

LTE-M – *LTE for Machines* – sieć nowej generacji dla urządzeń i przedmiotów

LTE-R – kolejowa sieć LTE

ML – ang. *machine learning* – uczenie maszynowe

MNO – ang. *mobile network operator* – dostawca usług mobilnych lub przedsiębiorca telekomunikacyjny

MSI – ang. *Master System Integrator*

M-MIMO ang. *Massive Multiple Input, Multiple Output* – rozwiązanie zwiększające przepustowość sieci bezprzewodowej dzięki transmisji wieloantenowej po obu stronach komunikacji

MU-MIMO – ang. *multi user multiple-input, multiple-output*

MVB – ang. *Multifunction Vehicle Bus* – autobus wielofunkcyjny

MVNO – ang. *mobile virtual network operator* – operator wirtualnej sieci komórkowej

NAS – ang. *National Academy of Sciences* – narodowa akademia nauk (USA), której

członkowie pro publico bono służą jako doradcy w zakresie nauki, inżynierii oraz medycyny

NB-IoT – ang. *narrowband IoT* – standard technologii radiowej Low Power Wide Area Network (LPWAN)

NREL – Narodowe Laboratorium Energii Odnawialnej

PIS – ang. *Passenger Information Systems* – systemy informacji pasażerów

PLC – ang. *Programmable Logic Controller* – uniwersalne urządzenie mikroprocesorowe przeznaczone do sterowania pracą maszyny lub urządzenia technologicznego

PPP – Partnerstwo Publiczno-Prywatne

RAMS – ang. *reliability, availability, maintenance, safety* – akronim oznaczający niezawodność, dostępność, konserwowalność, bezpieczeństwo, powszechnie stosowany w inżynierii w celu scharakteryzowania produktu lub systemu

RAN – ang. *Radio Access Network* – radiowa sieć dostępowa

RDD – radiologiczne urządzenia rozpraszające

RFID – ang. *Radio Frequency Identification* – identyfikacja obiektów oparta na falach radiowych

RIID – ręczne urządzenia do identyfikacji promieniowania

RPA – ang. *Robotic Process Automation* – Zrobotyzowana Automatyzacja Procesów

SCADA – ang. *Supervisory Control And Data Acquisition* – system informatyczny nadzorujący przebieg procesu technologicznego lub produkcyjnego

SIEM – ang. *Security Information and Event Management* – system zarządzania informacjami i zdarzeniami bezpieczeństwa informatycznego

SMR – ang. *shingled magnetic recording* – technologia magnetycznego przechowywania danych stosowana w dyskach twardech (HDD), w celu zwiększenia gęstości zapisu danych

TCMS – ang. *Train Control and Management System* – system sterowania i zarządzania pociągami

TETRA – ang. *Trans European Trunked Radio* – stworzony przez Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych (ETSI) otwarty standard cyfrowej radiotelefonicznej łączności dyspozytorskiej (trankingowej), powstały z przeznaczeniem zwłaszcza dla służb bezpieczeństwa publicznego i ratownictwa

TN – ang. *Transport Network* – sieć dostępowa

VLC – ang. *visible light communication* – bezprzewodowa metoda wykorzystująca światło emitowane przez diody LED do transmisji danych

VOR – ang. *VHF Omnidirectional range* – radionawigacyjny system kątowy do nawigacji średnio i krótkodystansowej, służy do określania azymutu

VR – ang. *virtual reality* – rzeczywistość wirtualna

WiMAX – ang. *Worldwide Interoperability for Microwave Access* – technika bezprzewodowej, radiowej transmisji danych

WTB – ang. *Wire Train Bus* – standard zapewniający szybką i niezawodną komunikację pomiędzy poszczególnymi pojazdami danego składu

Omówienie podobnych inwestycji na świecie

Zürich Hauptbahnhof

Główny dworzec kolejowy położony w centrum Zurychu. Jest największym dworcem w Szwajcarii oraz znajduje się na przecięciu wielu szlaków kolejowych, m.in. z Włoch, Niemiec, Austrii oraz Francji.

Dziennie odnotowuje się tu średnio ponad 2915 przejazdów pociągów, a liczba pasażerów szacowana jest na około 400 tysięcy. Tory kolejowe znajdują się na kilku poziomach, zarówno powyżej, jak i poniżej gmachu kolei. Stacja jest dostosowana do obsługi szybkich linii kolejowych korzystających z pociągów TGV.

W latach 2017-2019 Szwajcarskie Linie Kolejowe (Schweizerische Bundesbahnen SBB) przetestowały na terenie tego dworca wiele cyfrowych innowacji, w ramach projektu „My Smart Station Zurich HB”. Testy prowadzone były z udziałem najemców, dostawców i partnerów. Projekt zakończył się w kwietniu 2019 roku⁶⁵.

Od uruchomienia „My Smart Station Zurich HB” SBB wdrożyły 24 projekty pilotażowe w ciągu 24 miesięcy. Przetestowano aplikacje i usługi w obszarach mobilności, logistyki, interakcji, handlu detalicznego i gastronomii⁶⁶.

Dzięki realizacji pilotażu i kontynuacji wybranych projektów Zurich HB uznaje się za najbardziej zaawansowany cyfrowo i zarazem najprzyjaźniejszy dla pasażerów i obsługi dworzec świata. Ocenę taką wystawiło jury organizacji DigitalSwitzerland.

Z działającego dwa lata laboratorium testowego nowych usług i produktów wyłoniono kilka szczególnie obiecujących, które będą nadal rozwijane. To między innymi: SBB Augmented Reality (AR) Preview, wspomagająca orientację pasażera na dworcu i ułatwiająca planowanie podróży, SBB FastLane – aplikacja za pomocą której można zamawiać i płacić za jedzenie i napoje z wyprzedzeniem, bez konieczności czekania na ich odbiór czy wreszcie SBB Sandbox⁶⁷.

Rozwiązania, które sprawdziły się na stacji Zurych HB, są również udostępniane na regionalnych dworcach kolejowych.



zdjęcie pobrane ze strony https://www.sbb.ch/content/dam/internet/immobilien/ZH_HB.jpg.sbb-transform/original/ZH_HB.1505271294790.jpeg

⁶⁵ <https://news.sbb.ch/artikel/88851/das-projekt-my-smart-station-zuerich-hb-ist-abgeschlossen>

⁶⁶ <https://www.sbb.ch/en/station-services/at-the-station/railway-stations/your-railway-station.html>

⁶⁷ [W związku z obecną sytuacją wokół wirusa Corona, piaskownica cyfrowa SBB planowana na maj 2020 roku zostanie wdrożona dopiero wiosną 2021 roku](#)

Port Lotniczy w Gatwick

Czas realizacji: 18-miesiący (zakończono maj 2018)

Wykonawca: Aruba/Hewlett Packard Enterprise (HPE)

Wyzwanie: unowocześnienie i rozbudowa systemów informatycznych bez przerywania pracy lotniska.

Zadanie porównano z operacją na otwartym sercu bez przerywania aktywności fizycznej pacjenta.

Prace obejmowały między innymi: wprowadzenie sieci IoT, publicznej sieci Wi-Fi o przepustowości 30mbps, nowych usług CCTV i IPTV, technologii maszynowego uczenia się i rozpoznawania twarzy

Katalog rozwiązań jest otwarty i stale uzupełniany.

<https://enterpriseiotinsights.com/20180604/channels/fundamentals/airports-as-iot-use-cases-tag40-tag99>

Fraport AG we Frankfurcie

Wdrożenie systemów wykorzystujących zaawansowaną analitykę, w tym prognozowania oraz optymalizacji połączonej z możliwością podejmowania na ich podstawie szybkich decyzji pozwoliło na większe zadowolenie pasażerów oraz zmniejszenie kosztów utrzymania portu lotniczego. We Fraport AG zastosowano rozwiązania klasy Big Data wraz z metodami przetwarzania i analizowania danych w czasie rzeczywistym.

To dowód, że zaawansowana analityka w oparciu o integrację danych z wielu obszarów operacyjnych lotniska pozwala optymalizować procesy biznesowe i popra-

wiać ich efektywność. Dostęp do danych pozwolił między innymi na zbudowanie nowych cyfrowych usług i aplikacji dla pasażerów. Przyczynił się do budowania ich pozytywnego doświadczenia z korzystania usług w każdym ujęciu.

Wykorzystanie zaawansowanej analityki pomogło zrozumieć trendy w zachowaniu pasażerów, tj.:

- potrzeby i wzorce zakupowe;
- check-in (self, counter);
- jakość bezpieczeństwa;

jak również przewidywać i prognozować:

- liczbę pasażerów w różnych okresach;
- transfer pasażerów podczas tzw. lotów łączonych.

Wartością dodaną jest możliwość symulacji ruchu pasażerskiego:

- wpływy i odpływy do/z punktów kontrolnych;
- poziom wypełnienia w obszarach;
- czas oczekiwania w kolejkach.

Korzystanie z zaawansowanej analityki pomogło usprawnić obsługę przesyłek bagażowych poprzez:

- podniesienie trafności prognoz ilości per samolot, lotów transferowych;
- minimalizację liczby nieodebranych przesyłek;
- zrównoważenie obciążenia pracą urzędników do przeładunku;
- minimalizację czasu transportu oraz

Dane pozwalają również zrozumieć i analizować w szerszym ujęciu kontekstowym:

- zachowania zakupowe pasażerów-klientów;
- jakie produkty są interesujące;
- rentowność lotów w ujęciu kompleksowym;
- rentowność linii lotniczych.

Przełożyło się to na wkład do opracowania powierzchni handlowych w nawiązaniu do:

- specyfiki sklepów;
- lokowania odpowiednich produktów;
- przepływów pasażerów;
- możliwości konsolidacji pasażerów linii lotniczych o podobnych preferencjach w wybranych obszarach.

Jeden z kluczowych wniosków na podstawie wypracowanych praktyk we Fraport AG to przekonanie, że rozwiązywanie problemów na podstawie gigantycznych zbiorów danych wymaga nie tylko wiedzy eksperckiej, ale również zaawansowanych narzędzi analitycznych wykorzystujących modele matematyczne. Wszystko po to, by przekształcić dane w inteligentne decyzje, w efekcie przekształcić port lotniczy | w swoisty rynek cyfrowy.

Fraport zaangażował możliwie jak największą liczbę interesariuszy, nie tylko jako dostawców danych, ale także jako operatorów danych i jako twórców nowych aplikacji – nowych wartości biznesowych dla klientów, dostawców, franczyzobiorców. Wreszcie analiza jako usługa oparta na potrzebach klientów może prowadzić do opracowania inteligentnych aplikacji. Zaobserwowano ogromną przemianę kulturową całej organizacji, zmieniającą Fraport AG w rynek cyfrowy, zarówno jeśli chodzi o wewnętrzny rdzeń firmy, jak i jej interakcje z innymi stronami.

https://www.sas.com/de_de/customers/fraport.html

Istanbul Grand Airport (iGA) – nowy port lotniczy w Istambule

Powstało w 2019 roku, po 6 latach budowy.

Ma być gigantycznym węzłem przesiadkowym i znaczącym lotniskiem cargo.

Może obsłużyć 90 mln pasażerów rocznie. Docelowo ma obsługiwać 200 mln pasażerów.

Port jest kluczowy dla narodowego przewoźnika – Turkish Airlines

Jest przykładem, w jaki sposób stworzyć nowe megalotnisko i przenieść na nie część ruchu ze starego lotniska (oddalonego 35 km od centrum miasta). Wielka przeprowadzka trwała 24 godziny.

<https://www.igairport.com/en/about-iga/about-us>

Uwagi

Nie udało się na czas wybudować metra i kolei. Te inwestycje powinny być przeprowadzone znacznie wcześniej.

Zanotowano duże opóźnienie spowodowane brakiem wyczerpujących ekspertyz środowiskowych.

Na tym lotnisku jest mało miejsca w niektórych gate'ach, a także brak gniazd sieciowych i usb.

Są duże problemy z logowaniem do WIFI. Lotnisko nie jest w stanie obsługiwać dużych ilości liczb pasażerów jednocześnie.

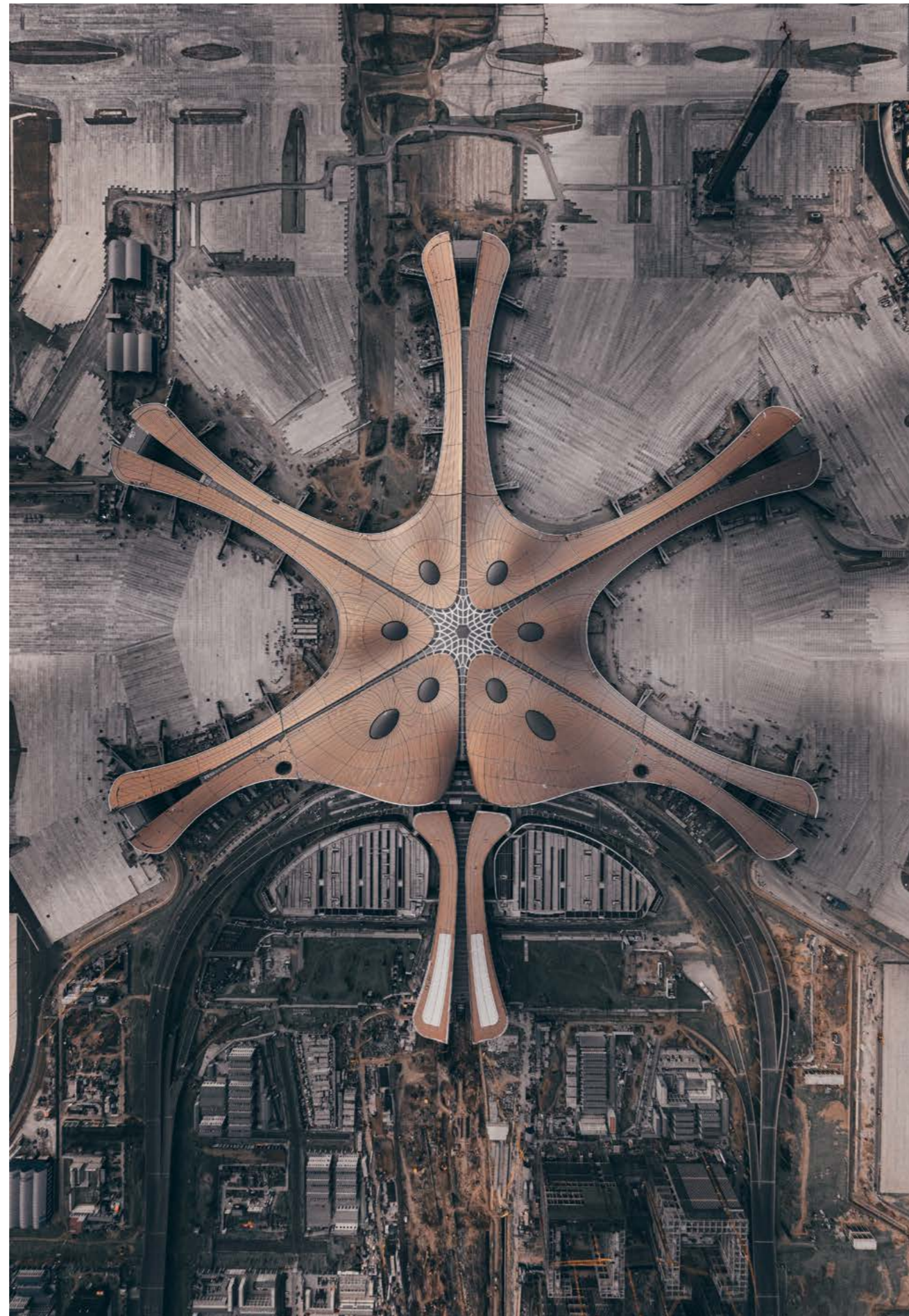
Występują problemy z jakością obsługi na lotnisku. Doskwiera brak znajomości języka angielskiego.

Port lotniczy Pekin-Daxing (PKX)

Lotnisko znajdujące się na przedmieściach Pekinu, nazywane gwiazdą wśród lotnisk ze względu na swój charakterystyczny wygląd.

Głównym celem inwestycji było odciążenie działającego na granicy nominalnej przepustowości portu lotniczego Pekin (PEK). Z założenia ma być największym na świecie portem lotniczym pod względem liczby obsłużonych pasażerów. Budowę zaproponowano w 2008, konstrukcję zaczęto 26 grudnia 2014, a otworzono go 26 września 2019. Lotnisko zajmuje powierzchnię 700 tys. km², posiada stację kolei oraz metra. Podróż ze stacji Pekin Zachodni trwa niespełna 28 minut, a z centrum Pekinu metrem dojedziemy na lotnisko w 19 minut.

Terminal został zaprojektowany przez brytyjską firmę architektoniczną Zaha Hadid Architect oraz francuską grupę planistów ADPI, a wykonany został przez Pekinński Instytut Projektów Architektonicznych (Beijing Institute of Architectural Design BIAD). Za systemy bezpieczeństwa oraz systemy bagażowe odpowiedzialna była brytyjska firma BuroHappold Engineering, która współpracowała z architektami, by zintegrować ich rozwiązania inżynierskie do głównego projektu lotniska. Docelowo ma obsługiwać 100 milionów pasażerów rocznie. Wraz z otwarciem oddano do użytku 4 pasy startowe, a maksymalna przepustowość portu lotniczego to 72 milionów pasażerów rocznie. Odnogi portu, czyli tzw. pirs łączą się z główną częścią gmachu. Jedną z odnóg przeznaczona jest na połączenia międzynarodowe, a pozostałe są dla połączeń krajowych. Na końcu każdej z odnóg znajduje się tematyczny chiński ogród, by pasażerowie mogli lepiej zapoznać się z chińską kulturą. Architekci za główne zadanie mieli zapewnić lotnisku jak najlepszą kompaktowość mimo dużych rozmiarów. Kształt lotniska ma pozwalać, by z kontroli bezpieczeństwa w centralnej części termi-



nała dojść do najdalszych rękawów (gate'ów) oddalonych o 600 metrów w przeciągu ośmiu minut. Takie rozwiązanie ma na celu pomóc pasażerom pokonać jak najmniejsze i jak najprostsze odległości na lotnisku. Przejście przez lotnisko mają usprawnić systemy wykorzystujące najnowsze technologie.

Futurystyczny wygląd nie tylko przykuwa wzrok, ale również zapewnia wrażenie dużej przestrzenności obiektu. Przeszklenia ścian oraz liczne świetliki zastosowane w dachu sprawiają, że do wnętrza obiektu dociera duża ilość światła dziennego. Budynek został sklasyfikowany jako oszczędny energetycznie i uzyskał ocenę AAA według ratingu energooszczędnego. Na terenie lotniska zostały zainstalowane systemy fotowoltaiczne oraz instalacje do zbierania wody deszczowej.

Przez Pekin-Daxing pasażer może przejść od odprawy w strefie check-in, przez kontrolę graniczną, aż po boarding i wejście na pokład za pomocą systemów rozpoznawania twarzy. Użyta została również technologia RFID do śledzenia bagażu, którego lokalizację pasażer może sprawdzić za pomocą aplikacji mobilnej. Systemy zarządzania lotniskiem oraz systemy podróży działające na lotnisku opierają się na technologii 5G. Wykorzystanie technologii 5G sprawiło, że przesyłanie danych na lotnisku jest prawie stukrotnie szybsze, niż byłoby to wykonywane za pomocą technologii 4G. Wykorzystuje się również sztuczną inteligencję i niewielkie roboty. W fazie testów jest robot pomagający przy parkowaniu samochodu na głównym parkingu lotniska. Inteligentny system parkowania uwzględnia specjalną aplikację mobilną dedykowaną dla kierowców, która pozwala zobaczyć wolne miejsca parkingowe w czasie rzeczywistym. Roboty zostały również wdrażone do pokoi transformatorowych. Pomagają tam przy kontroli elektrycznej opartej na śledzeniu ruchu. Zastosowano również system zarządzania oświetleniem oparty na sterownikach DALI oraz systemach kontroli KNX.

<https://www.youtube.com/watch?v=3gaRRCqNZ3c>
<https://www.youtube.com/watch?v=gBmr4pvivjs>
<https://businessinsider.com/pl/firmy/strategie/pekin-daxing-nowe-najwieksze-lotnisko-przyszlosci/xwty2ez>
<https://www.scmp.com/tech/innovation/article/3030371/what-you-need-know-about-hi-tech-features-beijing-daxing>
<https://www.airport-technology.com/projects/beijing-daxing-international-airport-china/>

Berlin Brandenburg

Budowa rozpoczęła się w 2006 r. Otwarcie obiektu było planowane na 2012 r.

Według najnowszych doniesień lotnisko ma zacząć działać pod koniec 2020 r.

Szacowany koszt budowy w wysokości 2 miliardów euro ostatecznie wyniesie prawdopodobnie ponad 6 miliardów.

Błędy popełniono zarówno w kwestii projektowania, jak i zarządzania.

Nie uwzględniono opóźnień spowodowanych przez nieprzewidziane problemy techniczne.

Błędy w planowaniu: w latach 2008-2012 do projektu wprowadzono około 150 zmian.

Olbrzymim błędem był brak jednego generalnego wykonawcy, który byłby władny zatrudniać, zwalniać i monitorować efekty działań zespołu bezpośrednio odpowiedzialnego za zarządzanie przedsięwzięciem.

Port Lotniczy w Dubaju

Dubai International Airport znajduje się w dzielnicy Al Garhoud. 4,6 km na wschód od Dubaju i zajmuje około 2900 ha powierzchni. Terminal 3 jest drugim co do wielkości budynkiem na świecie według powierzchni i największym terminalem portu lotniczego na świecie. Budowa lotniska rozpoczęła się na zlecenie władcy Dubaju, szejka Rashida bin Saeed Al Maktoum, w 1959 roku. Oficjalnie otwarto go w 1960. W 2019 roku przez międzynarodowy port lotniczy w Dubaju przewinęło się ponad 22 miliony pasażerów i 13 milionów toreb, co czyni go jednym z najbardziej ruchliwych węzłów komunikacyjnych na świecie.

Dzięki wdrożeniu inteligentnej technologii, wykorzystaniu dużych ilości danych i zacieśnieniu współpracy pomiędzy różnymi obszarami lotniska uzyskano znaczący wpływ na poprawę komfortu podró-



żowania. Wprowadzona następujące udogodnienia:

- Zintensyfikowano współpracę z lokalnymi władzami imigracyjnymi, aby zachęcić pasażerów do korzystania z „Smart Gates”. Spowodowało to skrócenie czas oczekiwania w kolejkach i stworzyło dodatkową przepustowość portów lotniczych poprzez obniżenie całkowitego czasu przeznaczonego na obsługę pasażera.
- W 19 strefach na terenie dwóch terminali zainstalowano ponad 450 czujników umożliwiających monitorowanie pasażerów w czasie rzeczywistym. Umożliwiło to podniesienie efektywności zarządzania kolejkami, zarządzania incydentami, a także właściwą alokację zasobów w oparciu o analizę progностyczną przepływu pasażerów.
- Pasażerowie muszą przejść przez tunel identyfikujący zanim wejdą na pokład samolotu. W tunelu znajduje się 80 kamer. Mogą one skanować twarze i tętno ludzi. Jeśli pasażer nie zostanie zidentyfikowany, służby ochrony otrzymają stosowne powiadomienie. Inteligentny tunel pomaga przyspieszyć nie tylko proces rejestracji lotu, ale także kontrolę celną, a także poprawia bezpieczeństwo w porcie lotniczym.

Porty lotnicze w Dubaju zostały uhonorowane nagrodami za innowacje techniczne roku i Airport of the Year podczas Aviation Business Awards 2019⁶⁸. Jest to rozwijający się port lotniczy, który stale inwestuje w usługi cyfrowe związane z technologiami takimi jak AI, ML, IoT, AR, VR, RPA, itp.

CIAL – Cochin International Airport Limited

Międzynarodowe lotnisko w Cochin (Indie) to pierwsze na świecie lotnisko całkowicie neutralne pod względem energetycznym.

⁶⁸ <https://www.aviationbusinessme.com/awards>

Zapotrzebowanie CIAL na energię elektryczną bilansowane jest własną instalacją fotowoltaiczną. Instalacja ta została uruchomiona 18 sierpnia 2015 r. Aktualnie moc instalacji wynosi 12 MWp i składa się z 46 150 paneli słonecznych ułożonych na 45 ha w pobliżu kompleksu towarowego Cargo International. Elektrownia słoneczna na lotnisku produkuje od 50 000 kWh do 60 000 kWh na dzień co technicznie czyni port lotniczy całkowicie neutralnym pod względem energetycznym.

Projekt został zrealizowany na przestrzeni kilku lat i zapoczątkowany został wykonaniem Proof of Concept poprzez instalację elektrowni fotowoltaicznej o mocy 100 kWp na dachu bloku przylotów. Instalacja została wyposażona w 400 modułów polikrystalicznych o mocy 250 Wp z pięcioma inwerterami o mocy 20 kW. Po udanym uruchomieniu tej instalacji w kolejnym kroku uruchomiono instalację fotowoltaiczną o mocy 1 MWp, częściowo na dachu, a częściowo na ziemi przy hangarze obsługi technicznej na terenie lotniska. Ta instalacja została zainstalowana przez Emvee Photovoltaic Power Pvt. Ltd. Instalacja składająca się z 4000 modułów monokrystalicznych o mocy 250Wp z trzynaścioroma trzema inwerterami o mocy 30kW Delta stworzyła pierwszą instalację systemu fotowoltaicznego o tej wielkości w całej prowincji Kerala.

Obie te instalacje wyposażone zostały w zintegrowany system SCADA, za pomocą którego odbywa się zdalne monitorowanie i kompleksowe zarządzanie instalacją fotowoltaiczną.

W dalszym kroku postanowiono rozwinąć projekt i uruchomić elektrownię fotowoltaiczną o mocy 12 MW. System ten zajmuje ponad 45 ha w pobliżu kompleksu International Cargo. Zastosowano w nim moduły fotowoltaiczne o mocy 265 Wp produkowane przez Renesola oraz falowniki o mocy 1 MW



produkowane przez ABB India. Jest to tzw system on-grid , czyli podłączony do systemu energetycznego bez magazynowania energii. Całość działa na zasadzie bilansowania zużycia energii.

http://cial.aero/Pressroom/newsdetails.aspx?news_id=360
<https://www.bbc.com/news/world-asia-india-34421419>

Projekt Rijkwaterstaat (Netherland Enterprise Agency)

Jednym z wzorcowych wdrożeń projektu typu open data jest Projekt Rijkwaterstaat (Netherland Enterprise Agency), na bazie którego krajowy operator całej infrastruktury krytycznej (drogi, tamy, groble, zaporę) przy wykorzystaniu 15 000 czujników IoT nie tylko analizuje dane, ale przede wszystkim udostępnia je start-up'om, by te mogły świadczyć usługi dla obywatela. Szereg z tych start-up'ów skomercjalizowało swoje rozwiązania i replikowało je na rynki zagraniczne. W ten sposób Kapitał Publiczny przy okazji strategicznych inwestycji pobudził dodatkowo gospodarkę i rozwój MŚP, co mogłoby również być udziałem CPK.

Zaawansowana Analityka pomaga Rijkwaterstaat analizować dane IoT, by zapewnić płynność ruchu, i bezpieczeństwo obywateli. Analityka demonstruje tu wartość stosowania analiz na krawędzi.

Ponieważ 20% masy lądowej Królestwa Niderlandów znajduje się poniżej poziomu morza, zarządzanie poziomem wody oraz ruchem lądowym i morskim jest najwyższym priorytetem. Rijkwaterstaat, holenderska

agencja rządowa odpowiedzialna za sieć dróg i drogi wodne, sięgnęła po potencjały Zaawansowanej Analityki, by uzyskać głębszy wgląd- wiedzę o natężeniu ruchu, by zapewnić obywatelom bezpieczeństwo i płynne podróżowanie po kraju.

Zaawansowana Analityka wspiera nas na wiele sposobów, w tym pomaga nam zrozumieć, ile kilometrów autostrad jest czynnych i czy mamy wystarczająco dużo piasku na wypadek podniesienia się poziomu wód” - powiedział Bas van Essen, szef RWS Datalab. „Posiadanie takiej wizji w naszych danych robi różnicę, która ratuje życie”.

Silniki przetwarzania danych pomagają zarządzać rosnącą liczbą przesyłanych strumieniowo danych. Rijkwaterstaat monitoruje w czasie rzeczywistym drogi, poziom wody oraz pozostałą infrastrukturę, stosując Analitykę na krawędzi bazując na danych przepływających z podłączonych czujników IoT w obiektach takich jak mosty, tamy, groble, śluzy i bariery sztormowe. Przetwarzanie strumienia zdarzeń jest w pełni skalowane, osadzone i wdrażane w całym przedsiębiorstwie, od małych, ograniczonych urzędzeń, które znajdują się na obrzeżach sieci, po centra danych w chmurze. Jego wydajność



i łatwość wdrożenia zapewniają organizacjom elastyczność w dostosowywaniu się do zmieniających się wyzwań. Wstępne wyniki wykorzystania SAS przez Rijkwaterstaat obejmują oszczędności kosztów; dokładny i szybki wgląd w wyniki aktywów organizacji; oraz zwiększoną zdolność podejmowania proaktywnych decyzji dotyczących utrzymania.

Rijkwaterstaat pracował nad stworzeniem niezawodnej, elastycznej sieci w celu wydobywania wartości ze swoich zasobów IoT. Agencja rozumie bowiem potrzebę utrzymywania analiz blisko źródła danych – w tym przypadku podłączonych czujników na wielu drogach w kraju. Dzięki analityce na krawędzi Rijkwaterstaat zapewnia holenderskim obywatelom bezpieczeństwo i mobilność”.

Założenia Projektu:

- Tworzenie niezawodnej i elastycznej sieci w celu wyodrębnienia wartości zasobów poprzez głębsze spojrzenie na natężenie ruchu.
- Efektywniejsze zarządzanie infrastrukturą transportową w kraju o jednej z najwyższych gęstości zaludnienia w Europie.
- Ochrona Obywateli infrastruktury na terenach szczególnie podatnych na powodzie.

Rezultaty Projektu:

- Analiza danych z czujników w czasie rzeczywistym. Ponad tysiąc podłączonych czujników IoT na Mostach, zaporach, groblach, tunelach;
- Dokładny, szybki wgląd w wydajność zasobów organizacji w czasie niemal rzeczywistym;
- Podwyższona zdolność do podejmowania proaktywnych decyzji;
- Ulepszone zarządzanie i Optymalizacja przepływu transportu;
- Lepsza i bezpieczniejsza kontrola ekosystemu, zapewniająca obywatelom Holandii bezpieczeństwo od takich wydarzeń jak powodzie;
- Efektywniejsze wykorzystanie ograniczonych zasobów publicznych.

<http://www.nweurope.eu/projects/project-search/begood/news/opening-of-the-rws-data-lab/>
<https://blogs.sas.com/content/hiddeninsights/2018/01/03/dutch-data-science-rws/>
<https://www.version2.dk/artikel/billedanalyse-finder-huller-problemer-paa-hollandske-veje-kanaler-1081807> (Chrome Translate)
http://sws.sas.com/saspedia/Cloud_Foundry
http://sws.sas.com/news/articles/2017/0616_sas_viya_cloud_foundry_release_available.php

⁶⁹ <https://www.rijkwaterstaat.nl/zakelijk/open-data/index.aspx>



Haramain High Speed Rail w Arabii Saudyjskiej

Linia kolejowa łącząca miasta Medina i Mekka o długości 453km. Projekt został zapoczątkowany w marcu 2009, zakończony 25 sierpnia 2018 i otworzony 11 października tego samego roku. Planowano zapewnienie bezpiecznego i wygodnego transportu z prędkością 300 km/h. Oczekuje się, że kolej będzie przewozić 60 milionów pasażerów rocznie, w tym około 3-4 miliony pielgrzymów, co ma przyczynić się do zmniejszenia natężenia ruchu na drogach. Pokonanie całej trasy zajmują około 2 godzin. Tory, pojazdy szynowe oraz stacje zaprojektowane są tak, by wytrzymać temperatury do 50 °C. Szybki przejazd przez rozległe obszary pustynne na trasie Medina-Mekka jest możliwy dzięki specjalnie dostosowanym do trudnych warunków klimatycznych taborom Talgo 350 SRO. Pociągi zostały wyposażone w system sterowania ETCS oraz system łączności bezprzewodowej GSM-R, które gwarantują nawigację nawet podczas burz piaskowych, ograniczających widoczność praktycznie do zera. W pociągach tych zastosowano system wysokowydajnej klimatyzacji, który posiada funkcję awaryjnego źródła zasilania. System składa się z generatorów, które są w stanie zagwarantować, że klimatyzacja będzie działać przez co najmniej dwie godziny w przypadku przerwy w zasilaniu. Odporność termiczną systemu klimatyzacji szacuje się na zakres od 0°C do 50°C. Zastosowano specjalne zabezpieczenia karoserii przed piaskiem oraz zadbanie o to by nie wchodził on do wnętrza pociągu. Na przodzie lokomotywy znajdują się specjalne dmuchawy, które przy pomocy silnego podmuchu powietrza oczyszczają tory. Podłoga pociągu znajduje się na tym samym poziomie co podłoga peronu. Umożliwia to szybsze wsiadanie i wysiadanie pasażerów, co wpływa korzystnie na czas podróży.

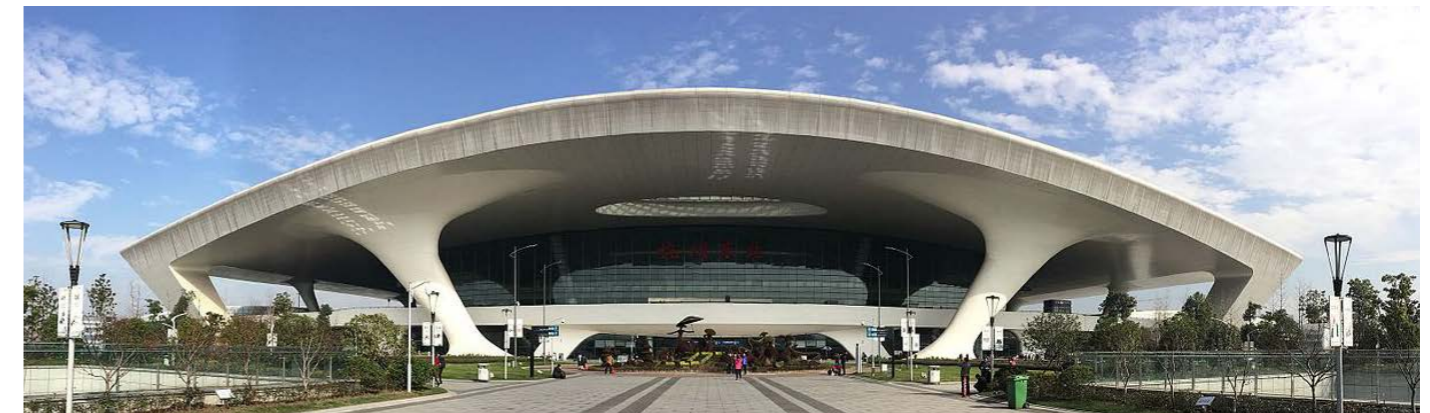
https://en.wikipedia.org/wiki/AVE_Class_102

https://www.youtube.com/watch?v=eQyACge_iKU



Porta Susa TGV we Włoszech

Stacja kolejowa w Turynie we Włoszech. Jest dostosowana do obsługi pociągów TGV – francuskich elektrycznych zespołów trakcyjnych osiągających prędkość do 320 km/h. Można nimi odbyć podróż do Paryża oraz Barcelony. Została zbudowana w 1868 roku, a w 2006 została zmodernizowana, aby mogła obsługiwać pociągi TGV na linii Turyn-Milan. Stacja ma tylko 33 metry szerokości oraz 385 metrów długości. Podczas modernizacji stacji architekci zachowali historyczny XIX wieczny włoski styl jednocześnie łącząc go z nowoczesnym miejskim stylem.



Hangzhou East Railway Station w Chinach

Stacja kolejowa w Zhejiang na wschodnim wybrzeżu Chińskiej Republiki Ludowej. Otwarta w 1992 roku, następnie zamknięta w 2010 i zburzona. Obecna wersja została otwarta 1 lipca 2013 roku. Posiada 30 torów kolei oraz 4 tory metra. Dodatkowo na terenie stacji znajdują się terminale busów, które wchodzi w skład nowopowstałego węzła transportowego. Stacja oferuje wymianę międzyplatformową dwóch linii metra co daje możliwość przesiadki do jej w 4 różnych kierunkach.

https://en.wikipedia.org/wiki/Hangzhou_East_railway_station



Ministerstwo
Cyfryzacji