



TRANSFORMACJA  
CYFROWA  
KOLEI

Opracowanie: Prof. SGH dr hab. Jana Pieriegud  
Katedra Transportu  
Kolegium Zarządzania i Finansów  
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

Współpraca: Siemens Sp. z o.o. – branża Mobility  
Fundacja Pro Kolej

Grafika: Siemens AG

© Copyright by J. Pieriegud, Transformacja cyfrowa kolei,  
SGH, Siemens, Fundacja Pro Kolej,  
Warszawa, wrzesień 2017.

Publikacja w wersji elektronicznej jest dostępna na:

[www.sgh.waw.pl](http://www.sgh.waw.pl)

[www.mobility.siemens.pl](http://www.mobility.siemens.pl)

[www.prokolej.org](http://www.prokolej.org)





### KRZYSZTOF CELIŃSKI

Dyrektor branży Mobility w Siemens Sp. z o.o.

.....

*Wprowadzając najnowsze technologie cyfrowe do kolejnictwa, podnosimy poziom bezpieczeństwa, zwiększamy międzynarodową konkurencyjność polskich firm i tworzymy nowe miejsca pracy dla młodego pokolenia. Najbardziej istotne są rozwiązania w zakresie obsługi klientów kolei (systemy informacyjne i sprzedażowe) oraz rewolucja cyfrowa na rynku utrzymania pojazdów i urządzeń. Pociągi, które się nigdy nie spóźniają, w obliczu technologicznych zmian to wizja, która może być urzeczywistniona dzięki rozwiązaniom z zakresu internetu rzeczy, stałej analizie poruszającego się taboru oraz inteligentnemu prognozowaniu za pomocą narzędzi big data. Siemens ukuł na te innowacyjne technologie nawet specjalne pojęcie - Internet of Trains.*



### DR JAKUB MAJEWSKI

Prezes Fundacji Pro Kolej

.....

*Kolej żelazna w momencie powstania i ekspansji należała do najbardziej innowacyjnych dziedzin światowej gospodarki. Duże towarzystwa kolejowe, budujące i eksploatujące sieci kolejowe, generowały postęp nie tylko techniczny i technologiczny, ale również organizacyjny czy kulturowy. Niestety wraz z rozwojem motoryzacji, a później lotnictwa pozycję lidera technologicznego w transporcie przejęła konkurencja. W rezultacie, niedoinwestowana i nieco zapomniana kolej znalazła się poza głównym nurtem gospodarki cyfrowej. Aby to zmienić największe przedsiębiorstwa kolejowe i przemysł produkujący dla branży uruchomiły potężne programy inwestycyjne, inkubatory start-upów, zaprosiły do współpracy naukowców i specjalistów z sektora R&D. Potencjał dla rozwiązań cyfrowych w transporcie szynowym okazał się niemal nieograniczony - od inteligentnej infrastruktury i taboru, poprzez nadzór nad operacjami i zarządzanie, interakcje z klientami, aż do tworzenia własnych innowacji.*



## SPIS TREŚCI

4	Streszczenie menedżerskie
6	ISTOTA TRANSFORMACJI CYFROWEJ
12	TECHNOLOGIE I ROZWIĄZANIA WSPIERAJĄCE TRANSFORMACJĘ CYFROWĄ
18	KIERUNKI CYFRYZACJI W TRANSPORCIE KOLEJOWYM
21	1. CONNECTED COMMUTER: cyfrowe usługi dla podróżnych
24	2. MaaS: w kierunku intermodalnej mobilności
30	3. PMaaS: cyfrowe usługi w zakresie zapobiegawczego utrzymania
33	4. GoA4: automatyzacja i współdziałanie systemów sterowania ruchem
39	5. INTERNET OF TRAINS: kreowanie wartości dla wielu uczestników
42	STRATEGIE TRANSFORMACJI PRZEDSIĘBIORSTW KOLEJOWYCH
44	1. GRUPA PKP: wzmocnienie interakcji z klientami
45	2. DB 4.0: inwestowanie w start-upy
46	3. UIC: wspólna platforma cyfrowa
48	PODSUMOWANIE

## STRESZCZENIE MENEDŻERSKIE

Jednym z priorytetowych kierunków rozwoju transportu na świecie, w tym w Unii Europejskiej, jest dążenie do utworzenia inteligentnego, przyjaznego dla środowiska naturalnego i dostępnego dla użytkowników systemu transportowego. Ważną rolę w tym systemie przypisuje się transportowi szynowemu. Jednocześnie radykalne i bardzo dynamiczne zmiany w otoczeniu, których katalizatorem są technologie teleinformatyczne, wymagają dokonania modyfikacji dotychczasowych modeli biznesowych i strategii przedsiębiorstw kolejowych. Zrozumienie **ISTOTY TRANSFORMACJI CYFROWEJ** (*digital transformation*) jest kluczowe dla rozwoju kolei w warunkach nowej gospodarki.

Cyfryzacja jako ciągły proces konwergencji rzeczywistego i wirtualnego świata, który zmierza w kierunku systemów cyberfizycznych (*cyber-physical systems*), jest obecnie głównym motorem innowacji i zmian w różnych sektorach gospodarki.

**KLUCZOWE TECHNOLOGIE I ROZWIĄZANIA WSPIERAJĄCE TRANSFORMACJĘ CYFROWĄ to:**

- internet rzeczy (*Internet of Things - IoT*)
- chmura obliczeniowa (*cloud computing*)
- analityka dużych zbiorów danych (*Big Data Analytics - BDA*)
- sztuczna inteligencja (*artificial intelligence - AI*)
- automatyka (*automation*) oraz robotyzacja (*robotisation*).

Przejawem adaptacji do funkcjonowania w warunkach gospodarki cyfrowej stała się koncepcja PRZEMYSŁ 4.0. W transporcie kolejowym w ostatnich trzech latach powstały określenia, takie jak: KOLEJ 4.0 i INTERNET POCIĄGÓW. Na podstawie analizy przedsięwzięć podejmowanych w różnych krajach w raporcie przedstawiono KIERUNKI CYFRYZACJI W TRANSPORCIE KOLEJOWYM. Nowe produkty i usługi, stając się elementem działalności operacyjnej przewoźników, zarządców infrastruktury, producentów, będą kreowały WARTOŚĆ DODANĄ dla wielu uczestników procesu przewozowego, przyczyniając się do wdrożenia nowych koncepcji mobilności, takich jak: *mobility on demand*, *e-mobility*, czy *Mobility as a Service (MaaS)*.

W latach 2017-18 na transformację cyfrową holding DB planuje przeznaczyć około miliarda euro. Zarządca infrastruktury kolejowej Network Rail w Wielkiej Brytanii od 2014 roku realizuje działania w ramach programu ORBIS (*Offering Rail Better Information Services*), a we Francji w celu przyśpieszenia procesu cyfryzacji kolei na początku 2016 roku został opracowany program #DigitalSNCF. Inicjatywy i projekty rozpoczęte w różnych krajach powinny posłużyć przykładem dobrych praktyk dla działań podmiotów w Polsce.

**WYZWANIEM JEST NIE TYLKO  
ZASTOSOWANIE NOWYCH  
TECHNOLOGII W DZIAŁALNOŚCI  
OPERACYJNEJ, ILE INTEGRACJA  
TECHNOLOGII CYFROWYCH  
I PROCESÓW BIZNESOWYCH  
W PRZEDSIĘBIORSTWACH  
Z SEKTORA KOLEJOWEGO.**

Kluczową rolę w tym procesie jest zdolność wyższej kadry zarządzającej do ciągłej obserwacji zmian oraz przewidywania (*tzw. hiperawareness*), w jaki sposób pod wpływem technologii będą się zmieniały oczekiwania klientów, partnerów biznesowych, pracowników, a także zachowania konkurentów.



# ISTOTA TRANSFORMACJI CYFROWEJ







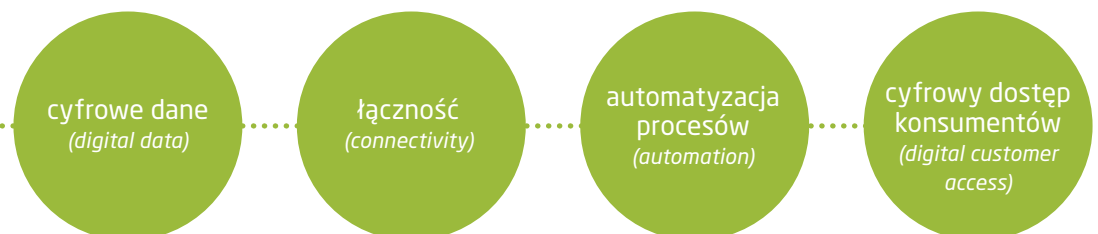
Przez pojęcie **CYFRYZACJI** (*digitalisation*) rozumiemy dziś proces adaptacji i wzrostu wykorzystywania technologii cyfrowych lub komputerowych przez społeczeństwo, przedsiębiorstwa, sektory gospodarki, administrację publiczną itd. Obok pojęcia gospodarki cyfrowej (*digital economy*) funkcjonuje także wiele innych terminów określających nowy model gospodarki, takich jak: e-gospodarka (*e-economy*), gospodarka sieciowa (*network economy, mesh economy*), gospodarka oparta na danych (*data economy*), gospodarka bitów (*bit economy*), gospodarka oparta na cyfrowym dostępie (*access economy*), gospodarka oparta na platformach (*platform economy*), gospodarka oparta na popycie (*on-demand economy*).<sup>1</sup>

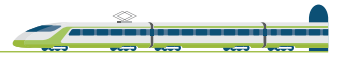
Odpowiedzią na wyzwania związane z szybkim rozwojem technologii cyfrowych jest **TRANSFORMACJA CYFROWA** (*digital transformation*) różnych sfer działalności gospodarczej. Transformacja cyfrowa jest szczególnym rodzajem przemiany organizacyjnej przedsiębiorstwa, sektora oraz całych łańcuchów dostaw, która następuje wskutek wykorzystywania cyfrowych technologii oraz nowych modeli biznesowych w celu osiągnięcia lepszych wyników działalności gospodarczej.

Transformacja cyfrowa wpływa na trzy obszary organizacji<sup>2</sup>:

- kształtowanie relacji z klientami - zrozumienie potrzeb klientów, wprowadzenie wielu kanałów komunikacji z klientami oraz wzbogacenie form samoobsługi
- procesy operacyjne - procesy wewnętrzne organizacji i środowisko pracy, a także mechanizmy monitorowania wydajności
- model działania organizacji - jakie produkty/usługi organizacja dostarcza i na jakie rynki.

W raporcie opracowanym w 2015 roku przez firmę konsultingową Roland Berger na zlecenie Federalnego Związku Przemysłu Niemieckiego (BDI)<sup>3</sup> na podstawie badania kluczowych dla niemieckiej i europejskiej gospodarki sektorów zidentyfikowane zostały **CZTERY DŹWIGNIE PROCESU TRANSFORMACJI CYFROWEJ**:





Pod wpływem postępującej cyfryzacji na rynku coraz częściej zaczynają między sobą konkurować tradycyjne przedsiębiorstwa oraz przedsiębiorstwa wykorzystujące **NOWE MODELE BIZNESOWE**, oferujące:

- różnorodne produkty i usługi (*multi-products/services*)
- produkty łączące różne branże (*connected products*)
- wbudowane usługi (*embedded services*)
- współdzielone produkty i usługi (*shared products/services*)  
docierające do klientów za pomocą omni-kanałów marketingowych.

Autorzy książki pt. *Digital Vortex* wprowadzają pojęcie „**CYFROWEGO WYWRÓCENIA**” (*digital disruption*), które definiują jako rezultat wpływu cyfrowych technologii i modeli biznesowych na wartość oferowaną przez firmę oraz jej pozycję rynkową<sup>4</sup>. W przeciwieństwie do pojęcia innowacji przełomowej (*disruptive innovation*), wprowadzonej przez Ch. Christensena, która przerywa tok dotychczasowego rozwoju technologii, istotą cyfrowego wywrócenia jest wpływ na konkurencję na rynku, który jest wynikiem zastosowania nowych modeli biznesowych przy jednoczesnym wykorzystywaniu nowych technologii.

**Transformacja cyfrowa to integracja technologii cyfrowych i procesów biznesowych przedsiębiorstwa, zmieniająca wartość oferowaną przez firmę oraz jej pozycję rynkową, w wyniku czego przedsiębiorstwo może doprowadzić do „cyfrowego wywrócenia” swoich konkurentów.**

Autorzy przewodnika *Digital Transformation* wskazują modele biznesowe, które w najbardziej znaczący sposób wywróciły dotychczasowe sprawdzone schematy działania firm (*hyper-disruptive business models*). Są to m.in. modele: subskrypcja, freemium, za darmo, przestrzeń rynkowa, dostęp bez zakupu, na żądanie, ekosystem. Przedsiębiorstwa, które w ostatnich latach dokonały najbardziej spektakularnych „zakłóceń”, stosując różne połączenia nowych modeli, wykorzystując zasadę dekompozycji źródeł wartości na cyfrowe elementy składowe, które są następnie poddawane ponownej rekonfiguracji, umożliwiając powstawanie zupełnie nowych odmian modeli biznesowych<sup>5</sup>.

W gospodarce cyfrowej zmienia się istotnie podejście do dotychczasowych zasad funkcjonowania podmiotów na rynku i punktów ciężkości w budowaniu **WARTOŚCI DODANEJ**. Stosowane przez przedsiębiorstwa **CYFROWE MODELE BIZNESOWE** według wartości dostarczanej swoim klientom można połączyć w trzy grupy. Są to modele oparte o wartość kosztową, o wartość doświadczenia lub o wartość platformy. Coraz większą rolę odgrywać będą te ostatnie.

## KLUCZOWE CZYNNIKI W TWORZENIU WARTOŚCI DODANEJ ORAZ PRZEWAGI KONKURENCYJNEJ



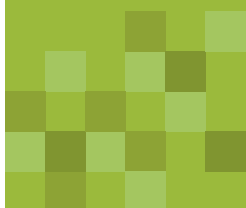
Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu: Accenture Technology Vision, 2016, s. 43, <https://www.accenture.com/pl-pl/insight-technology-trends-2016> (10.07.2017).

**PLATFORMY INTERNETOWE** są miejscem oferowania rozproszonych w skali globalnej zasobów i przyczyną rekonfiguracji (bądź konfiguracji w przypadku nowych przedsięwzięć) łańcuchów wartości<sup>6</sup>. Platformy wykorzystują efekty powstające wskutek budowania nowych modeli, opartych na otwartych ekosystemach i kreujących nową wirtualną wartość dodaną. Pozwala to przedsiębiorstwom na przenoszenie kompetencji między sektorami, a więc tworzenie nowych produktów i usług w krótkim czasie. Platformy kreują wartość dla wszystkich swoich uczestników wykorzystując zasoby, które nie są ich własnością, dlatego osiągają dużo wyższą dynamikę wzrostu niż w przypadku tradycyjnych modeli biznesowych. Podczas kiedy wiodące przedsiębiorstwa w erze przemysłowej wykorzystywały korzyści skali oparte na podaży, dzisiejsi liderzy działają w oparciu o stronę popytową, przynoszącą **KORZYŚCI SIECIOWE**. Te korzyści nie są równoznaczne przewadze cenowej lub korzyści marek. Platformy czerpią znaczną część wartości od klientów, których obsługują<sup>7</sup>.





# TECHNOLOGIE I ROZWIĄZANIA WSPIERAJĄCE TRANSFORMACJĘ CYFROWĄ







U podstaw transformacji cyfrowej leży wykorzystanie wielu technologii wspierających ten proces.

Kluczową rolę miał rozwój **INTERNETU**, który od końca lat 90. XX wieku stał się dostępny nie tylko dla zamkniętych grup użytkowników instytucjonalnych, ale i dla użytkowników indywidualnych. Według danych Internet Live Stats i raportu *Global Digital Snapshot* w sierpniu 2017 roku na świecie było prawie 3,8 miliardów użytkowników internetu (czyli ok. 51% mieszkańców globu), w tym 3 miliardy korzystało z mediów społecznościowych. Internet stał się podstawą rewolucji cyfrowej, umożliwiając tworzenie nowych modeli biznesowych, w tym handlu elektronicznego (*e-commerce*).



Dzięki wszechobecnej łączności (*hyperconnectivity*) dziś zachodzą wielostronne interakcje: człowiek - człowiek (*people-to-people* - P2P), człowiek - maszyna (*people-to-machine* - P2M), a także odbywa się zautomatyzowana wymiana danych między urządzeniami końcowymi (*machine-to-machine* - M2M).

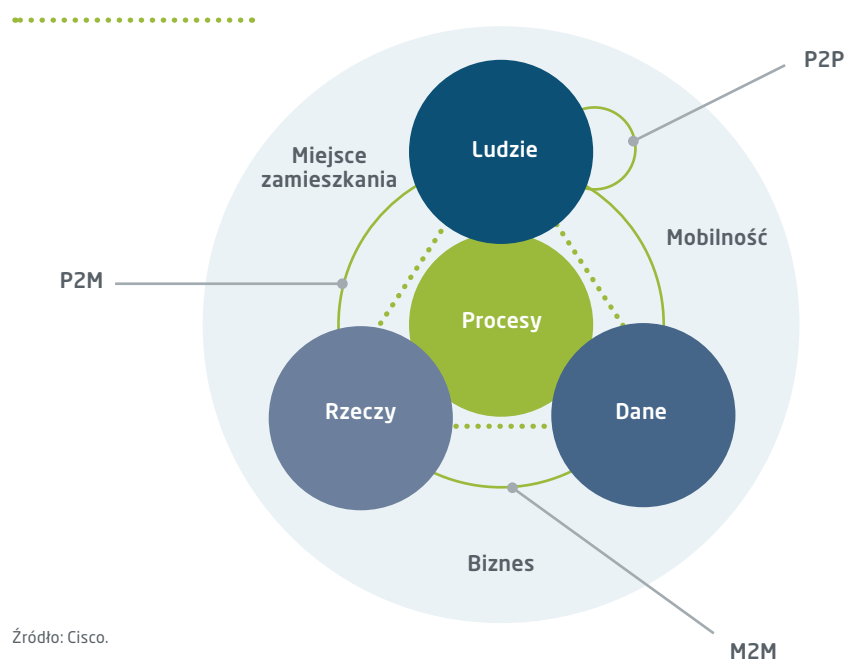
Według firmy Cisco od 2009 roku, kiedy po raz pierwszy liczba urządzeń podłączonych do internetu przekroczyła liczbę ludności, można mówić o **INTERNECIE RZECZY**. Internet rzeczy (rozumiany jako ekosystem) nie rozszerza zastosowania internetu, lecz wprowadza nowe usługi wykorzystujące interakcje P2M oraz M2M. Według szacunków ABI Research wartość dodana usług wykorzystujących internet rzeczy (*IoT-related value-added services*) na świecie może wzrosnąć do 2018 roku do 120 mld USD. Aby uzyskać jednak wartość biznesową z zastosowania IoT, konieczne jest odpowiednie podejście do analizy danych oraz wdrażanie automatyzacji. Internet rzeczy jest jednym z głównych czynników napędzających procesy transformacji w strategii *Cyfryzacji europejskiego przemysłu*, przyjętej przez Komisję Europejską w kwietniu 2016 roku.



W 2014 roku doszło do tzw. mobilnej rewolucji – po raz pierwszy liczba użytkowników korzystających z internetu za pomocą urządzeń mobilnych przekroczyła liczbę podłączonych do sieci komputerów stacjonarnych. Szacuje się, że liczba użytkowników mobilnego internetu w połowie 2017 roku przekroczyła 5 miliardów. Coraz więcej posiadaczy smartfonów i tabletów poszukuje informacji, dokonuje zakupów i płatności bankowych za pomocą **MOBILNEGO INTERNETU**. Użytkownik smartfonu co miesiąc przesyła średnio 2,3 Gb danych. Łącznie urządzenia mobilne generują ok. 54% ruchu internetowego. W USA już się mówi o zjawisku *mobile-first*, które oznacza, że w różnych sytuacjach, kiedy potrzebna nam jest informacja o usłudze lub produkcie, w pierwszej kolejności sięgamy po urządzenie mobilne, jakie mamy w zasięgu ręki. Jak wynika raportu mShopper 2.0, który został przygotowany w marcu 2016 roku przez Mobile Institute na zlecenie Allegro i pod patronatem Izby Gospodarki Elektronicznej, ponad połowa Polaków, robiąc zakupy przez internet, korzysta z urządzeń mobilnych (*m-commerce*), a z bankowości mobilnej (*m-banking*) korzysta 53% posiadaczy smartfonów.

W 2015 roku na rynek masowy trafiły także urządzenia ubieralne (*wearable devices*) oraz beacons – małe nadajniki sygnału radiowego mogące komunikować się ze smartfonami. Coraz częściej mówi się o **INTERNECIE WSZECHRZECZY** (*Internet of Everything - IoE*), który oznacza sieć przedmiotów, danych, procesów i ludzi ciągle podłączonych do internetu za pośrednictwem urządzeń, takich jak komputery, smartfony i tablety, czy też za pomocą oprogramowania, które umożliwia stałą łączność, a także różnego rodzaju czujników i sensorów zarówno w przypadku gospodarstw domowych, jak i przemysłu.

## INTERNET WSZECHRZECZY



Źródło: Cisco.



Dla przykładu, w firmie ABB koncepcja ta nazywana jest internetem rzeczy, usług i ludzi (*Internet of Things, Services and People* - IoTSP). Kolejnym etapem ewolucji koncepcji IoT będzie m.in. internet robotów (*Internet of Robotic Things* - IoRT).<sup>8</sup>

Według szacunków firmy Cisco, która wprowadziła pojęcie IoE, w 2020 roku na świecie będzie ponad 50 mld podłączonych do sieci urządzeń, a ilość przesyłanej informacji zwiększy się do 45 Zettabajtów. Uważa się, że internet wszechrzeczy spowoduje znacznie większą rewolucję niż internet i telefonia komórkowa razem wzięte.

Ułatwić przetwarzanie danych ma tzw. **CHMURA OBLICZENIOWA** (*cloud computing*), czyli model rozproszonego przetwarzania danych, oparty na użytkowaniu usługi dostarczonej przez zewnętrzne podmioty, dostępnej na żądanie w dowolnej chwili oraz skalującej się w miarę zapotrzebowania. Jest to alternatywa dla własnego centrum danych (*data center*), niewymagająca poniesienia znaczących kosztów inwestycyjnych związanych z wybudowaniem odpowiedniej infrastruktury IT.

Wyróżnia się trzy rodzaje chmury obliczeniowej: prywatną, publiczną i hybrydową. Oprócz tego, aby sprostać oczekiwaniom wszystkich użytkowników, chmury obliczeniowe dostarcza się w kilku modelach. Najbardziej popularne rozwiązania to:

- oprogramowanie jako usługa (*Software as a Service* - **SaaS**)
- platforma jako usługa (*Platform as a Service* - **PaaS**)
- oraz infrastruktura jako serwis (*Infrastructure as a Service* - **IaaS**).

Jeszcze jednym modelem jest „wszystko jako serwis” (*Anything (X) as a Service* - XaaS), wykorzystujący chmurę hybrydową oraz jeden z pozostałych modeli lub ich kombinację.

Wraz z lawinowym wzrostem ilości tworzonych, przesyłanych i przechowywanych danych zwiększa się zapotrzebowanie także na zaawansowane narzędzia analityczne *Big Data* (BDA), a także usługi *Big-Data-as-a-Service* (BDaaS). Coraz więcej firm skupia się na dostarczaniu usług w ramach czegoś, co Gartner nazywa siatką urządzeń (*device mesh*), czyli rozszerzającego się zbioru punktów końcowych, których ludzie używają w celu uzyskiwania dostępu do aplikacji i informacji albo w celu podejmowania interakcji z innymi ludźmi, społecznościami, rządami i firmami.

Połączenie technologii teleinformatycznych, przemysłu i internetu rzeczy leży u podstaw koncepcji **PRZEMYSŁ 4.0** oraz **PRZEMYSŁOWY INTERNET RZECZY** (*Industrial Internet of Things* - IIoT), w których obniżenie kosztów, poprawa wydajności, a także oferowanie udoskonalonych produktów i usług uwzględniających preferencje i zachowania konsumentów mają być osiągnięte dzięki automatyzacji produkcji, opartej na wykorzystaniu i wymianie danych w czasie rzeczywistym, przy użyciu wielu technologii.

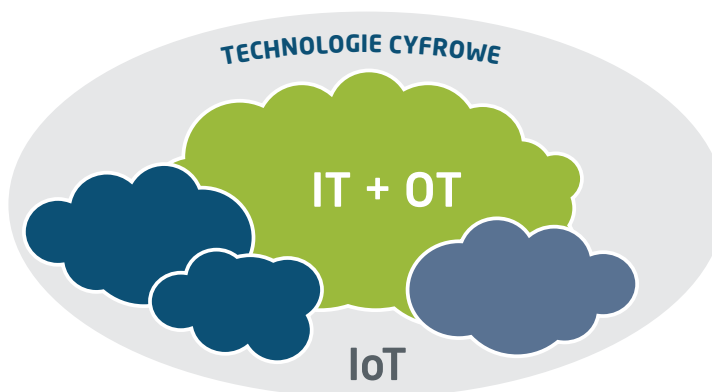




Do wdrożenia koncepcji przemysłowego internetu rzeczy konieczne jest połączenie ze sobą dwóch obszarów: systemów IT (*information technology* - IT), które służą do zarządzania procesami biznesowymi i relacjami z klientami, wspomagają podejmowanie kluczowych decyzji na temat sposobu działania przedsiębiorstwa, oraz automatyki przemysłowej (*operational technology* - OT), które służą natomiast do monitorowania warunków pracy urządzeń, sterowania oraz do kontroli procesów. Różnice pomiędzy IT i OT leżą nie tylko w odmiennym oprogramowaniu, ale też w wymaganiach stawianych tym systemom, implementowanych standardach, a nawet w sposobie pracy osób obsługujących poszczególne systemy.

### INTEGRACJA SYSTEMÓW IT Z SYSTEMAMI STEROWANIA PRODUKCJĄ (OT)

.....



Jednym z głównych trendów w 2016 roku stała się automatyzacja w zarządzaniu IT, wykorzystująca inteligentną infrastrukturę, tj. urządzenia IT lub systemy, które potrafią automatycznie (bez ingerencji człowieka) wykrywać problemy i samodzielnie je usuwać. W celu zapewnienia bezpieczeństwa, niezawodności oraz zachowania ciągłości biznesowej **SAMONAPRAWIAJĄCE SIĘ SIECI** (*Self-Healing Networks* - SHN) oferują autodiagnostykę, automatyzację w zarządzaniu i naprawie, a także odporność na cyberataki oraz zdolność do usuwania ich skutków. Koncepcja samonaprawiających się sieci powstała, aby zminimalizować czas przestoju pomiędzy identyfikacją problemu a jego rozwiązaniem. Proces ten obejmuje także przewidywanie zdarzeń. Lepsza niezawodność to obecnie w dużej mierze zasługa wirtualizacji, chmury i sieci definiowanych programowo (*Software-Defined Networks* - SDN). Proaktywne podejście oraz wdrażanie samonaprawiających się systemów będzie pozytywnie wpływać na trzy zasadnicze obszary: bezpieczeństwo, realne oszczędności finansowe oraz produktywność<sup>9</sup>.

# KIERUNKI CYFRYZACJI W TRANSPORCIE KOLEJOWYM









Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa oznacza wiele wyzwań dla przyszłościowego rozwoju kolei. W odpowiedzi na te wyzwania w sektorze kolejowym powstały nowe koncepcje i rozwiązania. Zakładają one wdrażanie najnowszych technologii we wszystkich obszarach działalności transportu kolejowego: produkcji, sterowania ruchem kolejowym, zarządzania infrastrukturą liniową i punktową, organizacji procesu przewozów.

Technologie informacyjne i teleinformatyczne są wykorzystywane na kolei od lat 70. XX wieku. Dla przykładu, opracowany już wtedy system cyfrowego oznaczania wagonów towarowych i osobowych jest używany do dziś. System ten dla pojazdów trakcyjnych zaczęto wprowadzać dopiero w drugim dziesięcioleciu XXI wieku. W kolejnym etapie procesu informatyzacji kolei nastąpiło m.in. powszechne stosowanie komputerowego wspomaganie przy projektowaniu konstrukcji taboru. Pozwoliło to w wielu przypadkach dokonać optymalizacji masy pojazdów przy jednoczesnym poprawieniu wytrzymałości. Stały rozwój narzędzi projektowych pozwala na optymalizację procesu doboru poszczególnych elementów układu napędowego oraz wszystkich układów pomocniczych, co skutkuje coraz większą energooszczędnością pojazdów. Stosowanie cyfrowych rejestratorów danych, cyfrowych układów sterowania poszczególnymi podsystemami, a także całym pojazdem pozwala na zdalny monitoring, diagnostykę i zapobiegawcze utrzymanie pojazdów, pozwalające na znaczne zwiększenie dostępności taboru poprzez ograniczenie awaryjności. Prawdziwa rewolucja cyfrowa na kolei nastąpi jednak dopiero wówczas, gdy coraz większa liczba układów i podsystemów zostanie w pełni zintegrowana nie tylko w obrębie pojedynczych pojazdów, ale również będzie zintegrowana z elementami infrastruktury i suprastruktury, tj. obrębie całych ekosystemów kolejowych.

#### A ROADMAP FOR DIGITAL RAILWAYS



W marcu 2016 roku branżowe organizacje kolejowe CER, CIT, EIM i UIC opublikowały dokument pt. *A Roadmap for Digital Railways*, w którym za główne kierunki wykorzystania technologii cyfrowych w transporcie kolejowym w Europie uznano<sup>10</sup>:

- kreowanie oferty „usieciwionej kolei” (*connected railways*), wykorzystującej niezawodną łączność, zapewniającej bezpieczeństwo, wydajność i atrakcyjność usług kolejowych
- poprawę satysfakcji klientów poprzez oferowanie wartości dodanej dla pasażerów
- zwiększenie przepustowości, niezawodności i efektywności kolei m.in. poprzez automatyzację procesów
- poprawę konkurencyjności kolei poprzez optymalne wykorzystywanie danych.



W dalszej części raportu zostały przedstawione wybrane przykłady pokazujące zakres cyfryzacji w transporcie kolejowym.

## 1. CONNECTED COMMUTER: CYFROWE USŁUGI DLA PODRÓŻNYCH

W ostatnich pięciu latach największy postęp w transporcie kolejowym w Europie można było obserwować w zakresie kreowania przejrzystego systemu komunikacji z klientem:

- strony internetowe przewoźników zostały rozbudowane i unowocześnione
- powstały mobilne aplikacje z informacją o ruchu pociągów w czasie rzeczywistym oraz możliwością zakupu biletu których funkcjonalność jest rozszerzana o dodatkowe usługi
- wdrażane są nowoczesne systemy dynamicznej informacji pasażerskiej na dworcach i przystankach kolejowych.

Przykładem aplikacji mobilnej, w której informacja ruchu pociągów została rozszerzona o plany stacji kolejowych, strefy handlowe i inne połączone usługi jest „ADIF on your mobile”, uruchomiona przez zarządcę infrastruktury w Hiszpanii.

### APLIKACJA „ADIF ON YOUR MOBILE”



Wielu przewoźników w latach 2016-2017 uruchomiło multimedialne portale, z których podróżni mogą skorzystać w pociągu. Austriacki ÖBB używa swojej usługi Railnet do określenia podróżowania w stylu "railaxed". Usługa obejmuje informacje o podróży w czasie rzeczywistym, inforozrywkę na pokładzie pociągu (ORF TVthek) oraz dostęp do bezprzewodowego internetu. W Niemczech na większości tras kursowania pociągów międzyaglomeracyjnych (ICE) zapewniony jest dostęp do internetu, a w pierwszej klasie usługa ICE Portal. Planowane jest zapewnienie dostępu do WLANu w drugiej klasie. W Rosji od października 2016 roku pasażerowie klasy biznes i pierwszej klasy, podróżujący pociągami dużych prędkości Sapsan między Moskwą i Sankt Petersburgiem, mogą korzystać z portalu, który zapewnia dostęp do internetu, zasobów filmowych i muzycznych, audiobooków, prasy. Dodatkowo można znaleźć informację o nadchodzących wydarzeniach kulturalnych odbywających się w „dwóch stolicach”, odbyć wirtualną wycieczkę po pociągu, obejrzeć kursy z wybranych dziedzin, a także rozszerzyć swoją wiedzę o kolei. W planach na 2017 rok jest wdrożenie modułu, który pozwoli na zamówienie ze swego miejsca posiłku w wagonie restauracyjnym. We wszystkich omówionych przypadkach usługi inforozrywki (za opłatą lub bezpłatnie) najpierw są wprowadzane dla pasażerów w wyższych klasach podróży, a następnie w klasie ekonomicznej. Z systemu inforozrywki mogą również korzystać pasażerowie pociągów dużych prędkości Siemens Velaro D w Turcji, kursujących na trasie Ankara - Konya oraz Ankara - Istanbuł.

## ROZWIĄZANIE "ALWAYS CONNECTED" DLA PASAŻERÓW POCIĄGÓW SIEMENS VELARO W TURCJI



### INTERNET ACCESS

AAA = Authentication, authorization and accounting



### ACCESSABILITY

In-seat displays  
on board monitors  
mobile devices  
satellite connection



### COMMERCE

advertisement



### MOBILITY INFO

coach related info  
routes, platforms,  
connections



### WAYFINDING

directions  
moving map  
station maps



### INFORMATION

current news, weather  
info, announcements,  
driver view camera



### NEWS

newspapers, RSS feeds



### VIDEO ON DEMAND

plugin-free, payment,  
video games



### AUDIO ON DEMAND

playlists, albums



### LIVE TV/Radio

IP-TV streams  
IP-radio streams



### e-READING

books, magazines





Aby zapewnić podróżnym lepszą jakość mobilnego internetu w pociągach, naukowcy z Siemens Corporate Technology w Wiedniu opracowali specjalną selektywną powłokę na okna. Szyby okienne powlekane są specjalną przezroczystą warstwą na bazie tlenku metalu. Zostaje ona utleniona w wyznaczonych miejscach za pomocą lasera, co pozwala sygnałowi radiowemu o określonej częstotliwości przechodzić przez barierę bez zniekształceń, podczas gdy sygnał radiowy o innych częstotliwościach jest tłumiony.

Rozwiązanie Siemens zostało przetestowane w pociągach ÖBB. Dzięki innowacyjnej powłoce udało się uzyskać siłę sygnału 50-krotnie mocniejszą w porównaniu do innych istniejących rozwiązań. Czas „dobrego” dostępu do sygnału 4G wzrósł o 33%. Jednocześnie testy wykazały, że szyby wciąż zachowują swoje parametry redukujące temperaturę i nie ograniczają w żaden sposób widoczności, zarówno w dzień, jak i w nocy. W niektórych przypadkach, okno może uzyskać zwiększoną wydajność energetyczną, co przekłada się na większy komfort dla pasażerów. Innowacyjne okna zostaną po raz pierwszy zainstalowane w pociągach ekspresowych Rhein-Ruhr-Express (RRX), które wejdą do eksploatacji w Niemczech w drugiej połowie 2018 roku.





## 2. MAAS: W KIERUNKU INTERMODALNEJ MOBILNOŚCI MIEJSKIEJ

Pod wpływem procesu cyfryzacji gospodarki i społeczeństwa wymogiem współczesnej mobilności staje się efektywne wykorzystanie czasu oraz funkcjonowanie w dwóch równoległych światach: rzeczywistym i wirtualnym. Pozwalają na to nowoczesne urządzenia mobilne, np. netbooki, tablety, smartfony, a także urządzenia do komunikacji głosowej i obrazowej między człowiekiem a systemem cyfrowym (Amazon Echo oraz Amazon Echo Look), które wykształciły wirtualną mobilność (*virtual mobility*). Mówi się o powstaniu nowego typu osobowości *homo mobilis*, którą cechują m.in. nowe rozumienie wolności i komfortu życiowego, cybermentalność, potrzeba ciągłego bycia online, dostępu do internetu i komunikowania się za pomocą mediów społecznościowych, a także potrzeba nowych zindywidualizowanych produktów i usług, w pełni dopasowanych do wartości, stylu życia, uczuć i marzeń.

Przejawem tzw. **INTELIGENTNEJ MOBILNOŚCI (SMART MOBILITY)** jest dążenie do optymalnego - z punktu widzenia całego systemu - wykorzystywania środków różnych gałęzi transportu, czyli zapewnienie intermodalności.

Można nawet mówić o „kulturze nanosekundy”, kiedy wszystko ma być dostępne natychmiast, czyli na żądanie (*on demand*). Sprostac tym oczekiwaniom mają nowe koncepcje mobilności, które przyjmują różnorodne nazwy: *mobility on demand*, *any time mobility*, *networked mobility*, *integrated mobility*. Jednocześnie koncepcje rozwoju mobilności miejskiej, które pojawiły się w ostatnich latach, są ściśle powiązane z rozwojem koncepcji inteligentnego miasta (*smart city*)<sup>11</sup>.





Każda z nowych modeli cechuje się „usieciowieniem” (*connected*), czyli zapewnioną możliwością dostępu do sieci internetowej oraz systemów teleinformatycznych, pozwalających na szybkie sprawdzenie aktualnej informacji o podróży, w celu wyboru i zaplanowania najbardziej dogodnego sposobu podróżowania, dokonanie niezbędnych rezerwacji i zapłaty za bilety. Powstające w oparciu o platformy elektroniczne i aplikacje rozwiązania określono mianem **MOBILNOŚCI JAKO USŁUGI** (*Mobility as a Service - MaaS*). MaaS jest zbudowana na platformie internetowej, z wykorzystaniem chmury obliczeniowej, a zatem w modelu „na życzenie”, która integruje informacje na temat wszystkich zasobów potrzebnych do zaplanowania podróży od jej początku aż po sam koniec (czyli *door-to-door*). MaaS umożliwia analizę scenariuszy podróży z wykorzystaniem różnych gałęzi i środków transportu - publicznych i prywatnych, rezerwację oraz zakup biletów, uwzględnienie dostępu do miejsc ważnych dla podróżującego na trasie przejazdu, aktualny poziom zatłoczenia, roboty drogowe, czy też zdarzenia niezaplanowane, monitorowane on-line. Jest to aplikacja dostępna poprzez urządzenia mobilne umożliwiającą dokonywanie wyboru sposobu podróży (także w czasie rzeczywistym) zgodnego z przyjętymi przez podróżującego kryteriami istotności, np. koszt, poziom emisji dwutlenku węgla lub czas.

Mobilność *on-demand* charakteryzuje się możliwością płacenia tylko za funkcjonalność, która rzeczywiście została wykorzystana (*pay-as-you-use, pay-as-you-go*). *Mobility on-demand* to także - z perspektywy użytkownika - wzrost elastyczności i możliwość dopasowania zasobów związanych z mobilnością do rzeczywistych potrzeb bez względu na to, w którym miejscu użytkownik się aktualnie znajduje<sup>12</sup>.

Przykładem rozwiązań, których celem jest utworzenie w przyszłości zintegrowanej multimodalnej platformy dla podróżnych (*multimodal full-service mobility platform 4.0*), są aplikacje mobilne rozwijane przez Deutsche Bahn:

- **DB Navigator** - aplikacja umożliwiająca planowanie podróży od drzwi do drzwi i rezerwację podróży (w tym na S-Bahn, metro, tramwaj i autobus wraz z geolokalizacją GPS i nawigacją pieszych odcinków), a także wyszukiwanie tanich biletów na pociągi dalekobieżne (*Sparpreis*), dostarczająca informacje w czasie rzeczywistym, w tym powiadomienia o opóźnieniach typu *push*, również dla osób dojeżdżających, pozwalająca na przechowywanie biletów na smartfonie (m.in. Apple Wallet) i zarządzanie nimi. W pierwszym kwartale 2017 roku za pomocą mobilnej aplikacji zakupiono 6,7 mln biletów (czyli 37 tys. rezerwacji dziennie)
- **Call a bike app** - aplikacja do rezerwacji rowerów dostępnych na ok. 50 stacjach
- **Finkster app** - możliwość zarezerwowania samochodu, w tym elektrycznego, w systemie car-sharing na ok. 1700 stacjach
- **Qixxit** - planer multimodalnej podróży.

## APLIKACJE MOBILNE DLA PASAŻERÓW DEUTSCHE BAHN TWORZĄCE OFERTĘ PODRÓŻY MULTIMODALNEJ



Źródło: Deutsche Bahn 2016.

Z kolei stworzony przez Siemens pakiet rozwiązań informatycznych **SiMobility** nie tylko upraszcza planowanie, poprawia komfort podróżowania pasażerów, zapewniając im dostęp do informacji przed, w trakcie i po podróży, ale także optymalizuje proces płatności za przejazd (*smart ticketing*).

## PAKIET ROZWIĄZAŃ SIMOBILITY

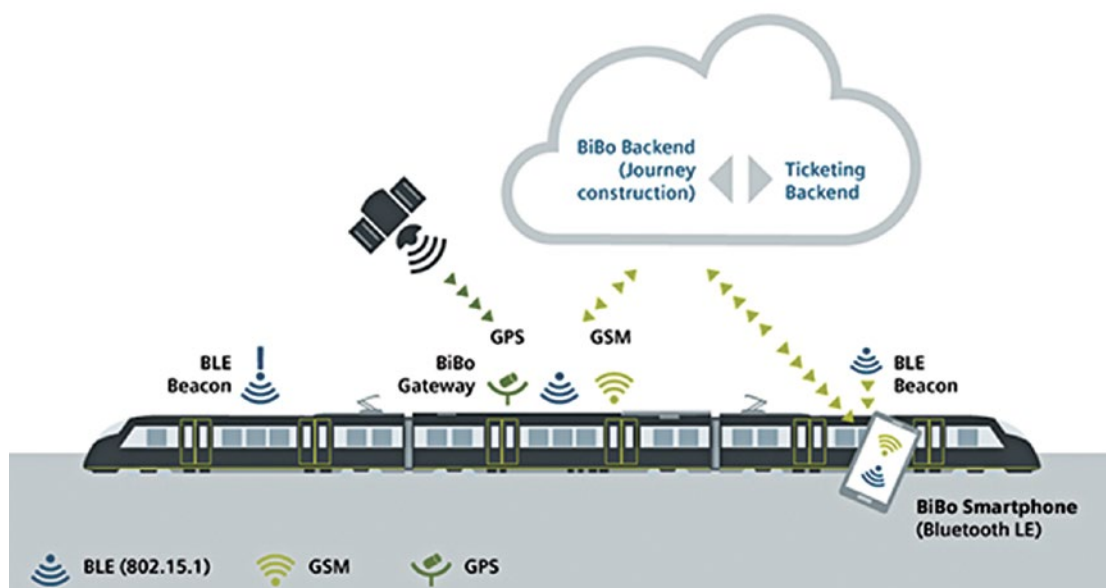




Jedną z głównych jej aplikacji jest *Be-in/Be-out* (BiBo), czyli system automatycznego rozliczania opłat za przejazd. W momencie wsiadania pasażera do pociągu jego smartfon wykrywa zainstalowane w pojeździe beacons, wykorzystujące energooszczędną technologię *Bluetooth Low Energy* (BLE), które uruchamiają aplikację BiBo. Po zakończeniu podróży system automatycznie naliczy i pobierze opłatę za faktycznie pokonaną trasę, najkorzystniejszą kosztowo dla podróżnego.

## TECHNOLOGIE WYKORZYSTYWANE W APLIKACJI BIBO

.....



Po raz pierwszy na świecie rozwiązanie BiBo wdrożono w ramach projektu *Smart Mobility* dla pasażerów korzystających z pociągów szwajcarskiego przewoźnika Südostbahn Switzerland (Swiss South Eastern Railways, SOB).





## KORZYŚCI WDROŻENIA APLIKACJI BIBO W PORÓWNIANIU Z TRADYCYJNYMI ROZWIĄZANIAMI

.....



Doceniając innowacyjność rozwiązania na miarę ery cyfrowej, za rozwijanie platformy SiMobility oraz pionierskie wdrażanie aplikacji BiBo firma Siemens została nagrodzona prestiżową nagrodą **Transport Ticketing Global Award w kategorii 2017 Digital Champion**.

Rozwiązania Siemens na rzecz **INTELIĞENTNEJ MOBILNOŚCI MIEJSKIEJ** oprócz cyfrowych usług dla podróżnych i automatycznego rozliczania opłat za przejazd obejmują również rozwój systemów autonomicznych (metro), a także platform cyfrowych, które wykorzystują narzędzia BDA i umożliwiają m.in. zapobiegawcze utrzymanie infrastruktury i taboru.



### 3. PMAAS: CYFROWE USŁUGI W ZAKRESIE ZAPOBIEGAWCZEGO UTRZYMANIA TABORU

Cyfrowy dostęp do danych zrewolucjonizował procesy utrzymania infrastruktury i taboru. Analiza milionów danych przechwyconych przez sensory znajdujące się w kluczowych podzespołach pociągu i przekazanych za pomocą chmury obliczeniowej do centrów danych pomaga wykrywać potencjalne awarie z wyprzedzeniem, zapewniając utrzymanie tylko wtedy, gdy jest to wymagane (ale przed wystąpieniem awarii). Szczegółowa informacja o tym, jakie części najprawdopodobniej zawiodą w najbliższym czasie, umożliwia zapewnienie nawet do 100% dostępności taboru, ponieważ usterki są usuwane wtedy, kiedy pojazdy nie są w ruchu, zapobiegając potencjalnym awariom. Wskutek tego zapewniona jest wysoka niezawodność systemu, co zmniejsza zapotrzebowanie na rezerwy operacyjne (zwykle utrzymywane na poziomie 5-15%) i zwiększa efektywności wykorzystania taboru.

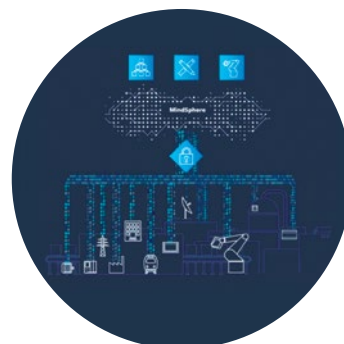


Wykorzystując skuteczną integrację zbiorów danych dotyczących utrzymania w chmurze z procesami biznesowymi i systemami IT, producenci taboru mogą oferować swoim klientom wiele nowych cyfrowych usług, takich jak:

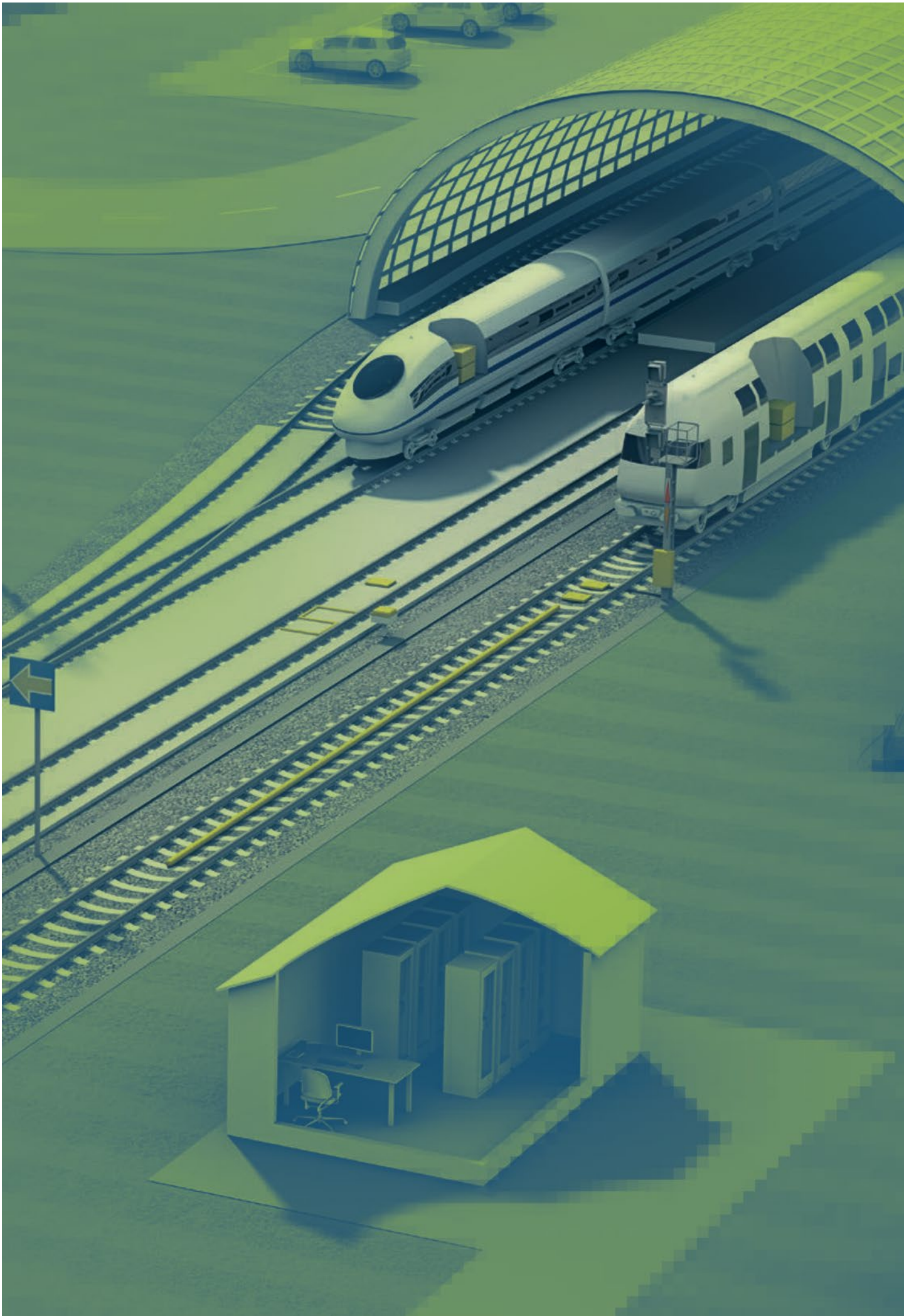
- Fault Detection as a Service
- **Predictive Maintenance as a Service (PMaaS)**
- Simulation as a Service.

Firma Siemens od lat rozwija usługi w zakresie zapobiegawczego utrzymania taboru i infrastruktury, które obejmują:

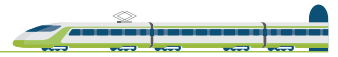
- **monitorowanie stanu i lokalizacji pojazdów i ich podzespołów w czasie rzeczywistym,**
- **zdalną diagnostykę,**
- **analizę przyczyny usterki,**
- **automatyczną wizualizację danych,**
- **algorytmy prewencyjnej analizy awarii.**



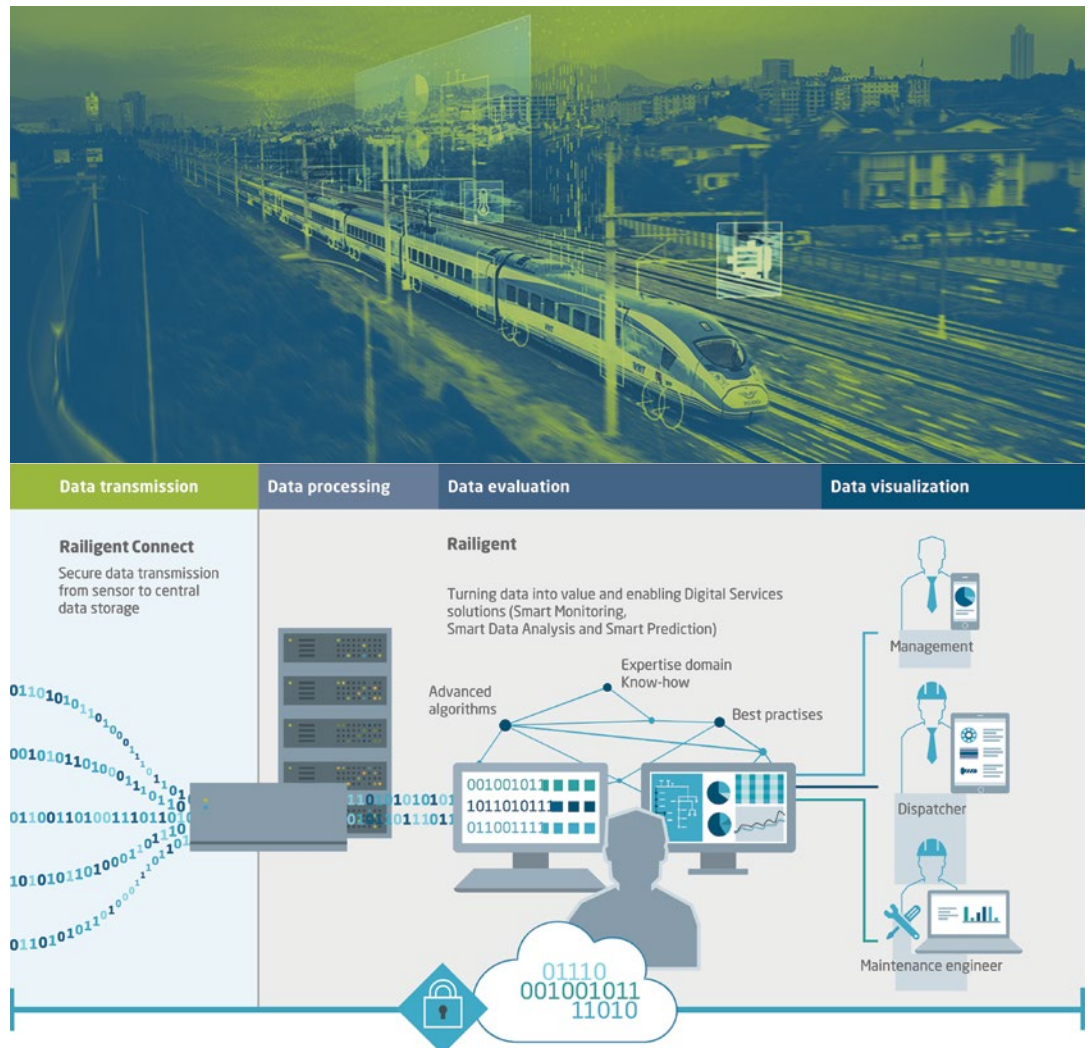
Tworzenie wartości dodanej nowych cyfrowych usług na miarę PMaaS jest możliwe dzięki wykorzystaniu opartej na chmurze platformy analitycznej danych przemysłowych **RAILIGENT** oraz **Mindsphere** - otwartego systemu operacyjnego dla internetu rzeczy.







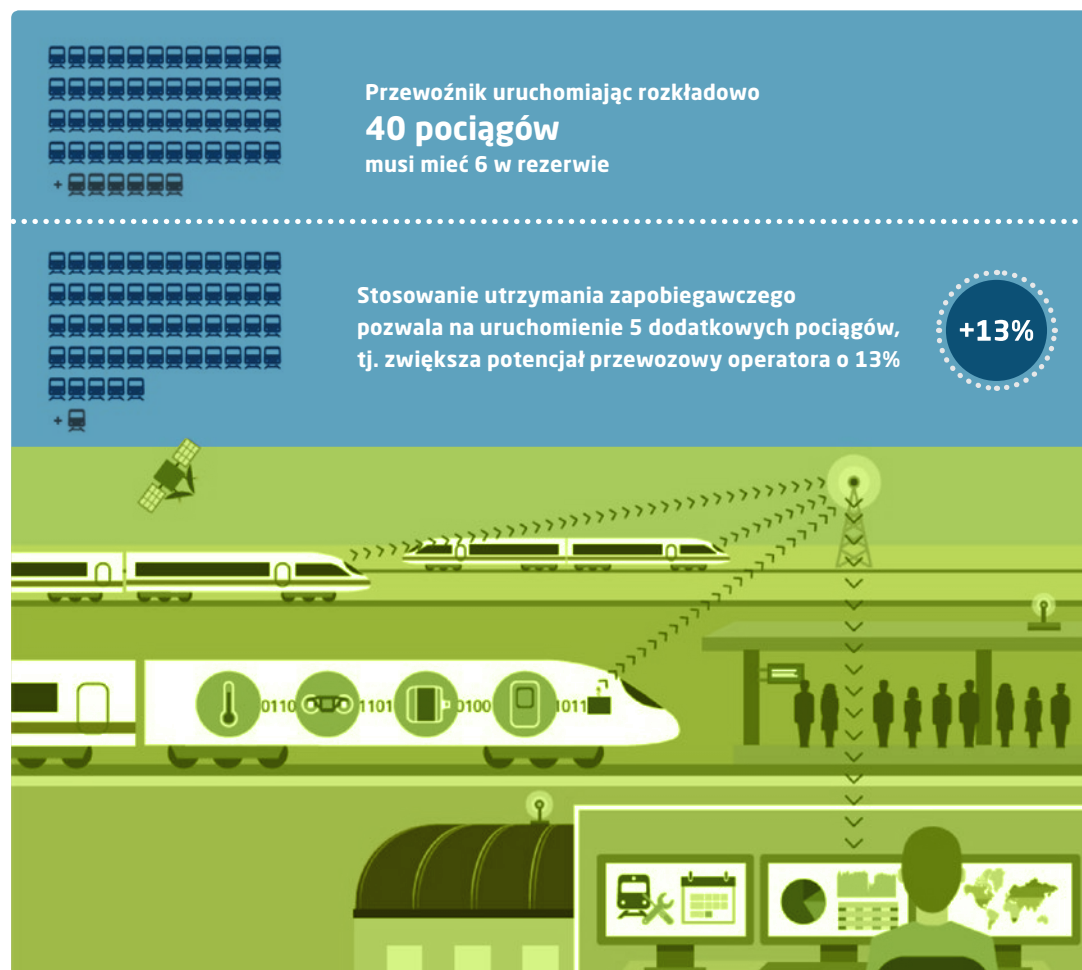
## CYFROWE USŁUGI OFEROWANE W RAMACH PLATFORMY RAILIGENT®



W lipcu 2017 roku niemiecki przewoźnik DB Cargo AG zlecił firmie Siemens wyposażenie swojej floty lokomotyw w system konserwacji zapobiegawczej opartej na ocenie stanu urządzenia. Głównym celem jest optymalizacja dostępności i efektywności ekonomicznej lokomotyw. Uaktualnienie dotyczy lokomotyw Siemens z serii 152 Europrinter ES64F i lokomotyw serii 170, 191 typu Vectron. W przypadku lokomotyw z serii 152, Siemens dokona modernizacji niezbędnych systemów telemetrycznych i połączy wszystkie lokomotywy z systemem „TechLOK” używanym przez DB Cargo. Umowa na świadczenie tej usługi została podpisana na okres sześciu lat.



## PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ I KORZYŚCI UZYSKIWANYCH Z ZASTOSOWANIA ZAPOBIEGAWCZEGO UTRZYMANIA



Linia kolejowa/ nazwa pociągu	Korzyści bezpośrednie	Wartość dodana
Barcelona - Madryt	Wykorzystywane przez RENFE w celu zapewnienia punktualności kursowania pociągów	Wzmocnienie konkurencyjności kolei w stosunku do linii lotniczych na tej trasie
Eurostar	Monitorowanie kluczowych podzespołów minimalizuje usterki, które mogły w znaczący sposób wpłynąć na opóźnienie pociągów kursujących przez tunele	Zapewnienie stabilności systemu i wzmocnienie wizerunku Eurostar
Russia Velaro	Maksymalizacja dostępności taboru	Promocja produktu flagowego
Thameslink	Osiągnięcie dostępności taboru na poziomie ponad 99,9%	Zapewnienie sieci połączeń kolejowych w Londynie

Źródło: Siemens AG 2017.



## 4. GOA4: WSPÓLDZIAŁANIE SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM

W transporcie szynowym spektakularny rozwój systemów autonomicznych do tej pory miał miejsce głównie w odniesieniu do zarządzania ruchem przewozami pasażerskimi w obrębie miast. W systemach metra, zarówno podziemnych, jak i naziemnych, automatyka odnosi się do procesu, za pomocą którego odpowiedzialność za zarządzanie ruchem pojazdów jest przenoszona z maszynisty na autonomiczny system sterowania. Czwarty stopień automatyzacji (*Grade of Automation - GoA*) odnosi się do systemu, w którym pojazdy są uruchamiane całkowicie bez personelu operacyjnego na pokładzie. Autonomiczne środki transportu w przyszłości będą ogrywały coraz większą rolę w systemach mobilności miejskiej<sup>13</sup>.

### STOPNIE AUTOMATYZACJI I STOSOWANE SYSTEMY STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

.....



Źródło: Siemens AG 2016.

**AUTOMATYCZNE LINIE METRA** są od dawna sprawdzonym przykładem stosowania systemów autonomicznych. Według danych UITP w 2016 roku w 37 miastach na całym świecie funkcjonowało 55 w pełni zautomatyzowanych linii metra o łącznej długości 803 km tras. Prognozy, oparte na analizie znajdujących się w fazie realizacji projektów, wskazują, że do 2025 roku będzie funkcjonowało ponad 2 300 km w pełni zautomatyzowanych linii metra. Jednym z liderów w tym segmencie rynku jest Siemens.

### PROJEKTY SIEMENSA W ZAKRESIE AUTONOMICZNYCH SYSTEMÓW METRA W LATACH 2008-2018

Wysoki stopień automatyzacji (GoA2)		Pełna automatyzacja (Go3-4)
Pekin, linia 10 (2008)	Stambuł, linia 1 (2010/12)	Norymberga, linia U3 (2006)
Budapeszt, linia 2 (2008)	Suzhou, linia 1 (2012)	Barcelona, linia 9 (2009)
Kanton, linie 4 i 5 (2008/10)	Guangzhou Guang-Fo (2010/12)	Paryż, linia 1 (2011)
Paryż, linie 3, 5, 9, 10, 12 (2009)	Chongqing, linia 1 (2011/12)	Sao Paulo, linia 4 (2012)
Algier, linia 1 (2010)	Pekin, Olimpia linia 8 (2012/13)	Budapeszt, linia 4 (2012)
Nankin, linie 1 i 2 (2009/10)	Nowy Jork, PATH (2017)	Kuala Lumpur (2017)
		Sofia (2018), Rijad (2018)

W lipcu 2017 roku w Kuala Lumpur – stolicy Malezji otwarta została całkowicie bezobsługowa linia metra, na której rozpoczęły kursowanie pociągi nowej generacji z rodziny SIEMENS INSPIRO.

Nowa linia Sungai-Buloh – Kajang jest pierwszą z trzech planowanych w projekcie transportu publicznego Klang Valley. Trasa ma długość 51 km i obsługuje 31 stacji. Dwanaście z nich otwarto w grudniu 2016 roku. Dziewiętnaście kolejnych zostało uruchomionych 17 lipca 2017 roku. W pobliżu nowej linii metra mieszka 1,2 mln ludzi. Łącznie 58 pociągów, kursujących średnio co 3,5 minuty, ma przewozić ok. 400 tys. pasażerów dziennie.





Pociągi z rodziny **SIEMENS INSPIRO** są pojazdami o budowie modułowej. Mogą posiadać od 3 do 8 wagonów w różnej konfiguracji. Platforma jest przystosowana do zabudowy systemów gromadzenia energii i bezobsługowego prowadzenia pojazdu. Kabina maszynisty może zostać wyposażona w drzwi awaryjne na czole pojazdu, istnieje również możliwość wydłużenia przedziału motorniczego i dodania oddzielnych drzwi dla obsługi pociągu. Możliwe jest przystosowanie składów Inspiro do eksploatacji w bardzo niskich temperaturach i do długotrwałego działania piasku. Pudło wagonu wykonane jest całkowicie z aluminium, co sprawia, że pociągi są lżejsze o kilkanaście ton względem innych podobnych pojazdów.

W najbliższych latach pociągi Inspiro zostaną dostarczone także do Sofii i Dubaju.

## PROJEKTY Z ZASTOSOWANIEM POCIĄGÓW Z RODZINY SIEMENS INSPIRO

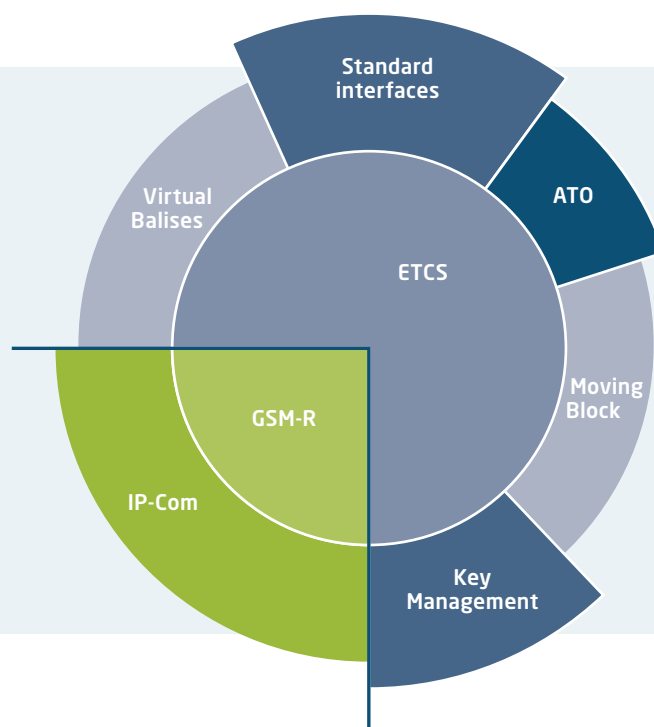
Miasto (kraj)	Liczba wagonów	Liczba i długość pociągów metra	Realizacja/Eksploracja
Warszawa	210	35 składów 6-wagonowych	2012-2014/od 2013
Kuala Lumpur (Malezja)	232	58 składów 4-wagonowych	od 2014/od 2017
Sofia (Bułgaria)	60	20 składów 3-wagonowych	od 2015/od 2018
Rijad (Arabia Saudyjska)	238	29 składów 2-wagonowych 45 składów 4-wagonowych	2017-2018/od 2019

Innowacyjne rozwiązania w zakresie automatyki kolejowej przynoszą cały szereg korzyści dla systemu kolejowego, jak również dla otoczenia, w którym ten system funkcjonuje:

- zwiększają przepustowość linii kolejowych i innych obiektów,
- poprawiają punktualność kursowania pociągów, co stabilizuje cały rozkład jazdy,
- wzmacniają bezpieczeństwo ruchu kolejowego,
- zwiększają wydajność energetyczną,
- zmniejszają zużycie elementów i ograniczają hałas.



Poza projektami wdrożenia autonomicznego ruchu pociągu na liniach metra (w systemach zamkniętych z krótkimi czasami następstw pociągów i bardzo wysoką częstotliwością ich kursowania) wyzwaniem pozostaje wprowadzanie automatycznego ruchu pociągów - ATO (*Automatic Train Operation*) na obszarach zurbanizowanych dla pociągów regionalnych i dalekobieżnych. Rozwiązaniem jest **WSPÓŁDZIAŁANIE SYSTEMÓW ATO Z ETCS** (*European Train Control System*). W tym przypadku ETCS zapewnia niezbędne bezpieczeństwo ruchu pociągów, natomiast ATO optymalizuje ich ruch na podstawie krzywych hamowania zadawanych przez ETCS. Koordynację ruchu pociągów zapewnia system automatycznego nadzoru ruchu - ATS (*Automatic Train Supervision*).



Możliwości połączenia systemów dyspozytorskich, bezpieczeństwa i komunikacji w jeden elastyczny i inteligentny system zarządzania ruchem, wspomagający podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym są przedmiotem badań w ramach drugiego filaru innowacyjności (IP2) w europejskim programie badań i innowacji dedykowanym transportowi kolejowemu SHIFT2RAIL.



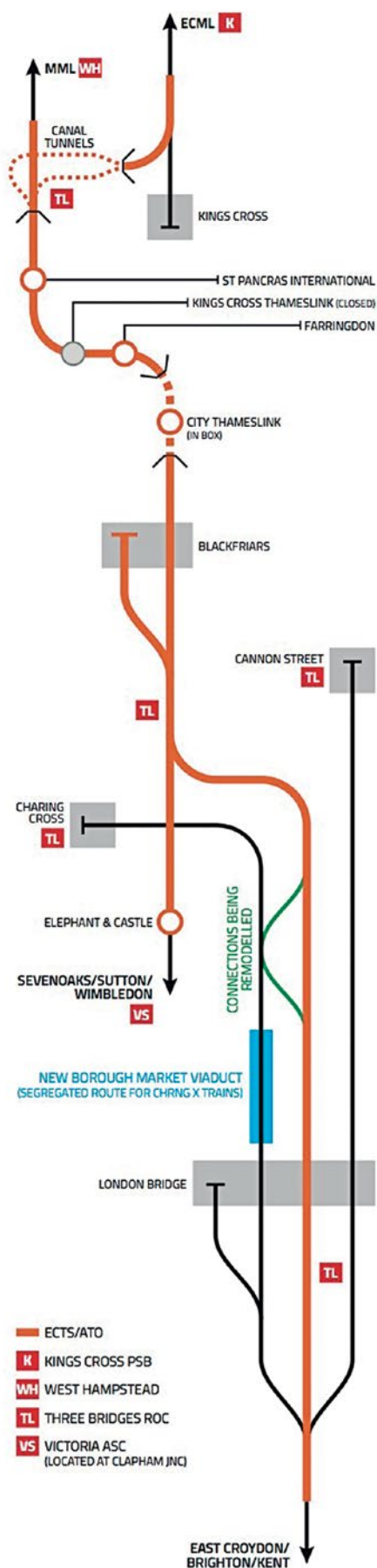
*Cyfryzacja jest kluczowa dla działalności biznesowej, ponieważ jej wykorzystanie pozwala wychodzić naprzeciw oczekiwaniom klientów, a jednocześnie znacząco poprawiać wydajność procesów produkcyjnych, eksploatacyjnych i utrzymaniowych. System zintegrowanego wdrażania technologii cyfrowych Shift2Rail Innovation Capabilities ma kluczowe znaczenie dla transformacji cyfrowej kolei.*

*Zoptymalizowane rozwiązania w transporcie kolejowym oznaczają inteligentne wykorzystanie istniejących sieci, w tym dostosowanie zdolności przepustowej do popytu, maksymalizację wykorzystania zasobów i ich dostępności, a także niskie koszty całego cyklu życia. Nieprzypadkowo więc głównymi celami programu Shift2Rail są: efektywność kosztowa, zdolność przepustowa oraz niezawodność usług kolejowych.*

*W wyniku prowadzonych w ramach programu partnerstwa publiczno-  
-prywatnego Shift2Rail badań naukowych i działalności innowacyjnej  
mają powstać nowe rozwiązania w zakresie automatyki, zarządzania  
ruchem kolejowym, intermodalnej mobilności, inteligentnego taboru  
kolejowego, autodiagnostyki i utrzymania zapobiegawczego infrastruktury,  
które mają zapewnić wdrażanie w przyszłości nowych koncepcji mobilności.*

**CARLO BORGHINI**  
Dyrektor Wykonawczy  
Shift2Rail Joint Undertaking





Komunikacja między ATS i ATO realizowana jest poprzez ETCS z wykorzystaniem systemu radiołączności kolejowej GSM-R. W przypadku ETCS występuje rozróżnienie między wyposażeniem pokładowym przytorowym, z kolei ATO stanowi rozwiązanie wyłącznie pokładowe, natomiast ATS jest systemem zarządzania niezbędnym dla automatyzacji ruchu. ATS koordynuje ruch pociągów w całej sieci i obejmuje pociągi sterowane zarówno automatycznie, jak i ręcznie, przy czym w tym drugim przypadku maszynistę wspomaga Connected DAS. Do przesyłu informacji i dokładnego ustalania pozycji pojazdu wyposażenie pokładowe ETCS i ATO wykorzystuje balisy.



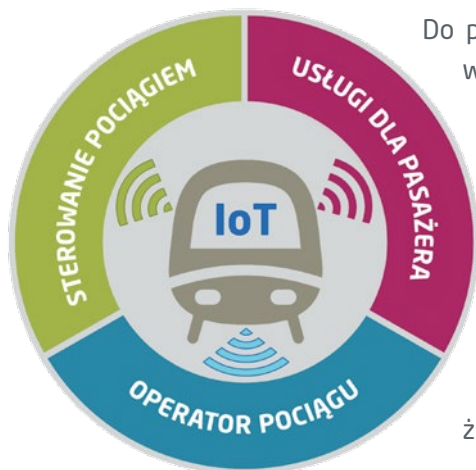
W przypadku uaktywnionych funkcji ATO maszynista w ruchu dalekobieżnym i lokalnym zostaje wyłączony z bezpośredniego sterowania pociągiem. Robi to za niego ATO. Maszynista znajduje się wprawdzie na pokładzie i ponosi odpowiedzialność, ale musi ingerować tylko w przypadku zagrożenia. System ATS przekazuje z systemu zarządzania ruchem aktualny status rozkładu jazdy drogą radiową do systemu pokładowego, który wykorzystuje przekazany czas jazdy do obliczenia charakterystyki jazdy pozwalającej na zoptymalizowanie zużycia energii. Odpowiednie zalecenia ukazują się maszyniście na monitorze jako informacje o aktualnym statusie. Ingerencje maszynisty nie są jednak wymagane. Ta właśnie funkcjonalność szczególnie wpływa na efektywność wykorzystania energii i wzrost przepustowości linii.



Pierwszym na świecie wdrożeniem, w którym zostanie połączony system ATO z ETCS, jest **PROJEKT THAMESLINK** w Londynie. To innowacyjne rozwiązanie, które do końca 2018 roku zostanie zrealizowane przez firmę Siemens, przyniesie zupełnie nową wartość dodaną dla integracji transportu szynowego w aglomeracjach. W ramach realizacji projektu zostanie dostarczonych łącznie 115 pociągów z rodziny Desiro City Class 700. Przeprowadzone testy potwierdziły, że zintegrowane rozwiązanie ATO/ETCS jest wykonalne i zapewnia znaczące korzyści eksploatacyjne, redukując zapotrzebowanie na energię o ponad 20%. ATO skraca czasy następstwa pociągów przez optymalizację czasu przejazdów, precyzyjne zatrzymywanie, automatyczne otwieranie drzwi, precyzyjne wskazywanie maszyniście czasu postoju i precyzyjną jazdę zgodnie z krzywymi hamowania zadawanymi przez ETCS. Dzięki temu możliwe jest tak pożądanego zoptymalizowanie przepustowości tras. Po zakończeniu realizacji projektu Thameslink zostanie osiągnięta przepustowość 24 pociągów na godzinę, co oznacza, że pociągi będą mogły kursować w centrum Londynu w godzinach szczytu co 2-3 minuty. Ponadto ruch pod kontrolą ATO pozwala na szybszy powrót do stanu regularnego po zakłóceniach. Kolejną zaletą ATO jest koordynacja ruchu pociągów w całej sieci. Poza tym ATO stanowi pierwszy krok w kierunku w pełni zautomatyzowanego ruchu pojazdów szynowych, ponieważ ETCS z ATO może stanowić w przyszłości bazę dla DTO/UTO. Zapotrzebowanie na wdrożenie przedstawionego rozwiązania istnieje także w innych miastach w Wielkiej Brytanii, Holandii i Niemczech.

## 5. INTERNET OF TRAINS: KREOWANIE WARTOŚCI DLA WIELU UCZESTNIKÓW

Przykładem zastosowania w transporcie kolejowym koncepcji internetu rzeczy jest „internet pociągów” (*The Internet of Trains*) lub „usieciowiony pociąg” (*The Connected Train*), w którym inteligentne urządzenia pokładowe przekazują dane do centralnej platformy za pomocą chmurowej obliczeniowej. Pozwala to zwiększyć bezpieczeństwo ruchu pociągów, zredukować koszty operacyjne oraz usprawnić jakość oferowanych usług.

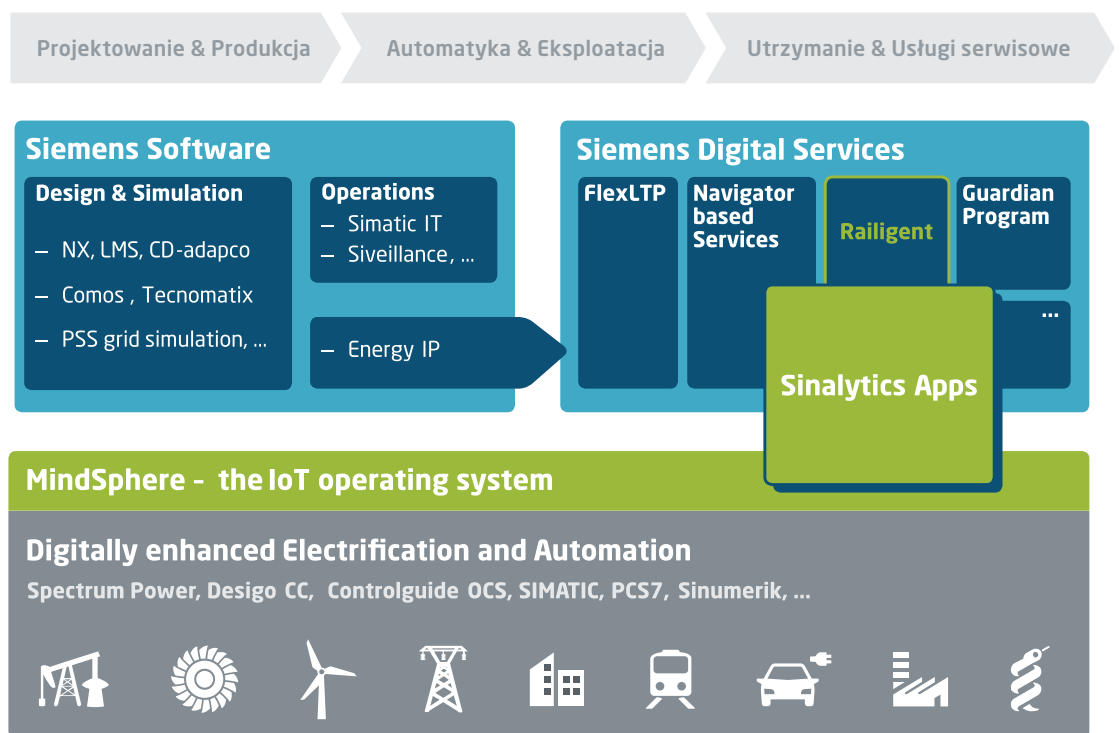


Do pełnego wdrażania koncepcji IoT niezbędne jest zapewnienie łączności wewnątrz trzech odrębnych sieci: sieci dedykowanej do przesyłania komunikatów pomiędzy podzespołami i urządzeniami pociągu, sieci wykorzystywanej przez załogę pociągu (np. w ramach VLAN) oraz sieci szerokopasmowego mobilnego internetu w pociągach udostępnianej pasażerom. Warunkiem niezbędnym do wdrożenia IoT jest wdrożenie standardu GSM-R, czyli przeznaczonego dla kolei systemu bezprzewodowej łączności, który jest jednym z dwóch kluczowych elementów Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS). Postęp w zakresie wdrażania rozwiązań IT będzie szybszy w obszarze rozwiązań udostępnianych operatorom kolejowym oraz pasażerom, które nie podlegają homologacji.



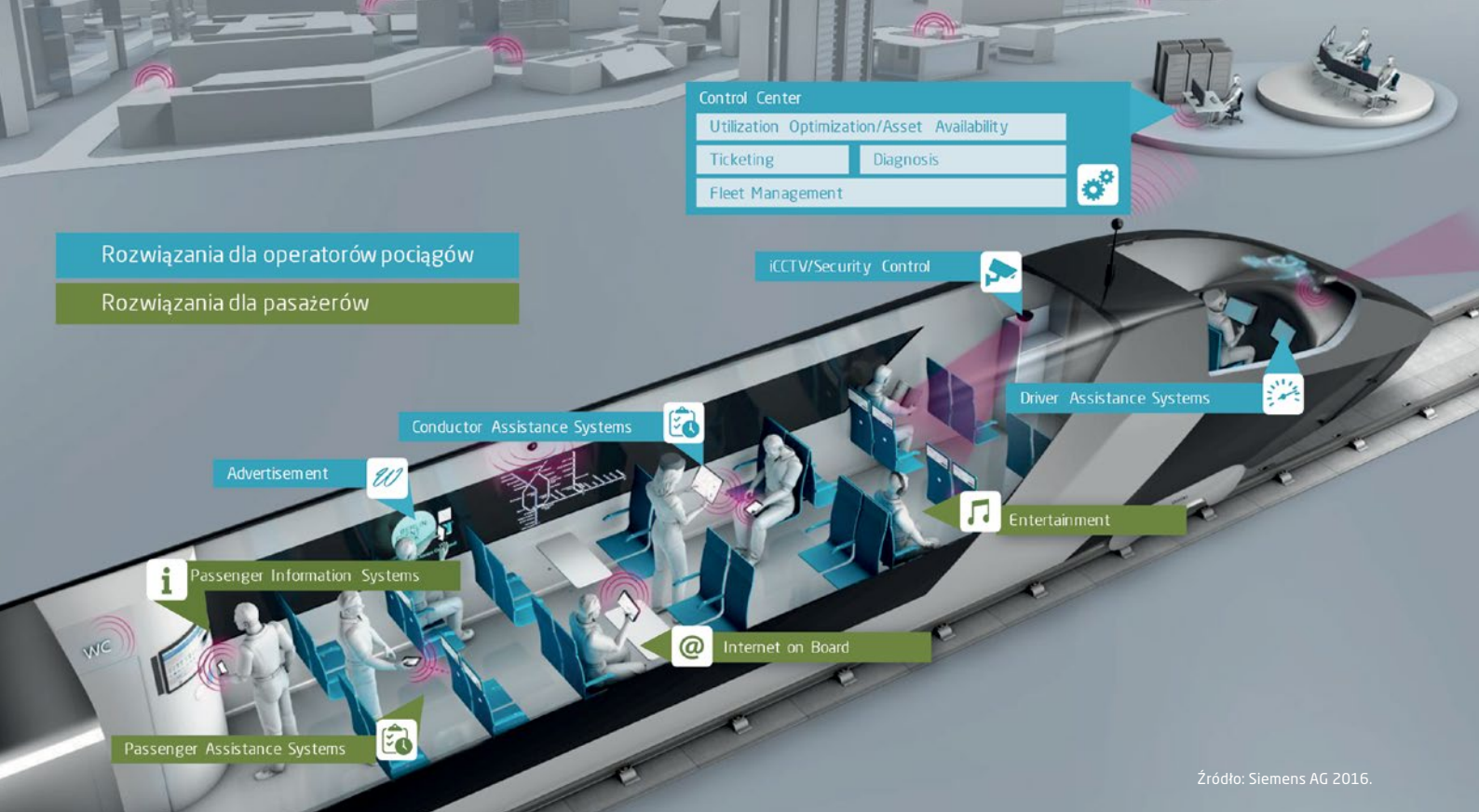
Nowe cyfrowe usługi powstające w ramach ekosystemu IoT Siemens wymagają wykorzystywania różnego rodzaju oprogramowania, narzędzi analitycznych dużych danych (Sinalytics Apps) oraz otwartego systemu operacyjnego (MindSphere).

## OPROGRAMOWANIE I ROZWIĄZANIA W RAMACH INTERNET OF TRAINS



Źródło: Siemens AG 2017.

Do końca 2018 roku Siemens wyposaży pociągi Rhein-Ruhr-Express (RRX) w innowacyjne, cyfrowe rozwiązania dla operatora pociągów i dla pasażerów.



Źródło: Siemens AG 2016.

## KORZYŚCI Z WDROŻENIA ROZWIĄZAŃ INTERNET OF TRAINS DLA POSZCZEGÓLNYCH UCZESTNIKÓW



### PRODUCENT

- dostęp do danych o parametrach poszczególnych podzespołów pociągu w czasie rzeczywistym i możliwość zapobiegania awariom



### OPERATOR KOLEJOWY

- dostęp do informacji pozwalających lepiej zrozumieć swoich klientów
- oferowanie wspólnie z innymi partnerami wbudowanych usług
- zbieranie danych w czasie rzeczywistym o stanie taboru oraz zapewnienie utrzymania zapobiegawczego



### ZARZĄDCA INFRASTRUKTURY

- dostęp do danych w czasie rzeczywistym o sytuacji na trasie pociągu, pozwalających zapobiegać niebezpiecznym sytuacjom oraz umożliwiających prewencyjne utrzymanie infrastruktury



### OPERATOR PLATFORMY IT

- oferowanie wspólnie z innymi partnerami wbudowanych usług
- korzystanie z wartości dodanej produktów i usług kreowanej w ramach stosowania cyfrowych modeli biznesowych



### PODRÓŻNY

- korzystanie z usług dostępnych poza pokładem pociągu (np. portali społecznościowych, oglądania filmów, słuchania muzyki, czytania książek i prasy),
- korzystanie z automatycznego rozliczania opłat za przejazd
- szybkie i elastyczne planowanie podróży

# KIERUNKI TRANSFORMACJI PRZEDSIĘBIORSTW KOLEJOWYCH









# 1. GRUPA PKP: WZMOCNIENIE INTERAKCJI Z KLIENTAMI



DR MIROSŁAW  
ANTONOWICZ  
Członek Zarządu PKP S.A.,  
Dyrektor Centrum  
Naukowego Transportu  
i Logistyki ALK

Wzrost wagi gospodarki cyfrowej w dużej mierze napędzają innowacyjne technologie oraz rosnące wymagania konsumentów w zakresie oczekiwanego poziomu obsługi. Cyfrowa transformacja jest z jednej strony nieunikniona, a równocześnie niezmiernie istotna w celu zapewnienia zdolności przedsiębiorstw kolejowych do wzrostu i rozwoju na rynku transportowym. W Grupie PKP wiąże się to z dokonywaniem usprawnień w obszarze obsługi punktów **INTERAKCJI Z KLIENTEM** przy wykorzystaniu systemów teleinformatycznych oraz systemów zarządzania infrastrukturą.

W wyniku postępującej cyfryzacji następuje integracja technologii i procesów biznesowych między podmiotami Grupy (jak również spoza Grupy), która zmienia oblicze przedsiębiorstw kolejowych i prowadzi do powstania nowego modelu ich funkcjonowania opartego na szybkim przepływie informacji, zapewnienia bezpieczeństwa klientów i wysokiej jakości obsługi, oraz sprzyja tworzeniu nowych modeli biznesowych opartych na integracji i zarządzaniu kompetencjami współpracujących podmiotów.

Za przykłady działań w obszarze cyfryzacji mogą posłużyć następujące projekty:

- wspólny bilet, którego głównym założeniem jest dokonanie usprawnień w zakresie przejazdu pociągami wielu przewoźników, a tym samym standaryzacja i uproszczenie dostępu konsumentów do usług - **POPRAWA JAKOŚCI OBSŁUGI PASAŻERÓW**
- MPLS - rozwój sieci szerokopasmowej transmisji danych  
- **POPRAWA INFRASTRUKTURY TELEINFORMATYCZNEJ**
- e-faktura - podjęcie działań w zakresie przetwarzania, gromadzenia i przesyłania informacji w formie elektronicznej między podmiotami z Grupy, wykorzystanie potencjału i zwiększenie interoperacyjności w ramach rozwijającego się sektora technologii informacyjnych i komunikacyjnych - **POPRAWA W OBSZARZE ORGANIZACJI BIZNESU**
- inicjatywa budowy scentralizowanej jednostki - Centrum Operacyjnego Bezpieczeństwa - mającej na celu stałe monitorowanie przepływu informacji w organizacji oraz reagowanie na pojawiające się naruszenia i incydenty bezpieczeństwa - **POPRAWA BEZPIECZEŃSTWA PRZETWARZANIA DANYCH**
- wprowadzanie nowoczesnych technologii w dziedzinie zwiększenia bezpieczeństwa na obszarach zarządzanych przez PKP - w szczególności **POPRAWA BEZPIECZEŃSTWA NA TERENIE DWORCÓW KOLEJOWYCH I W POCIĄGACH**



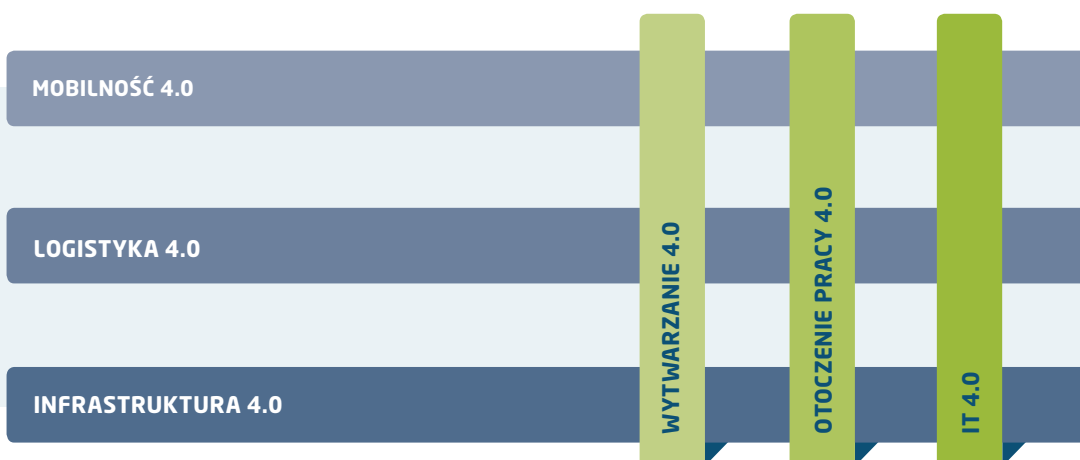
- cyfryzacja kolejowych ośrodków geodezji i kartografii poprzez przekształcenie map z postaci analogowej do postaci cyfrowej i utworzenie baz danych – **POPRAWA OBSŁUGI KLIENTA I USPRAWNIENIE PROCESU REALIZACJI INWESTYCJI**
- budowa logistycznego „orchestratora” na zasadzie platformy logistycznej i internetowego portalu oferującego usługi logistyczne i łączącego uczestników systemu logistycznego – **POPRAWA INTEGRACJI ŁAŃCUCHA DOSTAW**
- wprowadzanie na dworcach idei ekonomii dzielenia (*crowdworking*) – **WSPÓŁUDZIAŁ PODRÓŻNYCH W POWSTAWANIU NOWYCH ROZWIĄZAŃ.**

## 2. DB 4.0: INWESTOWANIE W START-UPY

Przykładem kompleksowej strategii transformacji cyfrowej przedsiębiorstwa kolejowego, działającego w strukturze holdingowej, jest program **DB 4.0**. Obejmuje on działania we wszystkich segmentach działalności przedsiębiorstwa.

### KONCEPCJA TRANSFORMACJI CYFROWEJ DB 4.0

.....



Źródło: na podstawie materiałów Deutsche Bahn 2016.

Do trzech priorytetowych obszarów działań w ramach transformacji cyfrowej koncernu DB należą obecnie:

- rozwijanie interfejsów z użytkownikami,
- wspieranie działalności operacyjnej, w tym utrzymanie zapobiegawcze infrastruktury i taboru,
- tworzenie nowych modeli biznesowych wychodzących poza działalność podstawową, w tym rozwijanie platformy Qixxit.

W tym celu koncern zamierza dalej **INWESTOWAĆ W ROZWÓJ START-UPÓW**. Wykorzystując zalety crowdsourcingu, koncern DB w latach 2015-2016 uruchomił kilka inicjatyw do tworzenia innowacyjnych rozwiązań, które by uwzględniały oczekiwania i emocje swoich klientów (np. DB mindbox, „Zukunft Bahn”, skydeck, d.lab). Koordynacją projektów zajmuje się nowo powołany podmiot DB Digital Ventures GmbH. W ramach działań start-upu ZERO.ONE. DATA (ZOD), założonego przez DB Systel, powstała platforma wymiany danych DataBOX. Jedną z ostatnich inicjatyw jest program Beyond1435 – start-up realizowany we współpracy z platformą Plug and Play. Ponadto, do 2018 roku we współpracy z Hyperloop TT planuje się zbudowanie prototypu pociągu, którego okna wykorzystywałyby technologię rozszerzonej rzeczywistości (augmented windows). Do 2021 roku planuje się wprowadzenie w sieci kursowania autonomicznych pociągów. Mówi się także o wykorzystywaniu autonomicznych samochodów, które można będzie zamówić przez aplikację w celu dojechania na dworzec kolejowy przed rozpoczęciem podróży oraz po jej zakończeniu.

### 3. UIC: WSPÓLNA PLATFORMA CYFROWA

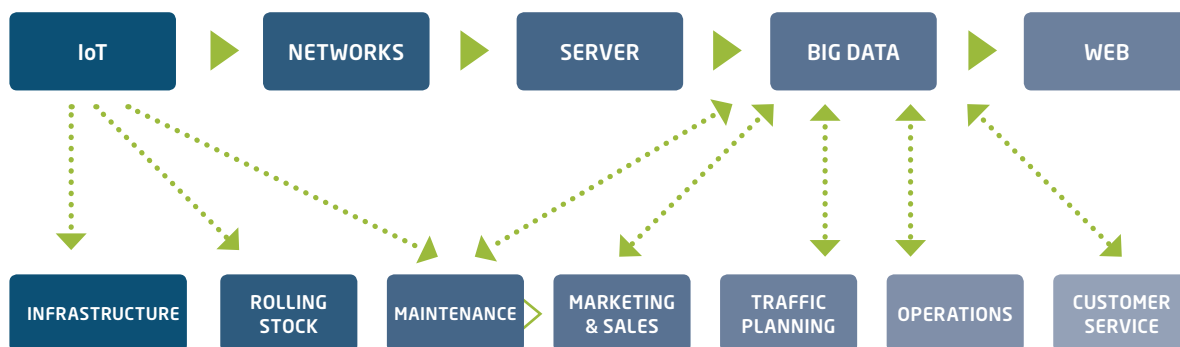
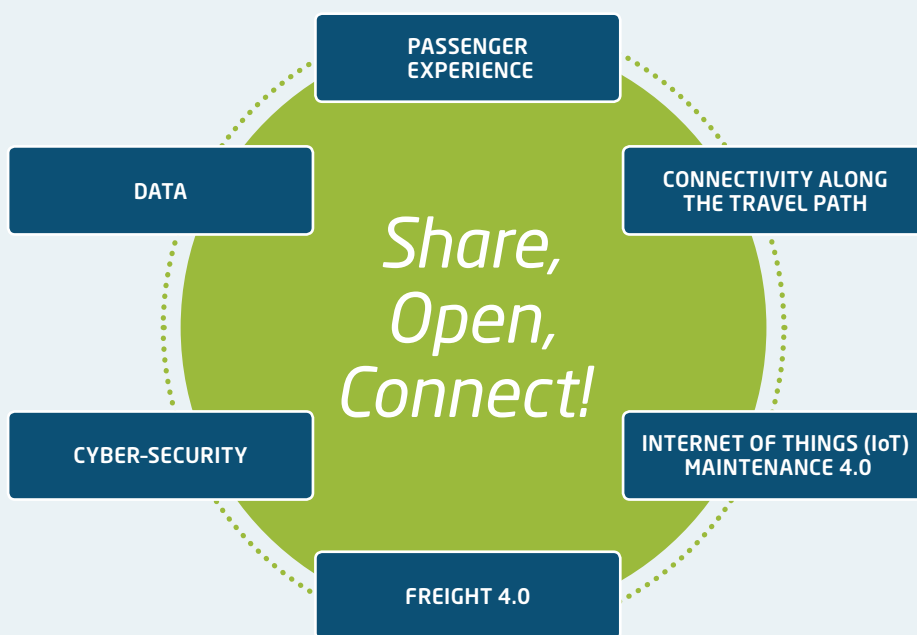
Przedstawione w raporcie rozwiązania na rzecz cyfryzacji kolei tworzone są w ramach ekosystemów kolejowych poszczególnych przedsiębiorstw i sieci kolejowych. Tymczasem integracja rozwiązań pomiędzy poszczególnymi systemami kolejowymi w skali międzynarodowej nadal pozostaje dużym wyzwaniem. Wraz z postępem cyfryzacji na kolejach będzie się pojawiało także coraz więcej wyzwań związanych z wszechstronnym zapewnieniem cyberbezpieczeństwa.

Inicjatywa DIGITAL PLATFORM podjęta przez Międzynarodowy Związek Kolei (UIC) ma być **PLATFORMĄ WYMIANY DOBRZYCH PRAKTYK DLA PODMIOTÓW CZŁONKOWSKICH ORAZ WSPÓLNYCH DZIAŁAŃ W ZAKRESIE ROZWOJU I PROMOCJI CYFRYZACJI W TRANSPORCIE KOLEJOWYM**. Motto przewodnie to: „Dzielenie się informacją, otwartymi danymi, innowacjami, usługami, łączenie ludzi i obiektów” w ścisłym połączeniu z zapewnieniem bezpieczeństwa.





## KLUCZOWE OBSZARY PLATFORMY CYFROWEJ UIC I JEJ ARCHITEKTURA



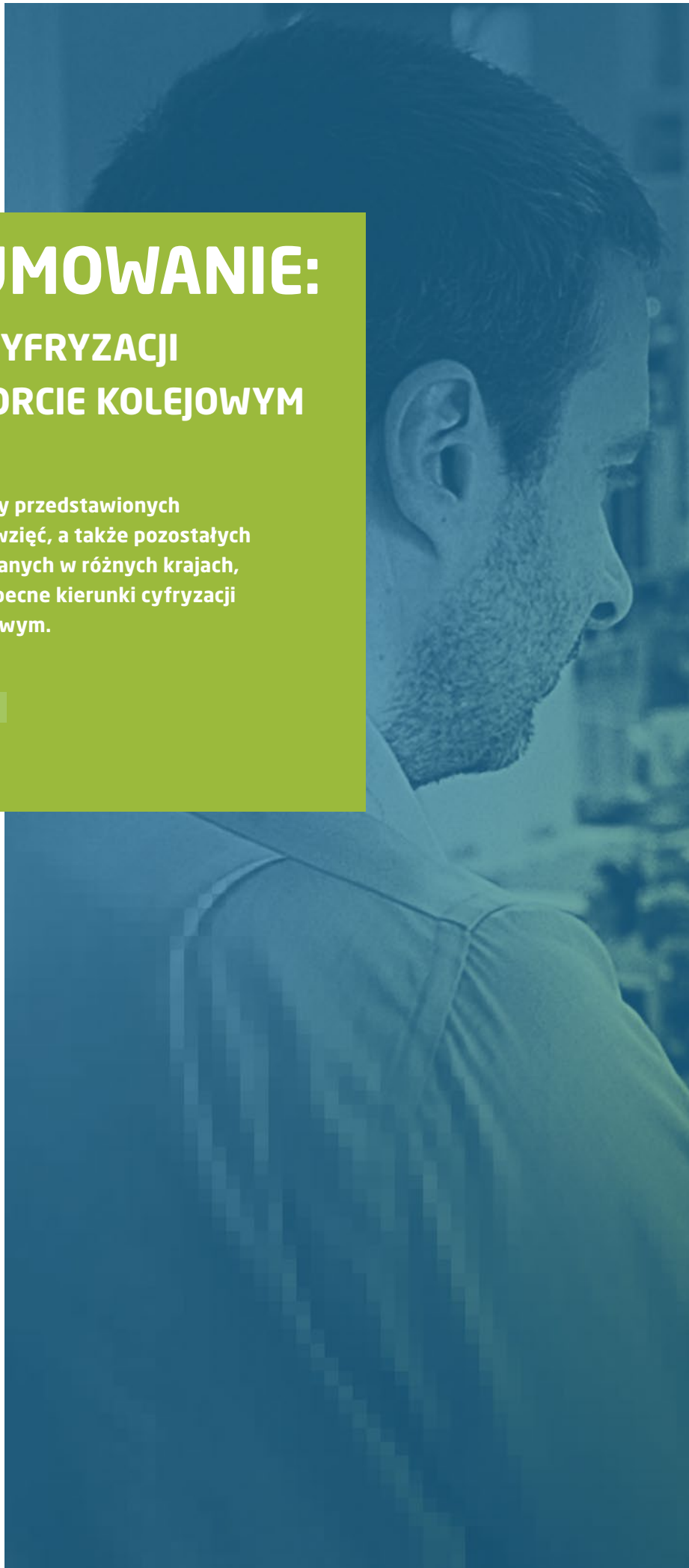
Źródło: na podstawie: Digital Railway Developments, Progress Paper, 4th version, UIC, June 2017, s. 5.



# PODSUMOWANIE: KIERUNKI CYFRYZACJI W TRANSPORCIE KOLEJOWYM

.....

Na podstawie analizy przedstawionych w raporcie przedsięwzięć, a także pozostałych inicjatyw podejmowanych w różnych krajach, wskazane zostały obecne kierunki cyfryzacji w transporcie kolejowym.





Technologia wspierająca	Koncepcja cyfrowa dla kolei	Zastosowanie
<b>PRZEWOZY PASAŻERSKIE</b>		
<b>Szerokopasmowy dostęp do internetu</b>	Usieciowiony pasażer ( <i>Connected commuter</i> )	Dostęp do internetu w trakcie podróży (3G/4G, a w przyszłości 5G)
<b>Mobilny internet</b>	Inteligentne stacje kolejowe/dworce ( <i>Intelligent stations</i> )	Mobilne aplikacje z informacją o ruchu pociągów w czasie rzeczywistym oraz możliwością zakupu biletu
<b>Analityka dużych danych</b>	Inteligentne systemy biletowe ( <i>Smart ticketing</i> )	Systemy inforozrywki na pokładzie pociągu oraz na stacjach kolejowych
<b>Chmura obliczeniowa</b>	Mobilność jako usługa ( <i>Mobility as a Service</i> )	Integracja różnych aplikacji w jeden system za pomocą interfejsów interoperacyjności ( <i>Interoperable product service interface - IPSI</i> )  Systemy dynamicznej informacji pasażerskiej na dworcach ( <i>Dynamic/Real-time Passenger Information Systems</i> )  Automatyzacja procesu sprzedaży i udzielania informacji  Oferowanie aplikacji do planowania intermodalnej podróży
<b>PRZEWOZY TOWAROWE</b>		
<b>Internet rzeczy</b>	Logistyka 4.0 ( <i>Logistics 4.0</i> )	Systemy śledzenia taboru i intermodalnych jednostek ładunkowych w czasie rzeczywistym ( <i>Real Time Train Tracking System</i> )
<b>Duże dane</b>	Freight as a Service ( <i>FaaS</i> )	Elektroniczne listy przewozowe i e-faktury
<b>Chmura obliczeniowa</b>	Inteligentne wagony ( <i>Intelligent freight car</i> )	Wykorzystywanie dronów do monitoringu pociągów
<b>Robotyka</b>	Platformy logistyczne ( <i>Logistics Platforms</i> )	Nowe modele biznesowe w zakresie organizacji przewozów



Transformacja cyfrowa to więcej niż digitalizacja danych i procesów. To ciągła adaptacja do zmian w turbulentnym otoczeniu. To zarówno szanse, jak i zagrożenia dla każdej branży, w tym kolejowej. Wyzwaniem na kolejne lata jest nie tylko przejście z urządzeń elektromechanicznych na elektroniczne, a następnie cyfrowe, zastosowanie nowych



Technologia wspierająca	Koncepcja cyfrowa dla kolei	Zastosowanie
<b>ZARZĄDZANIE INFRASTRUKTURĄ KOLEJOWĄ I TABOREM</b>		
<b>Internet rzeczy</b>	Infrastruktura 4.0 ( <i>Infrastructure 4.0</i> )	Systemy monitorowania infrastruktury ( <i>Infrastructure monitoring systems</i> )
<b>Chmura obliczeniowa</b>	Samoświadoma infrastruktura ( <i>Self-aware infrastructure</i> )	Zapobiegawcze utrzymanie infrastruktury i taboru ( <i>Predictive maintenance - PM</i> )
<b>Duże dane</b>	Samoświadomy tabor ( <i>Self-aware rolling stock</i> )	Monitorowanie stanu infrastruktury i taboru
<b>Robotyka</b>		Optymalizacja dostępu do infrastruktury kolejowej (systemy dynamiczne)
<b>PRODUKCJA</b>		
<b>Addytywne wytwarzanie</b>	Inteligentna fabryka ( <i>Smart factory</i> )	Wykorzystanie nowych technologii i materiałów
<b>Robotyka</b>	Wirtualne wytwarzanie ( <i>Virtual manufacturing</i> )	Wykorzystanie technologii 3D Zastosowanie VR ( <i>Virtual reality</i> )
<b>Duże dane</b>		Wykorzystanie robotów  Przemysłowy Internet rzeczy: integracja IT z OT
<b>STEROWANIE RUCHEM KOLEJOWYM</b>		
<b>Szerokopasmowy dostęp do internetu</b>	Usieciowiony pociąg ( <i>Connected train</i> )	Systemy monitorowania infrastruktury ( <i>Infrastructure monitoring systems</i> )
<b>Mobilny internet</b>	Internet pociągów ( <i>Internet of Trains</i> )	Wdrożenie automatyzacji ( <i>Automated Train Operation - ATO</i> )
<b>Internet rzeczy</b>		Współdziałanie systemów ATO z ETCS ( <i>European Train Control System</i> )
<b>Chmura obliczeniowa</b>		
<b>Duże dane</b>		Wdrożenie standardów w zakresie cyberbezpieczeństwa (Dyrektywa NIS)

technik sterowania ruchem w oparciu o standardowe interfejsy oraz otwarte aplikacje, ale przede wszystkim całkowita zmiana filozofii myślenia, która pozwoliłaby na współdzielenie zasobów, integrację rozwiązań biznesowych oraz kreowanie nowej wartości usług kolejowych zarówno wewnątrz, jak na zewnątrz ekosystemów kolejowych.



## ŹRÓDŁA

- 1) Zob. szerzej: Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych, pod red. naukową J. Gajewskiego, W. Paprockiego i J. Pieriegud, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2016, [http://www.efcongress.com/sites/default/files/publikacja\\_ekf\\_2016\\_cyfryzacja\\_gospodarki\\_i\\_spoeczestwa.pdf](http://www.efcongress.com/sites/default/files/publikacja_ekf_2016_cyfryzacja_gospodarki_i_spoeczestwa.pdf) (10.07.2017).
- 2) G. Westerman i in., Digital Transformation: A Road-Map for Billion-Dollar Organizations, USA, November 2011, [https://www.cappgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/Digital\\_Transformation\\_\\_A\\_Road-Map\\_for\\_Billion-Dollar\\_Organizations.pdf](https://www.cappgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/Digital_Transformation__A_Road-Map_for_Billion-Dollar_Organizations.pdf) (10.07.2017); cyt. za: A. Sobczak: Koncepcja cyfrowej transformacji sieci organizacji publicznych, „Roczniki” Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH, z. 29, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013, s. 280.
- 3) The digital transformation of industry, Roland Berger, BDI, 2015, s. 20, [https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland\\_Berger\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_20150315.pdf](https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf) (15.07.2017).
- 4) J. Loucks, J. Macaulay, A. Noronha, M. Wade, Digital Vortex. How Today’s Market Leaders Can Beat Disruptive Competitors at Their Own Game, IMD 2016, s. 6.
- 5) J. Caudron, D. van Peteghem, Digital Transformation: A Model to Master Digital Disruption, DearMedia, 2014.
- 6) K. Nowicka, Rozwój świata wirtualnego i jego wpływ na e-mobilność, w: E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju, pod red. J. Gajewskiego, W. Paprockiego i J. Pieriegud, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017, s. 50, <http://www.efcongress.com/sites/default/files/e-mobilnosc.pdf> (20.07.2017).
- 7) G.G. Parker, M.W. Van Alstyne, S.P. Choudary, Platform revolution. How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you, W.W. Norton & Company, Nowy York, Londyn 2016.
- 8) O. Vermesan, J. Bacquet, Cognitive Hyperconnected Digital Transformation. Internet of Things Intelligence Evolution, River Publisher, 2017, s. 97.
- 9) S. Kaczmarek, Automatyzacja w sieci, czyli samonaprawiające się i samozarządzające sieci, „Computerworld”, kwiecień 2016, s. 56.
- 10) A Roadmap for Digital Railways, CER, CIT, EIM, UIC 2016, <http://www.cer.be/sites/default/files/publication/A%20Roadmap%20for%20Digital%20Railways.pdf> (10.07.2017).
- 11) J. Pieriegud, E-mobilność jako koncepcja rozwoju sektorów infrastrukturalnych, w: E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju, pod red. J. Gajewskiego, W. Paprockiego i J. Pieriegud, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017, s. 13-14, <http://www.efcongress.com/sites/default/files/e-mobilnosc.pdf> (20.07.2017).
- 12) K. Nowicka, Rozwój świata wirtualnego i jego wpływ na e-mobilność, op.cit., s. 53-54.
- 13) Zob. B. Grucza, Wizje i scenariusze rozwoju autonomicznych systemów transportowych, w: E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju, pod red. J. Gajewskiego, W. Paprockiego i J. Pieriegud, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017, s. 67, <http://www.efcongress.com/sites/default/files/e-mobilnosc.pdf> (25.07.2017).
- 14) The Connected Train, White Paper, ATOS, Ascent, 2014, <https://atos.net/content/dam/global/ascent-whitepapers/ascent-whitepaper-the-connected-train.pdf> (10.07.2017).



Prof. SGH dr hab.  
**JANA PIERIEGUD**

.....



**SGH**

Jana Pieriegud jest inżynierem transportu kolejowego, doktorem habilitowanym nauk ekonomicznych. W Katedrze Transportu Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie pracuje od 2001 roku, obecnie na stanowisku profesora nadzwyczajnego. Jej zainteresowania badawcze koncentrują się wokół technologicznych i ekonomicznych aspektów rozwoju systemów gospodarczych, transportowych i logistycznych. Jest niezależną ekspertką kilku instytucji i agencji wykonawczych ds. innowacji i badań w Polsce (NCBiR, NCN) i za granicą (Austrian Research Promotion Agency (FFG), Innovation and Network Executive Agency przy Komisji Europejskiej).

W latach 2013–2015 uczestniczyła w pracach Transport Advisory Group w ramach Programu Horyzont 2020. Jest członkiem Komitetu Naukowego Shift2Rail - europejskiego programu badań i innowacji dla transportu kolejowego, a także Rady Naukowej Fundacji Pro Kolej. Jest autorką i współautorką ok. 150 publikacji, współredaktorką monografii poświęconych przyszłości sektorów infrastrukturalnych, w tym „E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju” (Sopot 2017), „Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa - szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych” (Gdańsk 2016).

.....

**W raporcie przedstawiono kierunki cyfryzacji w transporcie kolejowym. Nowe produkty i usługi, stając się elementem działalności operacyjnej przewoźników, zarządców infrastruktury, producentów, będą kreowały wartość dodaną dla wielu uczestników procesu przewozowego, przyczyniając się w przyszłości do wdrożenia nowych koncepcji mobilności. Wyzwaniem pozostaje integracja technologii cyfrowych i procesów biznesowych w przedsiębiorstwach kolejowych. Raport powstał dzięki współpracy między sektorem nauki i biznesu, wspieranej przez fundację, działającą na rzecz rozwoju transportu kolejowego.**