

ZIELONA KOLEJ W POLSCE

– klimat, energetyka,
transport



Network Poland



Know-How Hub
Centrum Transferu Wiedzy



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Ministerstwo
Rozwoju i Technologii

PARTNER MERYTORYCZNY:



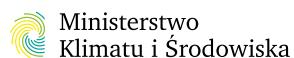
**RAPORT POWSTAŁ W WYNIKU POROZUMIENIA
RAMOWEGO I POD PATRONATEM:**

Ministerstwa Rozwoju i Technologii na rzecz realizacji Celów
Zrównoważonego Rozwoju ONZ w szczególności Celu 7
dotyczącego czystej energii (Affordable and Clean Energy).

Ministerstwa Klimatu i Środowiska na rzecz transformacji energetycznej
i rozwoju zero i niskoemisyjnych źródeł pozyskiwania energii oraz
ochrony środowiska i ograniczenia emisji CO₂ w transporcie.

ZIELONA KOLEJ W POLSCE

– klimat, energetyka,
transport



PARTNER MERYTORYCZNY:



Niniejszy raport został przygotowany bazując na danych przekazanych przez administrację rządową, ekspertów i specjalistów na przełomie maja i czerwca 2021r., chyba że sam Raport w swej treści wskazuje inną datę w odniesieniu do opisywanego zjawiska, danych lub aktów prawnych.

Autorzy prowadzili prace niezależne, opisując zjawiska oraz opracowując rekomendacje bazujące na danych i materiałach źródłowych, których prawdziwości i kompletności nie weryfikowali. W związku z tym autorzy nie odpowiadają za nie i nie udzielają gwarancji w zakresie poprawności i kompletności niniejszego Raportu.

Żaden z Autorów niniejszego Raportu w jakichkolwiek sposób nie może być odpowiedzialny za wykorzystanie informacji w nim zawartych bez wiedzy i zgody. Autorzy nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za czyny i konsekwencje ponoszone przez osoby trzecie ani żadne decyzje podjęte lub nie na podstawie niniejszego Raportu.

Opinie przedstawione w publikacji przez autorów tekstów odzwierciedlają indywidualne poglądy. Zdjęcia oraz grafiki pochodzą z zasobów autorów tekstów bądź publicznych źródeł.

Wszelkie prawa zastrzeżone[©]



OUR MISSION:
**MOBILIZE A GLOBAL
MOVEMENT OF
SUSTAINABLE
COMPANIES AND
STAKEHOLDERS TO
CREATE THE WORLD
WE WANT**

Spis treści

EXECUTIVE SUMMARY	12
--------------------------------	----

Kamil Wyszowski, Przedstawiciel i Dyrektor Wykonawczy UN Global Compact Network Poland Kluczowe założenia raportu.....	20
--	----

Michał Kurtyka, Minister Klimatu i Środowiska Kolej na zieloną transformację. Musimy zrobić wszystko, aby polska branża kolejowa nadażyła za zmianami w unijnej polityce klimatycznej.....	24
---	----

Olga Ewa Semeniuk, Podsekretarz Stanu, Pełnomocnik Rządu ds. Małych i Średnich Przedsiębiorstw Nie można walczyć z przyszłością. Czas jest po naszej stronie.....	26
---	----

Janusz Malinowski, Przewodniczący Prezydium Rady Programowej CEEK, Prezes Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej Zielona Kolej jako istotny element zrównoważonego rozwoju.....	28
--	----

WPROWADZENIE

Natalia Hatałska, infuture.institute	34
Czynniki wzrostu.....	36
...i wąskie gardła.....	41
Holandia, Austria, Hiszpania – Zielona Kolej już tam jest	42



DLACZEGO POTRZEBUJEMY ZIELONEJ KOLEI? ROZWÓJ ZIELONEJ KOLEI JAKO WSPARCIE W TRANSFORMACJI POLSKIEGO TRANSPORTU NA NISKOEMISYJNY

Dr hab. Halina Brdulak, prof. Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie	46
Wprowadzenie.....	46
Wzrost współdziałania branży energetycznej i transportowej.....	48
Transformacja cyfrowa jako podstawa budowania elektromobilności.....	48
Elektromobilność w Polsce – faza początkowa.....	50
Program Zielona Kolej.....	50
Kontekst regulacyjny.....	51
Kontekst społeczny.....	51
Wyzwania.....	52
Korzyści.....	53
Energia wytwarzana z odnawialnych źródeł to przyszłość energetyki.....	53
Mobility jako usługa (MaaS). Wzrost znaczenia kolei w planowaniu tras.....	53
Europejscy potentaci kolejowi stawiają na OZE	56
KOMENTARZ BRANŻOWY	
Wojciech Orzech, Prezes Zarządu PKP Energetyka S.A.	60

POLITYKA EUROPEJSKA ORAZ POLITYKA POLSKI WOBEC PROGRAMU ZIELONA KOLEJ

Dr Andrzej Piotrowski	64
Polityczna promocja kolei a realne przewagi i niedostatki.....	66
Elektryfikacja linii kolejowych.....	69
Wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie.....	71
Wielka Brytania: Jazda na promieniach słońca	72





Dworzec kolejowy
w Le Havre, Francja

KOMENTARZ BRANŻOWY

Robert Nowakowski,

Członek Zarządu ds. Produkcji DB Cargo Polska

W jaki sposób realizacja programu Zielona Kolej w Polsce wpisuje się w realizację proklimatycznej polityki DB Cargo w Europie?.....74

PROGRAM ZIELONA KOLEJ Z EKONOMICZNEGO PUNKTU WIDZENIA

Dr Michał Wolański

Warunki ekonomiczne programu.....78

Analiza kosztów i korzyści związanych z wdrożeniem programu.....82

Dodatkowe korzyści społeczno-ekonomiczne.....86

Atmanirbhar – indyjski zielony megaplan.....90

PROGRAM ZIELONA KOLEJ Z TECHNOLOGICZNEGO PUNKTU WIDZENIA

Dr hab. inż. Krzysztof Perlicki

Systemy wykorzystane w Zielonej Kolei umożliwiające integrację i zarządzanie Smart Grid....94

Technologie umożliwiające modernizację trakcji kolejowej na całej jej długości i zwiększenie osiągniętej prędkości.....97

Opis systemów magazynowania energii dla Zielonej Kolei.....99

Argumenty za wyborem wodoru jako paliwa napędzającego kolej.....101

Japonia: Energia solarna i wiatrowa dla kolei.....104

ZIELONA KOLEJ JAKO ELEMENT PARADYGMATU ZIELONEJ I NIEBIESKIEJ GOSPODARKI

Dr hab. Danuta Kisperska-Moroń,

prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach

Współczesny rozwój w „zielonym i niebieskim kolorze”.....108

Integracja procesów w systemach logistycznych.....110

„Zielony łańcuch dostaw” jako ekosystem społeczno-gospodarczy.....111

Czynnik ludzki i kultura organizacyjna jako czynnik rozwoju zielonej kolei.....112

Nowoczesne koncepcje logistyki jako kierunki profilowania zielonej kolei.....113



“

We have a chance to not simply reset the world economy but to transform it. A sustainable economy driven by renewable energies will create new jobs, cleaner infrastructure and a resilient future. An inclusive world will help ensure that people can enjoy better health and the full respect of their human rights, and live with dignity on a healthy planet.

António Guterres

UN Secretary-General and
Board Chair of the UN Global Compact



“

We need businesses to integrate sustainability targets not just to their own operations, but to their entire value chain. These should include cutting down power use, recycling wherever possible, sourcing from sustainable suppliers and services and working towards becoming carbon neutral. Companies demonstrating bold leadership on the sustainable development goals will not only become more resilient – they will also add value.

Sanda Ojiambo
CEO & Executive Director
UN Global Compact

Executive summary

Raport, który macie Państwo przed sobą, zawiera opinie ekspertów analizujących w swoich dziedzinach efekty Programu Zielona Kolej. Jak wynika z poniższego podsumowania, ten sektorowy program zielonej transformacji polskiej kolei wywrze pozytywny wpływ na społeczeństwo, gospodarkę, przedsiębiorczość, technologię oraz realizację polityk krajowych (w tym klimatycznych i transportowych). Eksperci są zgodni, że Zielona Kolej powinna zostać wdrożona kompleksowo, a zatem z poziomu ogólnopolskiego, uwzględniającego wszystkie opisane w niniejszym Raporcie obszary. To optymalny wariant, dzięki któremu można będzie osiągnąć efekt synergii i przyspieszyć realizację założeń Programu. Tym niemniej, możliwa jest również jego oddolna realizacja, która zresztą sukcesywnie postępuje, przynosząc opisane poniżej skrótkowo korzyści.

- Przejście przez transport kolejowy na zasilanie energią elektryczną z OZE, jest szansą na sprostanie w stosunkowo krótkim czasie wymogom, jakie przed koleją stawiają dominujące w zglobalizowanej rzeczywistości gospodarczej megatrendy, oczekiwaniom społecznym, unijnym planom pocovidowej odbudowy gospodarek, a także strategiom i planom ograniczania emisji CO₂ powstałym na poziomach krajowych i regionalnych. Program Zielona Kolej, stworzony przez podmioty z branży kolejowej skupione w Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK), zakłada zmianę pochodzenia trakcyjnej energii elektrycznej wykorzystywanej przez przewoźników kolejowych w Polsce. W 2030 r. ma ona pochodzić w 85% z OZE, a docelowo w 100%.
- Program Zielona Kolej jest ambitnym, kompleksowym przedsięwzięciem, wpisującym się w dążenie do zmniejszania śladu węglowego transportu. Wykorzystanie jego potencjału oznacza konkretne działanie na rzecz elektromobilności w naszym kraju. Transport kolejowy posiada bowiem cechy, które sprawiają, że może on stanowić podstawę wsparcia dla procesu transformacji polskiego transportu w kierunku niskoemisyjności. Wśród nich wymienić należy przede wszystkim wysoki stopień elektryfikacji, a także dedykowany, regulowany i „zamknięty” system elektroenergetyczny oraz relatywnie niewielką liczbę uczestników rynku. Sektor transportu kolejowego charakteryzuje się więc dużą łatwością i efektywnością transformacji energetycznej. W porównaniu z nim, przemysł motoryzacyjny – zbyt często i w sposób nieuzasadniony postrzegany jako główna siła napędowa



elektromobilności – jest rozdrobniony, co mocno utrudnia proces jego dekarbonizacji. Odejście od węgla na kolei nie wymaga też tak ogromnych nakładów finansowych, jak w przypadku energetyki, ciepłownictwa, budownictwa, rolnictwa, czy przemysłu ciężkiego. „Zazielenienie” źródeł zasilania całej gospodarki jest nieuniknione, ale to właśnie transport kolejowy może stosunkowo szybko i relatywnie tanio wykorzystać swoje „okno dekarbonizacyjne”.

- O realności Programu Zielona Kolej świadczy fakt, że w części państw europejskich podobne przedsięwzięcia zostały już zrealizowane. Koleje w Holandii i Austrii korzystają z energii trakcyjnej pochodzącej w całości ze słońca i wiatru. Kompleksowe programy przejścia transportu kolejowego na odnawialne źródła energii realizowane są także w innych krajach europejskich, w których funkcjonują największe i najnowocześniejsze przewoźnicy kolejowi na kontynencie (Niemcy, Francja). Podobne plany posiadają także kraje pozaeuropejskie, o niższym poziomie rozwoju gospodarczego niż Polska – np. Indie.
- Aby zrealizować cele Programu Zielona Kolej, niezbędne jest zaistnienie szeregu sprzyjających mu okoliczności, mających wymiar zarówno techniczny, prawny, finansowy jak i społeczny. Pierwszą z nich jest dążenie decydentów do świadomego i odpowiedzialnego wdrażania polityki klimatycznej. To tym bardziej istotne, że twórcy unijnych strategii i regulacji wskazują jasno – transport publiczny (w tym przede wszystkim szynowy) ma do odegrania ogromną rolę w realizacji celu, jakim jest zapewnienie neutralności klimatycznej UE do 2050 r. Będąca częścią Zielonego Ładu, powstała w grudniu 2020 r. Strategia Zrównoważonej i Inteligentnej Mobilności wskazuje nawet, że do 2030 r. podróże poniżej 500 km powinny być w Europie neutralne klimatycznie. Realizacja Programu Zielona Kolej oznacza spełnienie tego wymogu, jeśli chodzi o transport kolejowy i wzmocnienie jego konkurencyjności np. wobec transportu lotniczego. Współgra ona także z ogólnoeuropejską tendencją, polegającą na wprowadzaniu regulacji na poziomie krajowym, nakazujących odejście od połączeń lotniczych na krótkich, krajowych trasach. Dla realizacji krajowych celów klimatycznych, m.in. dzięki inicjatywie Zielona Kolej, ważnym wsparciem może być także podkreślająca rolę transportu kolejowego unijna dyrektywa o odnawialnych źródłach energii (RED II).
- Drugą przesłanką istotną dla „zazielenienia” kolei w Polsce jest wzrost świadomości pasażerów, którzy już dziś – zgodnie z wynikami różnych badań opinii publicznej (m.in. polskiego Ministerstwa Klimatu i Środowiska, czy Europejskiego Banku Inwestycyjnego) – w wielu



przypadkach opowiadają się za rezygnacją ze środków motoryzacji indywidualnej na rzecz wykorzystania transportu publicznego. Dokonują więc oni – jako konsumenci – coraz bardziej świadomych ekologicznie wyborów dotyczących sposobów przemieszczania się. Zapewnienie im możliwości korzystania z kolei o zerowym śladzie węglowym może wpłynąć na znaczny wzrost jej popularności, a co za tym idzie – spadki emisji CO₂ do atmosfery ze strony transportu jako całości. Kolej musi jednak zadbać o zniwelowanie swoich ograniczeń (zwiększyć punktualność i prędkość pociągów, zadbać o interoperacyjność). Zwiększenie udziału kolei w przewozach pasażerskich będzie możliwe także dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii (m.in. aplikacji działających zgodnie z koncepcją MaaS) i integracji z innymi środkami transportu (w tym także tymi bazującymi na zasadach tzw. ekonomii współdzielenia).

- Kluczową kwestią jest także proekologiczna zmiana podejścia biznesu do prowadzenia działalności gospodarczej. Firmy aktywne w różnych branżach, a także różne instytucje i organizacje coraz częściej zwracają uwagę na ślad węglowy generowany przez współpracujących z nimi podwykonawców, w tym również i przedsiębiorstwa transportowe. Znaczną wagę przywiązuje do tego także coraz więcej konsumentów indywidualnych. Ogromnego znaczenia nabiera tworzenie tzw. „zielonych łańcuchów dostaw” oraz zwiększanie udziału kolei w procesach logistycznych realizowanych dla największych odbiorców produktów i towarów. Wykorzystywane są tutaj innowacje coraz szerzej stosowane w logistyce, takie jak digitalizacja, Internet Rzeczy (IoT), big data, technologie mobilne itd. Wszystko to wpisuje się w ideę budowania tzw. „zielonej” i „niebieskiej” gospodarki, poprzez korzystanie z Logistyki 4.0 i logistyki wirtualnej. W realizacji tych koncepcji „zielona”, oparta na energii z OZE kolej, jako efektywny energetycznie i wydajny przewoźnik środków transportu, jest nie do zastąpienia. Jej rola będzie się więc zwiększać.
- Innym czynnikiem ważnym dla realizacji Programu Zielona Kolej jest konieczność zintensyfikowania współdziałania branż energetycznej i transportowej, w celu opracowania rozwiązań na rzecz „zazieleniania” energii zużywanej do zasilania pociągów przewożących osoby i towary. Przystawienie branży kolejowej na korzystanie z energii z OZE oznacza konieczność pokonania szeregu trudności o wymiarze technologicznym i finansowym. Pierwsze z nich to np. konieczność stworzenia systemów magazynowania energii zapewniających bilansowanie produkcji energii z OZE z potrzebami rynku, wypracowanie sposobu zarządzania sieciami elektroenergetycznymi z dużą liczbą rozproszonych źródeł energii (budowa inteligentnych sieci elektroenergetycznych – Smart Grid), czy zapewnienie źródeł rezerwowych. Drugie – to konieczność zachęcenia rynku wytwórców energii z OZE do kooperacji (w formie tzw. przyjaznego modelu współpracy) i inwestowania w lokalne oraz regionalne przedsiębiorstwa produkujące energię z wiatru i słońca. Niezbędne jest także zaangażowanie rynkowych, publicznych krajowych i unijnych środków finansowych. Potencjał Programu Zielona Kolej na wygenerowanie impulsu inwestycyjnego w tej sferze szacowany jest na od 6 do 10 mld zł w skali kraju. Jest tutaj miejsce także na działania ze strony władz centralnych – wprowadzenie zachęt i instrumentów wsparcia pozwalających na podejmowanie długoterminowych zobowiązań do odbioru energii z OZE, które są gwarancją dla powstawania ich źródeł. Poza inwestycjami, efektem gospodarczym realizacji Programu Zielona Kolej będzie również zwiększenie zatrudnienia w perspektywnym sektorze OZE (także jeśli chodzi o produkcję urządzeń, firmy instalatorskie, czy

dostawców usług projektowania i badań, np. środowiskowych) oraz wpływów do budżetu z tytułu podatków. Przyczyni się też do zniwelowania negatywnych skutków kryzysu związanego pandemią COVID-19 i ewentualnych przyszłych podobnych wydarzeń.

- Wzrost świadomości konieczny jest również po stronie przewoźników kolejowych, którzy powinni zacząć postrzegać siebie jako liderów proekologicznych zmian. Poza redukcją własnego śladu węglowego, Zielona Kolej jest dla nich szansą także na zwiększenie przewozów oraz budowę reputacji odpowiedzialnych i pro-ekologicznych przedsiębiorstw.
- Podobna świadomość niezbędna jest również wśród regionalnych władz samorządowych, będących w naszym kraju organizatorami transportu publicznego, a w wielu przypadkach – również właścicielami przewoźników kolejowych. Podążając za oczekiwaniami społecznymi i realizując postanowienia planów i strategii unijnych, a także dokumentów krajowych i regionalnych, samorządowcy powinni wymagać czystego zasilania transportu. Tworząc systemy transportu publicznego, winni oni opierać się na zeroemisyjnej kolei, jako szkielet elektromobilności. Tylko w taki sposób możliwe jest kreowanie zrównoważonej mobilności miejskiej oraz regionalnej i zmniejszanie wykorzystania środków motoryzacji indywidualnej, a co za tym idzie – ograniczanie negatywnych zjawisk, takich jak smog, czy kongestia.
- Tam, gdzie kolej nie jest zelektryfikowana, otwierają się szanse przed stosunkowo nowym rodzajem paliwa alternatywnego w transporcie – wodorem. Potencjał jego wykorzystania w transporcie kolejowym oceniany jest jako znaczny, zwłaszcza jeśli chodzi o zastępowanie eksploatowanych obecnie spalinowych zespołów trakcyjnych wykorzystywanych na liniach bez sieci trakcyjnej oraz lokomotyw manewrowych obsługujących bocznicę i inną infrastrukturę przemysłową. Aby wodór na dobre zaistniał w branży kolejowej, a jego wykorzystywanie miało swoje uzasadnienie tak ekonomiczne, jak i ekologiczne, konieczne jest zapewnienie bezemisyjnych sposobów jego wytwarzania (przy użyciu energii z OZE), bezpiecznych i tanich sposobów przesyłu oraz magazynowania, a także produkcji atrakcyjnych cenowo pojazdów szynowych wykorzystujących ogniwa wodorowe. H₂ daje więc szansę na całkowitą likwidację śladu węglowego generowanego przez transport kolejowy – również tam, gdzie szlaki kolejowe nie są zelektryfikowane.

Podsumowując – znaczenie Zielonej Kolei dla dekarbonizacji jednego z ważnych sektorów rodzimej gospodarki, jego potencjał ekonomiczny, technologiczny i społeczny, a także istotność w kontekście wyzwań stawianych przez prawodawstwo unijne sprawiają, że program ten powinien być jednym z kluczowych elementów polityki państwa polskiego. Jego założenia winny trafić do oficjalnych rządowych strategii i dokumentów kierunkowych, a władze centralne powinny bezpośrednio zaangażować się w jego realizację. Należy jednak podkreślić, że nawet pomimo braku takich działań, szanse na realizację Programu Zielona Kolej siłami podmiotów z branży kolejowej są jak najbardziej realne.

Executive summary

The report that you have in front of you includes the opinions of experts analyzing the effects of the Green Railway Programme in their fields. As summary below shows, this sectoral programme of green transformation of the polish railways will result a positive impact on society, economy, entrepreneurship, technology and the implementation of national policies (including climate and transport). Experts agree that the Green Railway should be implemented comprehensively, and therefore at the national level, taking into account all the areas described in this Report. This is the optimal variant, thanks to which it will be possible to achieve a synergy effect and accelerate the implementation of the Programme agenda. Nevertheless, it is also possible to implement it from the bottom up which, moreover, is progressing gradually, bringing the benefits described below.

- Switching by the rail transport to electricity sourced from RES is an opportunity to meet the requirements in a relatively short time that are posed by the megatrends prevailing in the globalized economic reality, social expectations, EU plans for post-covid economic reconstruction as well as strategies and plans to reduce CO₂ emissions that have arisen at national and regional levels. The Green Railway Program created by entities from the railway industry gathered at the Railway Energy Efficiency Center (pol. Centrum Efektywności Energetycznej Kolei – CEEK), assumes a change in the origin of traction electricity used by railway carriers in Poland. In 2030, 85% of it is to come from Renewable Energy Sources and ultimately 100%.
- The Green Railway Programme is an ambitious and comprehensive undertaking in line with the pursuit of reducing the carbon footprint of transport. Using its potential means a concrete action for electromobility in our country. Rail transport has features that can make it the basis of support for the transformation of polish transport in the low-emission direction. These include, first of all, a high level of electrification as well as a dedicated, regulated and "closed" power system and a relatively small number of market participants. The rail transport sector is therefore characterized by great ease and efficiency of energy transformation. In comparison to it, the automotive industry - too often and unjustifiably seen as the main driver of electromobility – is fragmented which makes the process of its decarbonisation very difficult. The departure from carbon on the railways does not require such



huge financial outlays as in the case of energy, heating, construction, agriculture or heavy industry. The "greening" of the power sources of the entire economy is inevitable, but it is the rail transport that can use its "decarbonisation window" relatively quickly and cheaply.

- The reality of the Green Railway Programme is proved by the fact that in some European countries similar projects have already been implemented. Railways in the Netherlands and Austria use traction energy that comes entirely from sun and wind. Comprehensive programmes of the transition of rail transport to renewable energy sources are also implemented in other European countries with the largest and most modern rail carriers on the continent (Germany, France). Non-European countries with a lower level of economic development than Poland, such as India, have similar plans.
- In order to achieve the objectives of the Green Railway Programme it is necessary to have a number of favorable circumstances, having a technical, legal, financial and social dimension. The first is the decision-makers' efforts to conscious and responsible implementation of the climate policy. This is all the more important as the creators of EU strategies and regulations indicate clearly - public transport (including, in particular, rail transport) has a huge role to play in achieving the goal of ensuring the EU's climate neutrality by 2050. As part of the Green Deal, in December 2020 The Sustainable and Smart Mobility Strategy was established and it indicates that by 2030 journeys of less than 500 km in Europe should be climate neutral. The implementation of the Green Railway Programme means meeting this requirement in terms of rail transport and strengthening its competitiveness, eg. in relation to air transport. It is also in line with the pan-European trend of introducing regulations at the national level to move away from airline short domestic routes. To achieve national climate goals, i.a. thanks to the Green Railway initiative, the EU directive on renewable energy sources (RED II), emphasizing the role of rail transport, may also be an important support. The second important premise for the "greening" of railways in Poland is the increase in the awareness of passengers who already today – according to the results of various public opinion polls (i.a. the Polish Ministry of Climate and Environment or the European Investment Bank) – in many cases support the resignation from individual automotive vehicles for the use of public transport. They are therefore increasingly making - as consumers - environmentally conscious choices about the ways of movement. Providing them with the possibility of using railway with a zero carbon footprint can significantly increase its popularity, and hence – a decrease in CO₂ emissions to the atmosphere from transport as a whole. However, railway must take care to reduce their limitations (increase the punctuality and speed of trains, ensure interoperability). Increasing the share of railways in passenger transport will also be possible thanks to the use of modern technologies



(i.a. applications operating in line with the MaaS concept) and integration with other modes of transportation (including those based on the principles of the so-called sharing economy).

- The key issue is also the pro-ecological change in the approach of business to running an economic activity. Companies active in various industries, as well as various institutions and organizations, more and more often pay attention to the carbon footprint generated by subcontractors cooperating with them, including transport companies. Attention to this is also paid more and more by individual consumers. The creation of the so-called "green supply chains" and increasing the share of railway in logistics processes carried out for the largest recipients of products and goods is becoming a big importance. Used here are innovations that are increasingly used in logistics, such as digitization, the Internet of Things (IoT), big data, mobile technologies etc. All that fits with the idea of "green" and "blue" economy through the use of Logistics 4.0 and virtual logistics. In the implementation of these concepts, the "green" rail based on energy from Renewable Energy Sources, as an energy-efficient and transport-efficient mode of transportation, is irreplaceable. Its role will therefore increase.
- Another important factor for the implementation of the Green Railway Programme is the need to intensify the cooperation of the energy and transport industries in order to develop solutions for "greening" the energy used to power trains carrying people and goods. The conversion of the railway industry to the use of energy from Renewable Energy Sources means the necessity to overcome a number of technological and financial difficulties. The first is, for example, the need to create energy storage systems that ensure balancing the production of energy from RES with the needs of the market, developing a method of managing power grids with a large number of dispersed energy sources (building intelligent power grids – Smart Grid), or providing backup sources. The second is the need to encourage the market of RES energy producers to cooperate (in the form of the so-called friendly cooperation model) and invest in local and regional companies producing energy from wind and sun. It is also necessary to engage market, public, national and EU funds. The potential of the Green Railway Programme to generate an investment impulse in this area is estimated at 6-10 billion PLN nationwide. There is also room for actions by central authorities – the introduction of incentives and support instruments allowing for long-term commitments to receive energy from RES, which are a guarantee for the emergence of their sources. In addition to investments, the economic effect of the implementation of the Green Railway Programme will also be an increase in employment in the prospective RES sector (also in terms of the production of equipment, installation companies, or providers of design and research services, e.g. environmental) and budget revenues from taxes. It will also contribute to reducing the negative effects of the crisis related to the COVID-19 pandemic and possible future similar events.

- Increase of awareness is also necessary on the side of railway carriers, who should start to see themselves as leaders of pro-ecological changes. In addition to reducing their own carbon footprint, Green Railway is an opportunity for them to increase transport and build a reputation for responsible and pro-ecological enterprises.
- A similar awareness is also necessary among regional self-government authorities which in our country are the organizers of public transport, and in many cases – also the owners of railway carriers. By following social expectations and implementing the provisions of EU plans and strategies as well as national and regional documents, local government officials should require clean supply of transport. When creating public transport systems, they should rely on zero-emission railways as the spine of electromobility. Only in this way it is possible to create sustainable urban and regional mobility and reduce the use of individual automotive funds and thus – to limit negative phenomena such as smog or congestion.
- There, where rail is not electrified, opportunities open up for a relatively new type of alternative fuel for transport – hydrogen. The potential of its use in rail transport is assessed as significant, especially when it comes to replacing the currently exploited multiple exhaust gas traction units used on lines without traction line and shunting locomotives serving sidings and other industrial infrastructure. For hydrogen to exist in the railway industry for good and its use has both economic and environmental justification, it is necessary to ensure emission-free methods of its production (using energy from Renewable Energy Sources), safe and cheap methods of transmission and storage, as well as production of rail vehicles using hydrogen cells at attractive prices. Hence, H2 offers a chance to completely eliminate the carbon footprint generated by rail transport – also in places where rail routes are not electrified.

All things considered - the importance of the Green Railway for the decarbonisation of one of the important sectors of the domestic economy, its economic, technological and social potential as well as its importance in the context of the challenges posed by EU legislation make this programme one of the key elements of the Polish state's policy. Its assumptions should be included in official government strategies and directional documents and the central authorities should be directly involved in its implementation. However, it should be emphasized that even despite the lack of such actions, the chances of implementing the Green Railway Programme by the forces of entities from the railway industry are very real.



Odpowiedzialność energetyczna kolei

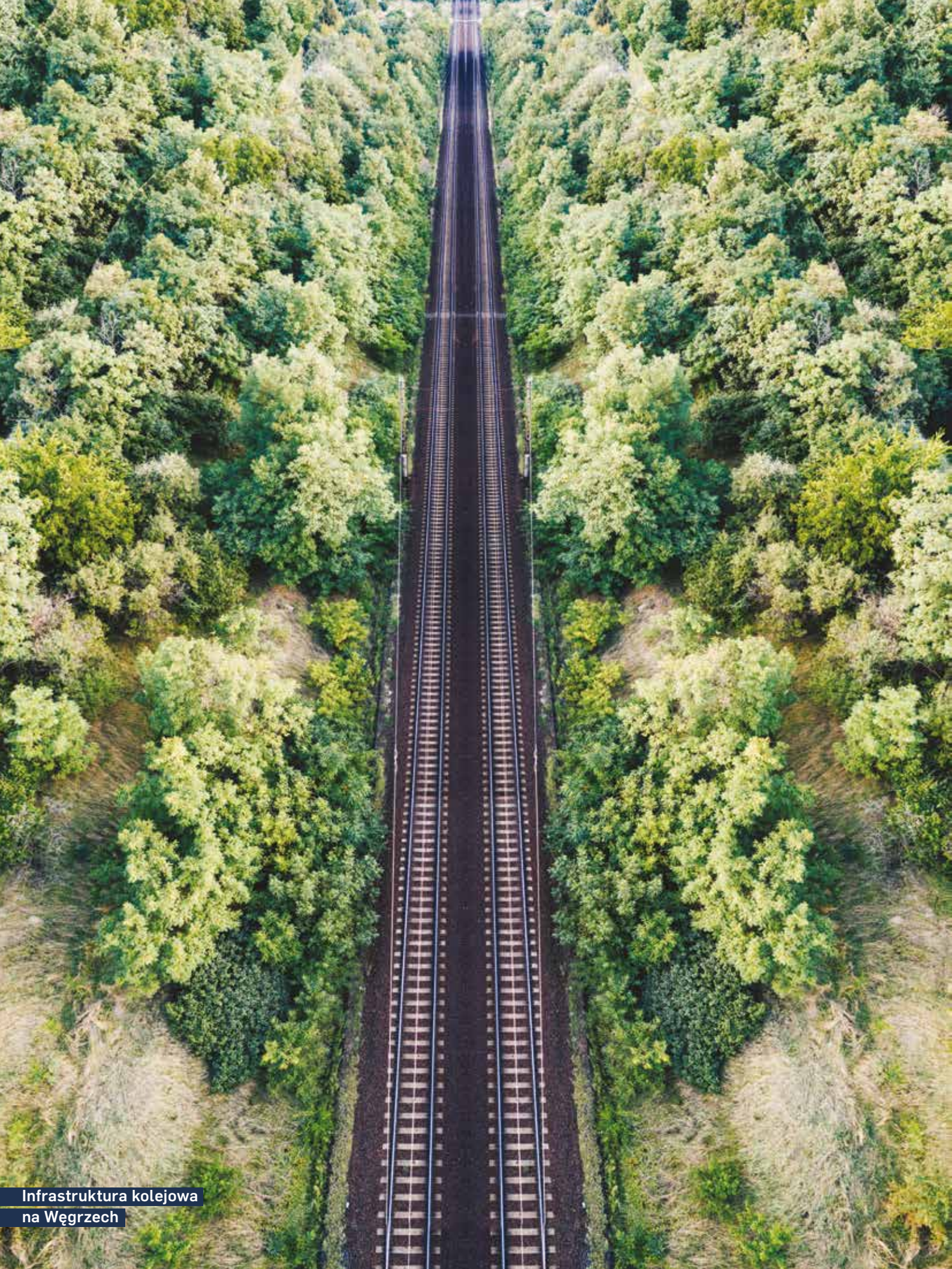
Kluczowe założenia raportu

Czy zielona kolej wpisuje się w globalne wysiłki ONZ na rzecz przeciwdziałania zmianie klimatu? Zdecydowanie tak. Z raportu IEA World Energy Outlook 2020 wiemy, że jesteśmy uzależnieni od paliw kopalnych uzyskując energię w prawie 81% z węgla, ropy i gazu. Jest to odpowiednio 11 640 Mtoe, gdy suma uzyskanej energii z OZE, tradycyjnej biomasy i atomu to zaledwie 2766 Mtoe. W tle jest infrastruktura wytwarzania i przesyłu energii oparta o model wysokoemisyjny, którą trzeba przebudować, lub wygasić. Konsekwencją wytwarzania energii z kopalin są nadmiarowe emisje. Jeśli ich nie powstrzymamy to utracimy stabilność klimatu. Tegoroczny raport IPCC doprecyzowuje, że stężenia głównych gazów cieplarnianych w atmosferze (dwutlenku węgla, metanu i podtlenku azotu) znacznie przekraczają wartości z ostatnich 800 tysięcy lat. Raport podaje, że od początku rewolucji przemysłowej (jej rozpoczęcie jest umownie ustalone na 1790 rok), koncentracja CO₂ w atmosferze wzrosła o 47%, CH₄ o 156%, a N₂O o 23%. Tak gwałtowne zmiany stężeń bez udziału człowieka trwałyby dziesiątki tysięcy lat. To dlatego ONZ mówi o kryzysie klimatycznym i dlatego tak pilne są inwestycje koncentrujące się na zmniejszeniu emisji, i dlatego kluczowy jest mechanizm ich finansowania oraz zgromadzenie odpowiedniego kapitału. Cel to ograniczenie emisji o 50% do 2030 roku i doprowadzenie do globalnej neutralności klimatycznej w 2050 roku.

Kluczem dla szybkiej transformacji energetycznej i obniżenia emisji, są sektorowe programy, które mają duży potencjał replikacyjny i które wraz z każdym kolejnym wdrożeniem będą poprawiać efektywność i tanieć dzięki efektowi skali i upowszechnieniu technologii zielonych. Zielona Kolej jest przykładem takiego programu. W raporcie prezentujemy równolegle realizowane i już zakończone inwestycje przebudowujące system zasilania kolei z energii opartej o paliwa kopalne w kierunku zielonej energii. Prezentujemy przykłady od Indii, przez Holandię, Austrię, Wielką Brytanię, Hiszpanię, aż po Japonię.

Transformacja energetyczna nie jest celem, a środkiem i koniecznością, która ma przywrócić równowagę pomiędzy nieodwracalnymi zmianami, które wprowadził człowiek, a prawami natury. Uprzemysłowienie, napędzane energią ze spalania paliw kopalnych, zaburzyło tę równowagę. Kierunek aktywnych działań w transformacji energetyki i transportu jasno określił Europejski Zielony Ład, a wcześniej cele polityki klimatycznej ONZ, uzgodnione w 2015 roku w Paryżu.

W Polsce mamy więc unikatową okazję przeprowadzenia transformacji całego transportu kolejowego na w pełni zielony i niejako przy okazji wpisanie się w globalny proces redukcji emisji i transformacji energetycznej. Co więcej – cała branża już od dawna nad tym pracuje. Podczas zeszłorocznego szczytu ONZ, skupiającego liderów odpowiedzialnego biznesu – United Nations Global Compact Leaders Summit, jednym z członków polskiej delegacji był Prezes PKP Energetyka Wojciech Orzech, który zaprezentował projekt przejścia polskich kolei na czystą energię. Dziś energia dla kolei w Polsce to 2% całości energii elektrycznej pobieranej z sieci. Projekt przejścia polskiej kolei na OZE, zakłada transformację na energię ze słońca i wiatru w 85% do 2030 roku. Obecnie 80% energii w Polsce jest wytwarzana z węgla. Dlatego założeniem Programu Zielona Kolej jest wspólne „wybudowanie” rozproszonej, zielonej i inteligentnej „elektrowni” o mocy prawie 2 GW energii ze słońca i wiatru.



Dzięki dostępowi do energii ze źródeł odnawialnych, transport kolejowy może być środowiskowo bezpieczny i innowacyjny, choćby poprzez zastosowanie technologii wodorowych w kolejnictwie. Biznes także chętniej będzie korzystał z sieci logistycznych opartych o kolej, bo będzie to opłacalne w kontekście liczenia śladu węglowego. Rozumie to biznes i rozumieją to rzecz jasna firmy kolejowe zrzeszone w Centrum Efektywności Energetycznej Kolei, wspólnie działając na rzecz większej konkurencyjności i pro-ekologiczności tego środka transportu realizując Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ: 7. (czysta i dostępna energia), 13. (działania w dziedzinie klimatu) i 17. (partnerstwo na rzecz celów). Nakłady na wdrożenie Celów Zrównoważonego Rozwoju i mechanizmy wyrównawcze, to filar negocjacji klimatycznych ONZ, gdzie innowacje i przeskok technologiczne w obszarze wytwarzania zielonej energii są kluczowym elementem rozmów. Żeby wdrożyć inwestycje niezbędne dla redukcji globalnych emisji o 50% do 2030 roku, potrzeba każdego roku nie mniej niż 4,4 trylionu USD. Na dziś wartość inwestycji to zaledwie 2 tryliony USD. Kluczowe jest zwiększenie nakładów na inwestycje sektorowe. Także w Polsce niezbędna jest debata na temat ewentualnego włączenia programu Zielona Kolej do polskich dokumentów strategicznych i strategiczne wsparcie inwestycji w niskoemisyjne kolejnictwo, równoległe do realizacji programu siłami samej branży kolejowej. Przygotowana analiza będzie podstawą dla strategicznego dialogu branży kolejowej z rządem.

Neutralność klimatyczna kolei, do której dąży Program Zielona Kolej wychodzi naprzeciw i jest szansą na sprostanie w stosunkowo krótkim czasie wymogom, jakie przed koleją stawiają dominujące w zglobalizowanej rzeczywistości gospodarczej megatrendy, oczekiwaniom społecznym, unijnym planom pocovidowej odbudowy gospodarek, a także strategiom i planom ograniczania emisji CO₂ powstałym na poziomach krajowych i regionalnych. Aby program został kompleksowo wdrożony, potrzebna jest nie tylko świadomość wśród regionalnych władz, będących w naszym kraju organizatorami transportu publicznego oraz pozostałych przewoźników kolejowych. Tworząc systemy transportu publicznego, winni oni opierać się na zeroemisyjnej kolei, jako szkielet elektromobilności. Tylko w taki sposób możliwe jest kreowanie zrównoważonej mobilności miejskiej oraz regionalnej i zmniejszanie wykorzystania środków motoryzacji indywidualnej, a co za tym idzie – ograniczanie negatywnych zjawisk, takich jak zanieczyszczenie powietrza, czy kongestia oraz aktywne włączenie się w tworzenie technologii przyszłości jak energetyka wodorowa oraz inne systemy pozwalające na bardziej ekologiczne oraz bardziej efektywne wykorzystanie energii.



Kamil Wyszowski

Przedstawiciel i Dyrektor Wykonawczy
UN Global Compact Network Poland



Michał Kurtyka

Minister Klimatu i Środowiska

Kolej na zieloną transformację. Musimy zrobić wszystko, aby polska branża kolejowa nadażyła za zmianami w unijnej polityce klimatycznej

Zgodnie z nową unijną polityką klimatyczną wynikającą z Europejskiego Zielonego Ładu, kolej ma odgrywać wiodącą rolę w ograniczeniu emisji CO₂ w transporcie. Stawia to przed polską branżą kolejową ogromne wyzwanie jakim jest konieczność jej głębokiej transformacji i wzrostu wykorzystania przez nią odnawialnych źródeł energii (OZE). W naszym kraju już od dawna widzimy dużą dynamikę wzrostu inwestycji w OZE, co potwierdzają dane Agencji Rynku Energii wskazujące, iż moc zainstalowana w OZE sięgnęła pod koniec 2020 r. już 12,5 GW.

Ministerstwo Klimatu i Środowiska dąży do zapewnienia optymalnych warunków do rozwoju OZE, także w obszarze sektora kolejowego, co pozwoli na wytyczenie przez niego „zielonego kierunku”. Budzi optymizm, że dzieje się to przy coraz większej aktywności polskiej branży kolejowej, która opracowuje zaawansowane plany przejścia na energetykę odnawialną. Pracę w tym obszarze prowadzi przede wszystkim Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK), które przygotowało program „Zielona Kolej”, będący przedmiotem omawianego raportu, z którego wynika, że w 2030 roku zasilanie polskiej kolei ma pochodzić w 85% ze źródeł odnawialnych. Program ten ma stymulować inwestycje w OZE o wartości 6-10 mld zł w ciągu 15 najbliższych lat. Zalicza się do nich m.in. budowę farm fotowoltaicznych na terenach należących do spółek kolejowych, którą ma koordynować PKP Energetyka – spółka zasilająca polską kolej w energię. Korzystanie z energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych – szczególnie w ramach własnej działalności – zmniejszy nie tylko koszty, zwiększając przy tym konkurencyjność transportu kolejowego, ale wpisze się także w innowacyjny kierunek zmian. Ponadto, transport kolejowy, może łatwiej ograniczać emisję CO₂ niż transport rozproszony, ze względu na bardziej scentralizowany system korzystania z energii poprzez podłączenie do trakcji elektrycznej.

Innym elementem wspierającym dążenia do zeroemisyjności na torach jest wykorzystanie wodoru. Chcemy, aby polska kolej była w przyszłości napędzana również wodorem, który ma szansę zrewolucjonizować już w nieodległej perspektywie światowy transport. W tym celu jako Ministerstwo Klimatu i Środowiska podejmujemy konkretne działania, aby być czynnym uczestnikiem tego procesu. Jednym z nich jest uwzględnienie w projekcie Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r. założenia o powstaniu do 2025 roku pierwszych pociągów i lokomotyw wodorowych, które zastąpią ich spalinowe odpowiedniki na trudnych do zelektryfikowania trasach. W dalszej perspektywie celem jest komercjalizacja tej technologii i stopniowe zastąpienie pociągów spalinowych wodorowymi.

Serdecznie dziękuję UN Global Compact Network Poland i jej ekspertom za podjęcie wysiłku nad stworzeniem niniejszego raportu. Nie mam wątpliwości, że stanie się on znakomitą przyczynką do dyskusji nad wypracowaniem a następnie wdrożeniem przez polską kolej dalece idących zmian proklimatycznych.

Wspomniane zmiany czekające polską branżę kolejową mogą przynieść jej wymierne efekty w postaci zwiększenia konkurencyjności i pozyskania nowych pasażerów, którzy coraz liczniej będą chcieli korzystać z ekologicznego środka transportu. Wierzę, że kolej jest gotowa, aby sprostać czekającym ją wyzwaniom i będzie modelowym przykładem „zielonej” transformacji polskiej gospodarki, co może wywrzeć pozytywny wpływ na sytuację ekonomiczną w dobie pandemii COVID-19.





Ministerstwo
Rozwoju i Technologii

Olga Ewa Semeniuk

Podsekretarz Stanu, Pełnomocnik Rządu ds. Małych i Średnich Przedsiębiorstw

***“You cannot fight against the future.
Time is on our side.”***

William Ewart Gladstone

Nie można walczyć z przyszłością. Czas jest po naszej stronie

Transport kolejowy przez długie lata był symbolem postępu techniki. Nadal jest on jednym z najbardziej efektywnych sposobów przemieszczania ludzi i towarów. Polska ma rozwiniętą sieć kolejową i nowoczesną produkcję taboru. Kolej w sensie energetycznym jest relatywnie mniej emisyjna od większości innych środków transportu. Jednak relatywnie – to już nie wystarczy. W kolejnych latach przewozy kolejowe stają przed wyzwaniem kosztów energii, a także przed wyzwaniem społecznym – postawy prośrodowiskowej. Rozwój kolei to już nie tylko zwiększanie szybkości i bezpieczeństwa – to także odpowiedzialność energetyczna.

Kolej może i powinna włączyć się w proces transformacji energetycznej, w budowę gospodarki niskoemisyjnej. Polska z sukcesem przechodzi w ostatnich latach jej pierwszy etap – budujemy coraz więcej źródeł energii odnawialnej. Teraz czas na racjonalne jej wykorzystanie. Transport kolejowy może być tańszy dzięki dostępowi do energii ze źródeł odnawialnych a także sprawniejszy poprzez np. zastosowanie technologii wodorowych.

Zielona Kolej to także rozwiązania ekonomicznie efektywne. Jeszcze niedawno przeciwnicy odnawialnych źródeł energii podnosili zarzut, że są one drogie. Bo były, ale dzięki ich szerokiemu stosowaniu i rozwojowi technologicznemu – stały się tańsze od źródeł konwencjonalnych. Proponowane poniżej rozwiązania zostały przeanalizowane także pod względem ekonomicznym. Mam głębokie przekonanie, że Polski nie stać na zaniechanie tego kierunku rozwoju.

Zadanie jakie stoi przed Zieloną Koleją nie jest łatwe. Już sam kwestia ujednolicenia standardów energetycznych dla transportu szynowego, choćby w Europie – jest trudnym procesem. A wykorzystanie nowoczesnych i przyszłościowych technologii w transporcie kolejowym wymaga istotnych nakładów na badania i rozwój.

Dziękuję wszystkim, którzy przyczynili się do powstania niniejszego Raportu. Wiem, że dzięki wysiłkom polskich inżynierów jesteśmy w stanie przejść z fazy doganiania technologicznego naszych europejskich partnerów do fazy rozwojowej i aktywnie włączyć się w tworzenie technologii przyszłości – takich jak energetyka wodorowa, magazynowanie energii, systemy zarządzania pozwalające na najefektywniejsze jej wykorzystanie.





Janusz Malinowski

Przewodniczący Prezydium Rady Programowej CEEK
Prezes Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej

Zielona Kolej jako istotny element zrównoważonego rozwoju

Powołując do życia w marcu 2019 r. inicjatywę Centrum Efektywności Energetycznej Kolei, chcieliśmy przede wszystkim budować kolej bardziej konkurencyjną i przyjazną środowisku. Jako branża – CEEK skupia dziś blisko 70 podmiotów, które odpowiadają za prawie 95% zużycia energii w sektorze kolejowym – nie mieliśmy wątpliwości, że kolej może mieć duży udział w realizacji zakładanych wówczas przez Unię Europejską celów neutralności klimatycznej, zwłaszcza w dziedzinie transportu.

Od początku postawiliśmy sobie za cel promowanie działań na rzecz oszczędzania energii elektrycznej. To znalazło odzwierciedlenie w misji CEEK, która wyraża nasze dążenie do optymalizacji zużycia energii na polskiej kolei, zarówno w transporcie pasażerskim, jak i towarowym poprzez propagowanie proekologicznych i efektywnych energetycznie rozwiązań, takich jak: rekuperacja, eco-driving i zasilanie infrastruktury z OZE. Oszacowaliśmy, że realizacja tych trzech kluczowych inicjatyw doprowadzi do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej o 1,2 TWh w perspektywie 10 lat, a tym samym zredukuje emisję CO₂ o ponad 1 000 000 ton.

Rekuperacja – czyli odzysk energii podczas hamowania pojazdu szynowego z napędem elektrycznym lub hybrydowym, pozwoli w ciągu 10 lat zaoszczędzić 600 GWh oraz zmniejszyć emisję CO₂ o 480 000 ton.

Ecodriving – czyli świadoma, umiejętna i oszczędna jazda, umożliwi w ciągu 10 lat wygenerowanie oszczędności energii elektrycznej na poziomie 400 GWh oraz zredukowanie emisji CO₂ o 320 000 ton.

Zasilanie infrastruktury z OZE – czyli instalacja odnawialnych źródeł energii na terenach i obiektach kolejowych, umożliwi w ciągu 10 lat zwiększyć udział OZE w strukturze zużycia energii przez przewoźników kolejowych o 200 GWh oraz zmniejszyć emisję CO₂ o 280 000 ton.

Kolej jest najmniej energochłonnym środkiem transportu: wykazuje najmniejsze średnie zużycie energii elektrycznej w przypadku przewozu pasażerów (poniżej 10 toe/miliony pas-km)¹ i prawie najmniejsze – w odniesieniu do transportu towarów (mniej energii zużywają jedynie statki). W przeważającej mierze jednak, nadal zasilana jest ze źródeł konwencjonalnych. Co zatem należy zrobić, aby kolej mogła stać się rzeczywiście najbardziej ekologicznym środkiem transportu i zyskać tym samym przewagę konkurencyjną, zarówno w wymiarze środowiskowym jak i gospodarczym? Konieczna jest zmiana źródeł zasilania na te, które są w pełni ekologiczne, czyli tzw. zielone.

W tym kontekście rozpoczęliśmy w CEEK prace nad modelem **Zielonej Kolei**, który jest dziś kompleksowym programem przejścia branży kolejowej na zasilanie w 85% energią z OZE – do 2030 roku. Jego realizacja spowoduje redukcję zużycia energii produkowanej z paliw konwencjonalnych o ponad 2 TWh oraz redukcję emisji CO₂ o 8 mln ton. Docelowo program ten zakłada całkowite, czyli stuprocentowe wykorzystanie energii z OZE w sektorze kolejowym. Co więcej, **Zielona Kolej** jest motorem, który poprzez zwiększenie proekologicznych przewozów drogą kolejową, nawet o 12%, może doprowadzić do ograniczenia najbardziej emisyjnego transportu, jakim jest transport drogowy. W rezultacie pozwoli to na dodatkową redukcję CO₂ ponad zakładany obecnie wskaźnik.

Nasza branża potrzebuje wdrożenia tego modelu, nie tylko dla realizacji unijnych celów klimatycznych, ale przede wszystkim dla ochrony samego klimatu jako cennej wartości. Jego implementacja to także przejaw

¹ Źródło: Międzynarodowa Agencja Energii.

odpowiedzialności sektora za realizację celów zrównoważonego rozwoju, a szczególnie wzrostu efektywności zużycia energii, działań na rzecz dbałości o klimat oraz partnerskiej współpracy między rządami i społeczeństwem.



Cieszy nas, że nasze dążenia popiera United Nations Global Compact, który – wydając niniejszy Raport w pełni poświęcony Zielonej Kolei – prezentuje wyniki pogłębionych analiz i rozważań na temat tego programu, przygotowane przez grono wybitnych ekspertów. Wierzmy, że będą one stanowić dodatkowe, obiektywne i bardzo merytoryczne argumenty za zmianą zasilania transportu kolejowego na OZE.

Podkreślić należy, że skuteczna realizacja programu **Zielona Kolej** wymaga spełnienia kilku warunków.

Po pierwsze: wdrażanie polityki klimatycznej powinno przebiegać w sposób świadomy i odpowiedzialny, czemu sprzyja obecne nastawienie społeczne. Obserwujemy dziś bowiem wzrost zainteresowania działaniami nakierowanymi na zachowania proekologiczne. Pasażerowie chcą korzystać z transportu, który dba nie tylko o ich komfort podróży, lecz także o otoczenie naturalne.

Po drugie: wiele zależy od władz samorządowych, które w niedalekiej przyszłości – w związku ze zmianami wynikającymi zarówno z europejskich rozporządzeń, jak również ze zmieniających się oczekiwań społecznych – będą wymagać od przewoźników zasilania transportu kolejowego czystą energią.

Po trzecie: należy pamiętać, że wskaźnik tzw. śladu węglowego, który będąc monitorowanym przez firmy i organizacje, stanie się jednocześnie kluczowym elementem różnicowania atrakcyjności środków transportu w ogóle.

Po czwarte: istotne znaczenie mają inicjatywy władz na szczeblu krajowym, dotyczące wprowadzania rządowych zachęt oraz instrumentów wsparcia dla długoterminowych relacji pomiędzy przewoźnikami a dostawcami energii.

Aby **Zielona Kolej** mogła na stałe jeździć po polskich torach, musimy dziś wszyscy zrozumieć, że działania, o których mowa powyżej, to jedyna słuszna droga koniecznych zmian. Ekologiczna modernizacja kolei pozwoli jej sprostać wyzwaniom przyszłości i umożliwi funkcjonowanie zgodnie z oczekiwaniami zmieniającego się rynku oraz potrzebami nowoczesnego społeczeństwa.

Pociągi Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej
już wkrótce zasilane będą
energią z odnawialnych źródeł





Główny dworzec kolejowy
w Budapeszcie – Budapest Keleti

A kerítése
átmászni
balesetveszélyes
és tilos!
Videó-kamerával
megfigyelt terület.

Wprowadzenie



Natalia Hatałska

infuture.institute

W świecie zmagającym się ze zmianami klimatycznymi, stawiającym na zrównoważony rozwój, kolej zdaje się być optymalnym środkiem transportu – zarówno jeżeli chodzi o przewóz ludzi, jak i towarów. Ale na zmiany w obszarze kolei nie można patrzeć tylko przez pryzmat ekologii. To element niezwykle ważny, ale nie jedyny. Konieczne jest również uwzględnienie zmian społecznych oraz technologicznych, i to nie tylko ze strony konkurencyjnych środków transportu (tu elektromobilność i transport autonomiczny), ale także rozwiązań, które mogłyby się wydawać dla tej kategorii odległe, bo dziś są np. domeną branży rozrywkowej (jak chociażby technologie VR czy AR). Na kolej trzeba patrzeć również w kontekście przyzwyczajęń i potrzeb przyszłych społeczeństw, których członkowie nie będą znać już świata bez internetu. Dla nich kolej będzie stanowić część większego systemu komunikacji, jedną z wchodzących w jego skład usług, o ile będzie nie tylko prośrodowiskowa i zrównoważona, ale przede wszystkim elastyczna, wygodna, szybka i „bezszerwowa”.

Niedaleko miasta Graz, w Austrii, znajduje się Österreichischer Skulpturen Park. To park rzeźb, w którym można znaleźć ponad siedemdziesiąt wielkoformatowych rzeźb i instalacji z różnych okresów stworzonych przez artystów z całego świata. Choć sam park jest przepięknym miejscem i znajdują się w nim wyjątkowe prace, to dojazd i wejście do niego są raczej niepozorne. Ogród znajduje się niedaleko lotniska, w przemysłowej dzielnicy miasta, tuż za torami kolejowymi i obok Schwarzlsee – popularnego parku sportów wodnych i rozrywki. Jadąc zresztą do Skulpturen Park samochodem, człowiek mija po drodze głównie kierunkowskazy do Schwarzlsee. Jedyną wskazówką, że zmierza się we właściwym kierunku, jest umieszczony jeszcze przed parkiem, na bocznicie kolejowej, wielki złoty wagon z rogami na dachu. Zresztą, gdyby nie ten złoty kolor, można by go pomylić ze zwykłą cysterną do przewozu produktów naftowych. W rzeczywistości ten złoty wagon z rogami na dachu to praca Hansa Holleina, austriackiego projektanta oraz kluczowej postaci architektury postmodernistycznej. Hollein stworzył tę instalację w 2011 roku, już w czasach zdominowanych przez technologie informacyjno-komunikacyjne, i zatytułował – „Złoty cielec”. Świadomie odniósł się w niej do początków techniki, wykorzystując jako główny nośnik artystyczny jeden z pierwszych

przemysłowych środków transportu, a malując go złotą farbą, nawiązał do utopijnej wizji pięknego życia, które postęp technologiczny miał nam zapewnić.

Opisuję tę historię, bo jasno wynika z niej, że kolej zawsze była – i pozostaje do dziś – synonimem postępu technologicznego. Widać to we wspomnianej pracy Hansa Holleina, widać również w japońskich Shinkansenach, ultraszybkich pociągach, które są przecież symbolem technologicznego zaawansowania tego kraju; wreszcie widać to także w projektach dotyczących kolei przyszłości, takich jak chociażby amerykański Hyperloop czy chińskie i japońskie pociągi Maglev. To zresztą znamienne, że najbardziej futurystyczne, rozpalające naszą wyobraźnię wizje transportu przyszłości to właśnie zazwyczaj wizje ultraszybkiej kolei, a nie innego środka komunikacji.

Jednocześnie, we współczesnym świecie, który zmaga się z wyzwaniami spowodowanymi przez zmiany klimatyczne; który stawia na zrównoważony rozwój i zmierza w kierunku gospodarki obiegu zamkniętego; w świecie, który poszukuje rozwiązań technologicznych przyjaznych dla środowiska, czystych i tanich – kolej jest atrakcyjnym rozwiązaniem w kontekście transportu pasażerskiego

i towarowego. Nic więc dziwnego, że Europa traktuje ten środek komunikacji priorytetowo – i to od wielu, wielu lat – przeznaczając ogromne fundusze na jego rozbudowę i modernizację. Wśród obecnie prowadzonych inwestycji znajdują się przedsięwzięcia takie jak budowa transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T), RailBaltica, czy Rail2Sea – których celem jest stworzenie paneuropejskiej sieci połączeń kolejowych. Biała Księga Transportu Unii Europejskiej zakłada również, że do 2030 roku w Europie nastąpi trzykrotny wzrost w obszarze istniejącej sieci kolei dużych prędkości, a ich budowa zostanie ukończona do 2050 roku¹. Tylko w Polsce do 2027 wydatki na rozbudowę i modernizację infrastruktury kolejowej mają wynieść 250 mld złotych².

A jednak mimo tych niewątpliwych zalet, mimo tego, że kolej jest obecnie najefektywniejszym energetycznie i najbardziej ekologicznym środkiem transportu (z danych Europejskiej Agencji Środowiska wynika, że kolej emituje niespełna 1% CO₂ do atmosfery); mimo tego, że tak wiele się mówi o zrównoważonym rozwoju, wreszcie mimo podejmowanych inwestycji statystyki pozostają nieubłagane – sieci kolejowe obsługują aktualnie 8% ruchu pasażerskiego i 7% transportu towarowego na świecie³. Transport kolejowy wciąż przegrywa z transportem samochodowym i lotniczym. Dlaczego?

Oczywiście, powodów jest wiele. To kwestie związane z infrastrukturą bądź jej brakiem, problemami pierwszej i ostatniej mili (first mile/last mile), które sprawiają, że pasażer nie ma, jak dostać się z domu do przystanku kolejowego lub z przystanku kolejowego do miejsca destynacji. To kwestie zmieniającego się handlu, gdzie coraz większą rolę pełni e-commerce i m-commerce, czego naturalną konsekwencją jest zwiększone zapotrzebowanie na przewóz towarów lekkich, o średniej wadze 2-3 kg. To kwestie przyzwyczajenia, wygody, posiadanych przekonań, które często trudno zmienić. Owszem, coraz większa część społeczeństwa deklaruje podejmowanie działań proekologicznych, ale często na deklaracjach się kończy. W październiku 2020 Ministerstwo Klimatu i Środowiska opublikowało raport z prowadzonych od 2011 badań trackingowych dotyczących postaw ekologicznych Polaków⁴. Wśród największych problemów w kwestii środowiska naturalnego badani wskazali na pierwszym miejscu kwestie związane z zanieczyszczeniem powietrza (59% wskazań). Za główny powód takiego stanu rzeczy uznali emisję spalin z transportu samochodowego (65% wskazań). A jednak, dopytani o to, jakie działania należy podjąć, by poprawić jakość powietrza, tylko 5% Polaków wskazało, że pomocne będą oddolne zmiany w transpor-

cie, w tym przechodzenie na kolej i jeszcze mniej – bo zaledwie 2% – wskazało, że istotne jest przejście społeczeństwa na komunikację publiczną/zbiorową. Jak widać dbałość o ekologię w kulturze nanosekundy – gdzie wszystko ma być dostępne już, teraz, natychmiast – przegrywa z własną wygodą, której istotnymi składowymi są szybkość i elastyczność. Zachowania prośrodowiskowe podejmowane są więc w takich obszarach, jak oszczędzanie wody, gaszenie świateł, segregowanie śmieci czy wymiana pieców – bo jednocześnie przekładają się na zmniejszenie wydatków. W kontekście transportu, który wiąże się z oszczędnością własnego czasu i wygodą, zdają się często schodzić na drugi plan – pasażer wybiera samolot, bo dotrze do danego miejsca szybciej, lub samochód – bo dzięki niemu może być bardziej elastyczny i niezależny. W kontekście rozwoju kolei nasuwają się więc pytania o to, jak sprawić, by wygrywała ona z innymi środkami transportu także w wymiarach szybkości i elastyczności, a nie tylko w wymiarze ekologii.

W dobie trwającej pandemii powodem niskiej popularności kolei są dodatkowo kwestie społeczne – ludzie pracują z domu, organizują spotkania online, więc naturalne jest to, że podróżują mniej; rezygnują również świadomie z wyjazdów, zwłaszcza tych, w których mieliby kontakty z większą liczbą osób, bo boją się zarażeń.

Z tych powodów na czynniki mające wpływ na rozwój kolei należy patrzeć szeroko. Nie wystarczy tylko przyglądać się postawom konsumenckim w obszarze zrównoważonego rozwoju. Owszem, to jeden z głównych czynników przemawiających za rozwojem kolei jako dominującego w przyszłości środka transportu – zarówno w kontekście transportu dalekobieżnego, jak i transportu w granicach danego miasta – ale z pewnością nie jedyny. Na kolej nie można też patrzeć wyłącznie w kontekście inwestycji infrastrukturalnych i rozwoju technologicznego. Z historii wiemy bowiem, że rozwój kolei znacząco wpłynął na zmiany społeczne. Oprócz rozwoju miast, wzrostu gospodarczego i postępu technologicznego, kolej przyczyniła się również do rozwoju intelektualnego; sprawiła, że świat stał się mniejszy, a idee i pomysły mogły podróżować szybciej. I trzeba wyraźnie podkreślić, że to oddziaływanie w obszarze zmian społecznych jest dwustronne. Dziś czynniki, takie jak chociażby starzejące się społeczeństwo, przyzwyczajenia i oczekiwania młodszych generacji, w tym millenialsów i generacji Z, mają ogromny wpływ na to, jak potoczą się losy kolei; czy stanie się ona w przyszłości najważniejszym – bo najtańszym i najbardziej ekologicznym – środkiem transportu.

¹ Biała Księga Transportu. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, Unia Europejska, 2011. Dostęp online: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_pl.pdf

² Dla porównania dochody budżetu Polski wyniosły w 2020 roku niespełna 400 mld złotych.

³ The future of rail, IEA, 30 January 2019.

⁴ Badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski, raport z badania trackingowego, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, październik 2020.

Czynniki wzrostu...

Rozwojowi kolei jako wiodącego środka komunikacji sprzyja dziś wiele megatrendów. Wśród nich na pierwszym miejscu wymienić należy urbanizację. Już w 2018 roku światowa liczba osób mieszkających w miastach przekroczyła tę mieszkającą poza nimi. Szacuje się, że do 2030 roku 60% światowej populacji będzie mieszkąło na terenach miejskich. Oczywiście, wzrost ten napędzany jest dziś głównie przez kraje w Azji i Afryce, wskaźnik urbanizacji w Europie wynosi aktualnie blisko 75%⁵. Postępująca urbanizacja tożsama jest z postępem gospodarczym i technologicznym. Jak pisał Kevin Kelly: „Wszystkie obietnice, paradoksy i kompromisy, które są efektem Postępu przez duże P, widoczne są zawsze w mieście. Tak naprawdę, żeby sprawdzić pojęcie i prawdziwość postępu technologicznego, wystarczy zbadać naturę miast.”⁶ Ludzie przenoszą się do miast w poszukiwaniu edukacji, pracy, lepszego życia. Ale po pewnym czasie dostrzegają też negatywne strony życia w mieście: hałas, zanieczyszczenie powietrza, korki i tłok. Tak często zaczyna się proces rozlewania się miast, część ludzi przeprowadza się na ich obrzeża lub w ogóle do innych, podmiejskich miejscowości. Nic więc dziwnego, że cechą charakterystyczną każdego ośrodka miejskiego – niezależnie od tego, jak on wygląda – jest jakość jego połączeń komunikacyjnych, w tym kolejowych, w jego obrębie i poza nim. Kolej pozwala także na realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju – takich jak chociażby wzrost gospodarczy i godna praca, zrównoważone miasta i społeczności oraz działania na rzecz klimatu. Zapewnia bowiem mieszkańcom miast – zarówno w ich obrębie, jak i poza nimi – bezpieczną, dostępną cenowo i zrównoważoną komunikację. Już dziś statystyki wskazują, że w tych miastach, gdzie istnieje odpowiednio rozbudowana infrastruktura kolejowa (a więc spełniona jest potrzeba

wygody/elastyczności/szybkości), ludzie zdecydowanie chętniej korzystają z tego środka transportu. W Polsce takim przykładem może być Obszar Metropolitalny Gdańsk – Gdynia – Sopot. Z raportu Urzędu Transportu Kolejowego⁷ wynika, że średni wskaźnik wykorzystania kolei w przewozach pasażerskich kształtował się dla całej Polski na poziomie około ośmiu podróży na rok (dokładnie na poziomie krajowym wskaźnik ten wynosił w 2018 roku 8,1). A jednocześnie w województwie pomorskim wskaźnik ten był aż trzykrotnie wyższy i wyniósł 24,8. Z pewnością na taki stan rzeczy wpływ ma rozbudowana sieć Szybkiej Kolei Miejskiej (tzw. SKM-ka), oddana do użytku kilka lat temu linia Pomorskiej Kolei Metropolitalnej czy znacząca modernizacja trasy kolejowej na odcinku Gdańsk – Warszawa. Każda z tych inwestycji pozwala mieszkańcom Trójmiasta na szybkie, elastyczne przemieszczanie się w granicach poszczególnych miejscowości, całej aglomeracji i pomiędzy miastami.

W związku z postępującą urbanizacją można spodziewać się nie tylko inwestycji w infrastrukturę kolejową, jej rozbudowę i modernizację, ale także inwestycji w kolej autonomiczną czy cyfrową (tzw. digital rail), wykorzystującą takie technologie, jak sztuczna inteligencja (AI), internet rzeczy (IoT) i obsługiwana bez udziału ludzi. Rozwiązania takie wpisują się w szerszy trend autonomicznego transportu i spotykane są już dziś zarówno w miastach azjatyckich (m.in. Singapur czy Tokio), jak i europejskich (pilotażowy projekt Automatic Train Operation w Hamburgu, będący wynikiem współpracy między miastem, liniami kolejowymi Deutsche Bahn i Siemens Mobility i który ma zostać uruchomiony w październiku 2021).



Kolej pozwala także na realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju – takich jak chociażby wzrost gospodarczy i godna praca, zrównoważone miasta i społeczności oraz działania na rzecz klimatu. Zapewnia bowiem mieszkańcom miast – zarówno w ich obrębie, jak i poza nimi – bezpieczną, dostępną cenowo i zrównoważoną komunikację. Już dziś statystyki wskazują, że w tych miastach, gdzie istnieje odpowiednio rozbudowana infrastruktura kolejowa (a więc spełniona jest potrzeba wygody/elastyczności/szybkości), ludzie zdecydowanie chętniej korzystają z tego środka transportu.

⁵ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition.

⁶ Kevin Kelly, What Technology Wants, Penguin Books, New York, 2010, s. 81. [tłumaczenie własne]

⁷ Kolej w województwach – wykorzystanie i polityka transportowa, Urząd Transportu Kolejowego 2019.



Kolejowy plan Bidena

Kolej, jako kluczowy element systemu transportu publicznego, postrzegana jest jako motor napędowy gospodarki w kryzysie nie tylko w Europie. Pod koniec marca 2021 r. świeżo upieczony prezydent USA Joe Biden zaprezentował propozycję dokumentu o nieformalnej nazwie American Jobs Plan, którego założeniem jest wykreowanie impulsu dla amerykańskiej gospodarki wychodzącej z kryzysu wywołanego pandemią COVID-19 i stworzenie nowych miejsc pracy. Zakłada on realizację inwestycji publicznych w tamtejszą infrastrukturę o łącznej wartości 2 bilionów dolarów w ciągu kolejnych 8 lat. Plan wskazuje na konieczne działania w sześciu sferach: transporcie, produkcji przemysłowej, branży budownictwa mieszkaniowego, inwestycjach związanych z wodą pitną, energią i edukacją. 621 mld dolarów ma być przeznaczonych na projekty transportowe (zakładające m.in. budowę 500 tys. ładowarek elektrycznych w całym kraju), z czego łącznie 165 mld dolarów trafić ma na transport publiczny. Plan Bidena zakłada wsparcie modernizacji infrastruktury i taboru komunikacji zbiorowej w miastach kwotą 85 mld dolarów.

Suma ta (podwajająca obecne środki federalne przeznaczone na utrzymanie transportu zbiorowego w USA) posłużyć ma do wymiany wagonów i autobusów, budowy nowych miejskich połączeń kolejowych, czy

napraw i rewitalizacji istniejących stacji i przystanków kolejowych w miastach. Amerykański Departament Transportu ocenia, że w Stanach Zjednoczonych konieczny jest zakup lub naprawa ok. 5000 wagonów metra i kolei miejskich oraz remont 200 stacji. Do tego dochodzą konieczne inwestycje w infrastrukturę torową i systemy sterowania ruchem kolejowym. Zgodnie z planem administracji Bidena kolejne 80 mld dolarów miałyby trafić do dalekobieżnego operatora Amtrak (kontrolowanego przez rząd federalny), który dzięki tym środkom byłby w stanie dokonać wymiany taboru, zbudować nowe trasy oraz zmodernizować te obecnie obsługiwane (zwłaszcza tzw. NEC – Northeast Corridor) i połączyć ze sobą więcej amerykańskich miast⁸. Kierownictwo przewoźnika bardzo szybko odpowiedziało na te plany. Amtrak zaprezentował mapę przewidywanych połączeń w przypadku powodzenia planu Bidena. Zakłada on utworzenie 30 nowych tras oraz polepszenie oferty przewozowej na 20 istniejących obecnie. Szacowany efekt tych inwestycji to zwiększenie liczby pasażerów z 32 (w 2019 r.) do 52 mln (w 2035 r.). Pociągi miałyby dotrzeć do 160 miast i miejscowości obecnie pozbawionych dostępu do kolei. Plany Amtraka mówią o połączeniu z pasażerską siecią kolejową Las Vegas, Nashville, Columbus, czy Phoenix oraz poprawie oferty m.in. w Houston, Atlancie i Cincinnati⁹.

⁸ J. Cordero Sapién, What Biden's American Jobs Plan Means for Rail, Railway-News, 1 kwietnia 2021.

⁹ L. Wamsley, As Biden Pushes Major Rail Investments, Amtrak's 2035 Map Has People Talking, NPR.org, 6 kwietnia 2021.

Cyfrowa kolej to również rozwiązania z obszaru *customer experience* – to specjalne aplikacje pozwalające na jazdę kolejami bez biletu w fizycznej formie, czy transport intermodalny, w tym również tzw. „bezszwowe” połączenia transportu lotniczego i kolejowego. Przykładem tego ostatniego może być współpraca pomiędzy włoskimi liniami kolejowymi Trenitalia i liniami lotniczymi Emirates, w ramach której pasażerowie Emirates mogą podróżować kolejami Trenitalia, korzystając z biletu na samolot. To również wprowadzanie rozwiązań określanych jako *Mobility as a Service* (MaaS), którego przykładem może być wielokrotnie nagradzana aplikacja Whim w Helsinkach, czyli tak naprawdę pierwszy na świecie system integrujący wszystkie formy transportu istniejące w mieście, poczynając od transportu publicz-

nego, przez kolej miejską, metro, tramwaje, taksówki do wypożyczania rowerów miejskich czy samochodów, gdzie wszystkie formy transportu dostępne są w ramach jednego planu i jednej opłaty. To wreszcie koncepcje i rozwiązania z obszaru kolei dużych prędkości (HSR, high speed rail), takich jak Hyperloop (może osiągać prędkość ponad 1000 km/h) czy Maglev (z ang. *magnetic levitation*, kolej magnetyczna; możliwa prędkość nawet 600 km/h). Prognozy wskazują, że koleje dużych prędkości w przyszłości wykorzystywane będą nie tylko do podróży dalekobieżnych, np. między krajami, ich główne zastosowanie ma być głównie lokalne, pomiędzy miastami aglomeracji, tym samym umożliwiające ludziom szybkie przemieszczanie się do pracy z dalszego miejsca zamieszkania.



Paryski
Gare Du Nord

Francja stawia na kolej na krótkich i średnich dystansach

W kwietniu 2020 r. francuskie Zgromadzenie Narodowe (niższa izba parlamentu) przyjęło ustawę, zgodnie z którą we Francji zakazane będą krajowe loty pasażerskie na trasach, które przebyć można pociągiem w czasie maksymalnie 2,5 godziny. Taki był postulat komisji klimatycznej powołanej przez prezydenta Emmanuela Macrona. Pierwotnie zakładano nawet likwidację wewnątrz krajowych połączeń lotniczych dla których istnieje kolejowa alternatywa w postaci bezpośredniego połączenia w czasie krótszym niż 4 godziny. Plany zmieniono jednak po protestach części samorządów oraz kierownictwa linii lotniczych Air France – KLM. Przyjęte regulacje sprawią, że np. z podparyskiego lotniska Orly znikną najkrótsze rejsy – do Nantes, czy Bordeaux. Głównym celem wprowadzania tych zmian jest dążenie Republiki Francuskiej do zrealizowania założonych celów klimatycznych – zmniejszenia krajowej emisji gazów cieplarnianych o 40% do 2030 r. Tymczasem na krótkich dystansach samolot emituje ok. 77 razy więcej CO₂ w przeliczeniu na pasażera niż pociąg, przejazd koleją jest tańszy, a tzw. „stracony czas” (dojazd na lotnisko lub dworzec, zakup biletu, odprawa itd.) kilkukrotnie krótszy¹⁰.

¹⁰ France moves to ban short-haul domestic flights, BBC News, 12 kwietnia 2021.

Drugim czynnikiem sprzyjającym szybkiemu rozwojowi kolei jest czynnik społeczny. Z jednej strony to trend związany ze starzejącym się społeczeństwem. Osoby w wieku powyżej 65 lat, których aktualnie na świecie jest ponad 700 milionów, a do 2050 roku liczba ta ma się podwoić do 1,5 miliarda¹¹, potrzebują komfortowego, bezpiecznego transportu. Już dziś wiemy, że grupy w tym wieku zdecydowanie częściej wybierają środki komunikacji miejskiej niż samochód – nawet jeśli go posiadają (obawiają się samodzielnej jazdy, jazdy w trudnych warunkach pogodowych, w korkach). Z raportu trackin-

gowego dotyczącego postaw ekologicznych Polaków zrealizowanego dla Ministerstwa Klimatu i Środowiska wynika, że grupa wiekowa 60+ najczęściej – bo aż w 69% wskazań – deklaruje, że zgadza się ze stwierdzeniem: „Gdy tylko mogę, zamiast z samochodu, korzystam z komunikacji miejskiej lub roweru”. Dla porównania w grupie wiekowej 15-24 to 57% wskazań, 25-34 – 56%, 35-44 – 58% i 45-59 – 59% – różnica jest więc znacząca, i wynosi w niektórych przypadkach nawet 13 punktów procentowych. Starzejące się społeczeństwo sprzyjać będzie z pewnością szerszemu wykorzystaniu kolei.

Nadchodzi renesans nocnych połączeń kolejowych

Popularność tanich linii lotniczych zmarginalizowała znaczenie nocnych dalekobieżnych połączeń kolejowych w całej Europie. Przykładowo, państwowe koleje niemieckie zlikwidowały większość takich międzynarodowych połączeń w 2016 r. jako nieopłacalnych. Jednak kryzys gospodarczy wywołany przez COVID-19, jak również zmiany społeczne (zmniejszenie mobilności i ruchu turystycznego, spadek liczby pasażerów lotniczych i rentowności części połączeń oraz coraz większa popularność wirtualnych spotkań biznesowych) sprawiły, że utrzymanie niskich cen lotów pasażerskich wydaje się mało prawdopodobne. Na horyzoncie pojawił się więc wielki powrót nocnych pasażerskich przewozów kolejowych – wygodnego, ekologicznego i ekonomicznego sposobu podróżowania na dłuższe dystanse, zwłaszcza w relacjach międzynarodowych. Jednym z pierwszych, którzy uznali konieczność zwiększenia popularności nocnych pociągów był prezydent Francji, Emmanuel Macron, który już w połowie 2020 r. opowiedział się

za koniecznością budowy sieci takich połączeń. Swoje plany w tej sferze ujawnił wówczas także koleje austriackie (otwarcie połączenia Wiedeń – Bruksela, 500 mln euro na zakup 20 pociągów nocnych), czy szwedzkie (zamiar uruchomienia do lata 2022 r. conocnych połączeń Sztokholmu z Hamburgiem i Malmö z Brukselą). W grudniu 2020 r. pięciu dużych państwowych europejskich kolejowych przewoźników pasażerskich (niemieckie DB, austriackie ÖBB, szwajcarskie SBB i francuskie SNCF) podpisało porozumienie, na mocy którego do 2024 r. powstanie sieć połączeń nocnych pociągów łączących 13 największych europejskich miast (w tym m.in. Wiedeń, Berlin, Monachium, Brukselę, Barcelonę i Rzym). W pierwszej kolejności utworzone zostaną połączenia Wiedeń – Monachium – Paryż i Zurych – Amsterdam¹². Co ciekawe, uruchamianiem nocnych pociągów zainteresowani są także prywatni kolejni przewoźnicy pasażerscy – np. Urlaubs-Express, RegioJet, RDC czy Snälltåget¹³.

Z drugiej strony trend ten napędzać będą również potrzeby i przyzwyczajenia młodszych generacji, takich jak Generacja Z (współcześni 20-latkowie) czy pokolenie milenijsów (współcześni 30-latkowie). Badania wskazują, że grupy te są bardziej nastawione proekologicznie niż inne pokolenia. W 2019 roku w infuture.institute realizowaliśmy badanie dotyczące generacji Z – jej postaw, potrzeb i zachowań. Wyniki, które otrzymaliśmy, już wtedy wskazywały, że blisko 60% respondentów tej grupy wiekowej zgadza się ze stwierdzeniem, że „martwi się zmianami klimatycznymi i degradacją środowiska naturalnego”¹⁴. Nastawienie proekologiczne ma wpływ na świadomą konsumpcję, ograniczanie zakupów, ale sprzyja temu również brak pieniędzy. Trzeba bowiem pamiętać, że Generacja Z to pokolenie kryzysu. Mówi się o nim, że

należące do niego osoby są pierwszym pokoleniem, które będzie zarabiać mniej niż pokolenie ich rodziców, co oczywiście przekłada się na ich decyzje zakupowe. To pokolenie, które – ze względów ekonomicznych i środowiskowych – rezygnuje z kupowania mieszkań, czy posiadania własnych samochodów, wpisując się w tzw. gospodarkę doświadczeń (priorytetyzacja doświadczeń nad posiadaniem). Szybki, elastyczny, tani, ekologiczny transport będzie mieć dla nich kluczowe znaczenie. Ze względu jednak na ich przyzwyczajenia ze świata cyfrowego, gdzie wszystko dostępne jest od razu, wszystkie rozwiązania w obszarze autonomicznej/cyfrowej kolei będą dla tej grupy niezwykle istotne. Oprócz tego również wszelkiego rodzaju innowacje związane z mikromobilnością, połączeniami w obrębie pierwszej

¹¹ United Nations, 2019.

¹² Rail giants team up to revive Europe's long dormant sleeper trains, Deutsche Welle, 8 grudnia 2020.

¹³ J. Pleschberger, Europe expands night train network as rail becomes more popular, Euronews.com, 16 grudnia 2020.

¹⁴ Gen Z: jak zrozumieć dziś pokolenie jutra?, infuture.institute, lipiec 2019.

i ostatniej mili. To również konieczność tworzenia hubów komunikacyjnych, myślenia o kolei jako jednego z elementów większego ekosystemu uwzględniającego także transport piesz i rowerowy. To takie planowanie komunikacji miejskiej, by podróż koleją miała minimalną liczbę przesiadek i punktów zatrzymywania. To wszelkiego rodzaju aplikacje mobilne pozwalające łatwo przełączać się pomiędzy różnymi formami transportu w mieście i poza nim, umożliwiające podróżowanie „bez biletu”, w sposób „bezszybowy” (tzw. rozwiązania MaaS, o których wspominałam powyżej).

Wreszcie trzeci czynnik to czynnik ekologiczny. Ma on jednak szczególne znaczenie w kontekście przewozu towarów. Owszem, przekonania społeczeństwa ulegają zmianie i z roku na rok widać coraz więcej postaw prośrodowiskowych. Jeśli jednak nie odpowiadają one jednocześnie na potrzeby związane z wygodą, oszczędnością kosztów, szybkością i elastycznością wypierane są niestety przez zachowania nieekologiczne. Z tego powodu ogromną rolę pełnią tu działania z obszaru efektywno-

ści energetycznej na poziomie pozakonsumenckim. Przykładem mogą być tu kwestie związane chociażby z marnotrawieniem jedzenia. Według danych ONZ co roku na świecie marnuje się około 1,3 miliarda ton żywności¹⁵. Oznacza to, że jedną trzecią wyprodukowanego jedzenia wyrzucana jest do śmieci. Polacy marnują rekordowe ilości jedzenia, zdecydowanie powyżej średniej europejskiej. Problem ten jest nie tylko problemem społecznym – gdy część ludzi wyrzuca jedzenie, inna część pozostaje niedożywiona; ma on również znaczący wpływ na zmiany klimatyczne. Ślad węglowy niewykorzystanej żywności plasuje się na podobnym poziomie jak ten generowany przez światowy transport (ok. 8%). Dlatego też – mimo próby zmiany przyzwyczajeń konsumenckich – najwięcej zmian w tym zakresie podejmowanych jest jednak bezpośrednio na poziomie handlu i logistyki, usprawniane są kwestie transportu jedzenia, jego przechowywania, szybkiej sprzedaży i przekazywania żywności z krótkim terminem ważności – aby na tych wymiarach straty jedzenia były możliwie jak najmniejsze.

Słynną świateczną ciężarówkę Coca-Coli zastępuje... pociąg

Zmiana stosunku dużych zachodnioeuropejskich koncernów do wykorzystania transportu kolejowego jest coraz bardziej widoczna. Wraz ze wzrostem znaczenia proekologicznego podejścia do biznesu i konieczności zmniejszania kosztów zewnętrznych transportu, coraz większa waga przywiązywana jest do „zazieleniania” wszystkich ogniw łańcucha dostaw. Uwagę zwracają na to już nie tylko aktywiści ekologiczni, ale również sami finalni odbiorcy wytworzonych produktów. W dzisiejszych czasach nie wystarczy już tylko to, że dany towar jest w biodegradowalnym opakowaniu, jeżeli do jego przewozu użyto „brudnego” środka transportu i wygenerowano ogromny ślad węglowy. Presja na rozwiązania „zielone” jest coraz większa. W marcu 2021 r. Coca-Cola i kolejowy przewoźnik towarowy DB Cargo poinformowały, że oba podmioty zacieśnią swą współpracę w Niemczech. Do połowy tego roku powstanie trzynaście dużych punktów przeladunkowych obsługiwanych przez kolej, które będą używane

w transporcie najbardziej znanego na świecie napoju gazowanego. Nawiązanie takiej kooperacji ma pozwolić na zmniejszenie liczby przejechanych przez ciężarówkę kilometrów o 3 mln oraz zaoszczędzenie środowisku naturalnemu emisji ok. 1900 ton CO₂ rocznie. Coca-Cola i DB Cargo współpracują w tworzeniu siatki długodystansowych połączeń logistycznych od 2016 r. Dzięki temu w ostatnich dwóch latach producent napojów zwiększył liczbę niemieckich lokalizacji obsługiwanych transportem kolejowym z pięciu do jedenastu, przy wykorzystaniu dziewięciu tras (wcześniej funkcjonowały cztery). W wyniku współpracy pomiędzy oboma podmiotami, w 2019 r. samochody ciężarowe przejechały 1,4 mln km mniej, a emisja CO₂ zmniejszyła się o ok. 700 ton. W 2020 r. było to już 1,7 mln km mniej, co pozwoliło zaoszczędzić środowisku naturalnemu zanieczyszczenia ok. 1000 ton CO₂. Słynną czerwoną ciężarówkę Coca-Coli, często występującą w reklamach tego napoju, w coraz większym stopniu zastępuje więc pociąg¹⁶.

Podobnie rzecz ma się z koleją. Owszem, jak wskazywałam wyżej, zmiany społeczne sprzyjają rozwojowi kolei w przyszłości. Można spodziewać się, że w określonej perspektywie czasowej korzystać z niej będzie coraz więcej osób. Ale w kontekście działań proekologicznych ogromny potencjał kolej posiada przede wszystkim w za-

kresie przewozu towarów. Może być ona bowiem wykorzystywana w równoważeniu śladu węglowego transportu lądowego, zwłaszcza że już dziś zielony łańcuch dostaw traktowany jest jako przewaga konkurencyjna. I choć od wielu lat obserwuje się, że nadawcy i odbiorcy towarów wybierają częściej transport drogowy – między

¹⁵ Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Summary Report, FAO 2013, s. 11, <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>

¹⁶ M. van Leijen, Coca Cola truck becomes Coca Cola train in Germany, RailFreight.com, 3 marca 2021.

innymi ze względu na krótszy czas i możliwość dostawy door-to-door, to coraz popularniejsze jest tworzenie intermodalnych systemów transportowych. Wielu ekspertów wskazuje bowiem, że transport samochodowy powinien być wykorzystywany na początkowym bądź

końcowym odcinku przewozów, a kolej powinna pełnić główną rolę na odcinku najdłuższym. Takie rozwiązanie jest jednocześnie przyjazne dla środowiska i elastyczne, w związku z tym powinno być stosowane jak najszerzej.

...i wąskie gardła

Oprócz czynników mających wpływ na rozwój kolei nie można zapominać też o tych, które mogą przyczynić się do jego zahamowania. Przede wszystkim pod uwagę należy brać rozwój samochodów elektrycznych i autonomicznych. Już dziś transport samochodowy wygrywa z koleją w takich wymiarach jak szybkość czy elastyczność. Przy upowszechnieniu się samochodów elektrycznych zrówna się z nią także w wymiarze ekologii. Samochody autonomiczne mogą stanowić jeszcze większe wyzwanie. Po pierwsze, niwelują one różnicę między transportem prywatnym a publicznym, po drugie – najprawdopodobniej będą one współdzielone. Wszystko to sprawi, że mogą spowodować one znaczące zmniejszenie kosztów zewnętrznych tego rodzaju transportu, nawet poniżej tych generowanych przez transport kolejowy, a tym samym zmniejszyć rolę kolei w rynku transportu w ogóle. W takim scenariuszu kolej powinna stawać się nie tylko zielona, ale również wpisywać się w koncepcję mobilności jako usługi i stać się częścią całego multimodalnego systemu transportowego w miastach i pomiędzy nimi. W tym miejscu warto zresztą pamiętać, że transport autonomiczny to kierunek, w którym aktualnie zmierzamy – dotyczy on nie tylko samochodów czy kolei, ale wszystkich środków komunikacji, w tym także statków i samolotów. Drugi czynnik to zmiana zachowań społecznych po pandemii. Już dziś wiadomo, że praca zdalna zostanie z nami na dłużej. Wiele firm przechodzi na model hybrydowy – czyli łączy pracę zdalną z pracą w biurze, część – w tym duże spółki technologiczne – przechodzą całkowicie na zdalny model pracy. To znacząco przełoży się na spadek podróży biznesowych – które stanowią istotną część podróży koleją oraz innymi środkami transportu. Spadek ten pogłębi się z pewnością na skutek upowszechniania się takich rozwiązań technologicznych, jak wirtualna czy rozszerzona rzeczywistość (VR, AR, virtual reality, augmented reality). Podczas swojego ostatniego wystąpienia w aplikacji Clubhouse na początku marca 2021 Mark Zuckerberg, założyciel Facebooka, opowiadając o tym, jak jego firma inwestuje w działania z tego obszaru, wypowiedział znamienne zdanie: „Powinniśmy korzystać z teleportacji, a nie z transportu”¹⁷. Tym samym zasugerował, że w przyszłości transport fizyczny zostanie zastąpiony – dzięki właśnie technologiom AR i VR – cyfrową teleportacją. To zresztą w pewnym sensie możliwe jest już dziś. Połączenie gogli VR z rozwiązaniem

Google Street View daje możliwość „przetransportowania się” w dowolne miejsce na świecie w trybie 360 stopni – testowałam to zresztą podczas pandemii, podchodząc wirtualnie np. pod dom moich przyjaciół. I choć wrażenie jest bardzo realistyczne, to na obecnym etapie wciąż jeszcze pozostaje płaskie – rozwiązanie to opiera się bowiem wciąż jeszcze na zmyśle wzroku. Szacuje się jednak, że w okolicach 2030 roku zacznie upowszechniać się internet zmysłów, to znaczy, że przeżycia wirtualne będą multisensoryczne – poza wzrokiem, będziemy mogli doświadczać świata cyfrowego także innymi zmysłami, np. dotykiem czy węchem. Różnica między światem cyfrowym a fizycznym zacznie się zacierać, a skoro tak, pojawia się pytanie – czy wciąż będziemy mieć potrzebę funkcjonowania w realnej rzeczywistości, czy może jednak spełni się scenariusz wyrysowany przez Zuckerberga?

¹⁷ <https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/mark-zuckerberg-facebook-teleport-ar-b1814700.html>



Dworzec kolejowy
Amsterdam Centraal

Holandia, Austria, Hiszpania – Zielona Kolej już tam jest

Pierwszym krajem na świecie, w którym pociągi zaczęły wykorzystywać jedynie energię elektryczną pochodzącą w 100 proc. z OZE, jest Holandia. Miało to miejsce w 2017 r., na mocy umowy podpisanej przez Koleje Holenderskie (NS) z koncernem Eneco – tamtejszym dostawcą gazu ziemnego, energii elektrycznej i ciepła, obsługującym ponad 2 mln klientów. NS rocznie zużywają ok 1,2 TWh energii, co stanowi ok. 1% całości konsumpcji energii w Holandii. Zielona energia dla kolei holenderskich pochodzi z elektrowni wiatrowych. Większość z nich została zbudowana specjalnie w tym celu. Potowa zielonej energii wykorzystywanej przez NS pochodzi z instalacji w Holandii (Westermeerwind, Luchterduinen), podczas gdy reszta jest importowana ze Szwecji (Möritjärnberget, Ögonfågeln, Svartnas – ok. 30%), Finlandii (Tohkojan, Jokela – 15%) i Belgii (Arlon, Berloz – 1%). Co ciekawe, w przypadku awarii pociągów lub infrastruktury i konieczności uruchomienia autobusowej komunikacji zastępczej, autobusy używane wówczas przez NS również używają ekologicznych napędów. Wykorzystują one uwodorniony olej roślinny (HVO), powstający z biokomponentów (zużyty olej, olej rzepakowy i palmowy, czy tłuszcz zwierzęcy), cechującego się obniżoną emisją CO₂ podczas spalania (nawet o 90%)¹⁸.

Drugim krajem, który może być stawiany jako wzór we wdrażaniu „zielonej kolei” jest Austria. W tym państwie już od połowy 2018 r. energia trakcyjna dostarczana do napędzania pociągów pochodzi w 100% ze źródeł odnawialnych. W lipcu tego roku spółka ÖBB-Infrastruktur AG ogłosiła, że korzysta wyłącznie z OZE. Energia trakcyjna dostarczana przewoźnikom pochodzi przede wszystkim z 8 elektrowni wodnych należących do tej spółki (m.in. w Spullersee, Obervellach i Uttendorf), w budowie są dwie kolejne (Tauernmoos i Obervellach II)¹⁹. Dodatkowo uruchomiono także elektrownię słoneczną w Wilfleinsdorf (Dolna Austria), która produkuje energię wyłącznie na cele trakcyjne. Resztę energii zapewniają prywatni producenci eksploatujący własne elektrownie wodne. Plany ÖBB na lata 2018-2023 zakładają także wprowadzanie rozwiązań umożliwiających ograniczanie zużycia energii elektrycznej – łącznie o 237,7 GWh²⁰ i emisji 31 tys. ton CO₂ rocznie²¹.

Również pociągi kolei hiszpańskich (Renfe) o napędzie elektrycznym wykorzystują energię trakcyjną w 100% pochodzącą z OZE. Tamtejszy ruch kolejowy jest w niemal 78% zelektryfikowany²². Renfe zużywają ok. 2,5 TWh zielonej energii elektrycznej rocznie. Sprawia to, że są one największym jej odbiorcą w Hiszpanii (2,6% całości zużycia). W ostatnich latach Renfe obniżyły swój ślad węglowy o 88%. Plany do 2030 r. zakładają dalsze obniżenie emisji CO₂ przez koleje w Hiszpanii o ponad 9,9 milionów ton. Wdrożono już tam projekt eco-drivingu wśród ok. 5200 tamtejszych maszynistów, który umożliwił osiągnięcie nawet 30-proc. oszczędności w konsumpcji energii. Systemy rekuperacji energii elektrycznej zastosowane w taborze kolejowym sprawiły natomiast, że pociągi dużych prędkości „zwracają” do sieci nawet 6-10% zużytej energii elektrycznej, a w przypadku pojazdów wykorzystywanych do przewozów metropolitalnych (Renfe Cercanías) wartości te sięgają nawet 40%²³.

¹⁸ Green energy for train, bus and station, NS.nl.

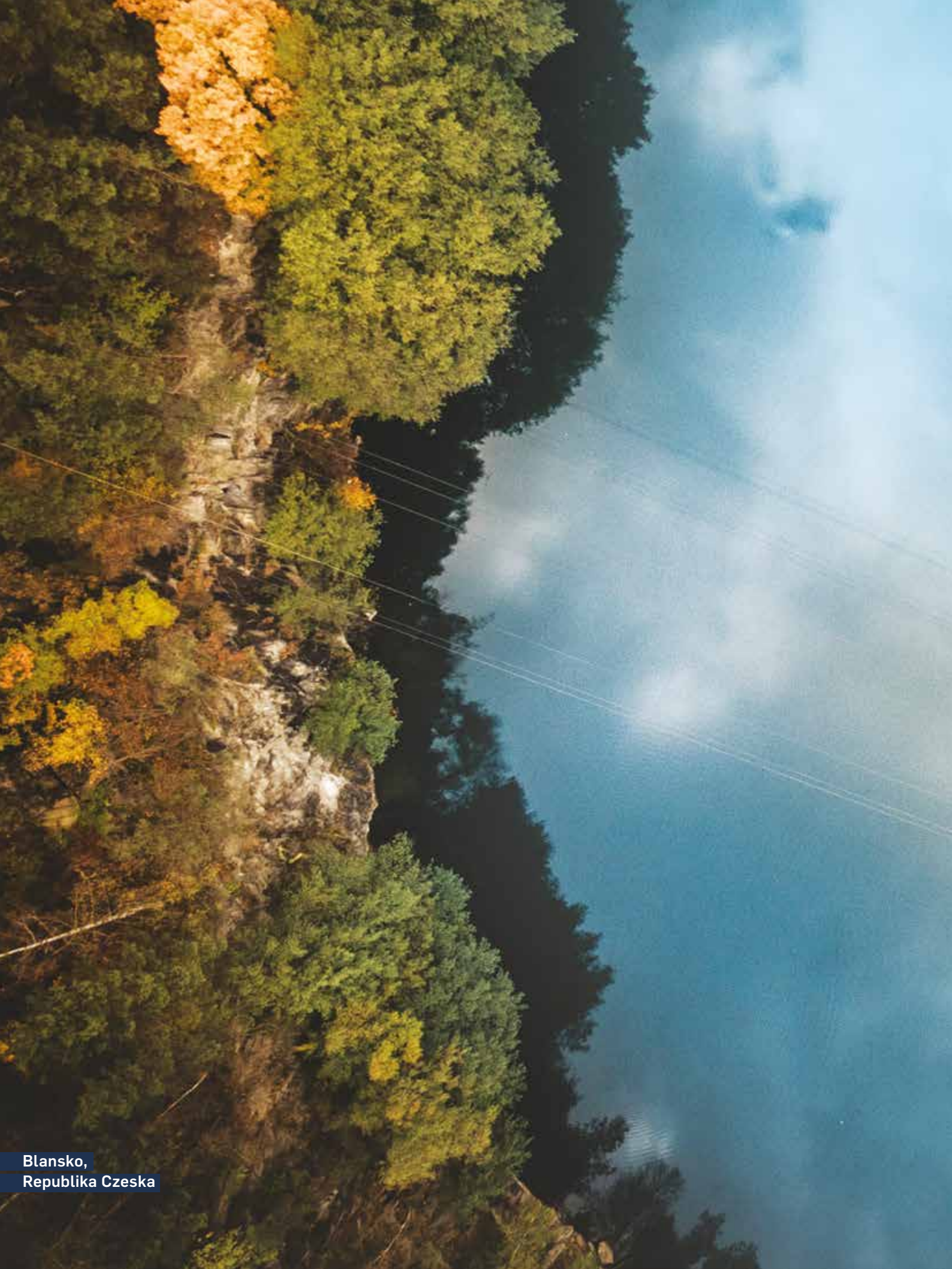
¹⁹ Hydroelectric power, ÖBB Infra.

²⁰ Greenpeace-ÖBB cooperation: 100 per cent green electricity for the railway, Österreichische Verkehrszeitung, 26 lipca 2018.

²¹ Im Dienste des Klimaschutzes, unsereobb.at, 24 maja 2019.

²² Our society, renfe.com.

²³ Sustainable transport. Energy efficiency, renfe.com.



Blansko,
Republika Czeska

**Dlaczego
potrzebujemy
Zielonej Kolei?
Rozwój Zielonej
Kolei jako
wsparcie
w transformacji
polskiego
transportu na
niskoemisyjny**



Dr hab. Halina Brdulak

prof. Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie

Polska w zakresie elektromobilności, jak wskazuje raport NIK z 2020 r. znajduje się dopiero na początku drogi. Programy rządowe dotyczące zrównoważonego rozwoju, elektromobilności czy też bezemisyjnego transportu są na razie we wstępnym etapie realizacji. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że bez realnych i konkretnych działań podejmowanych przez przedsiębiorstwa nie uda się nadgonić opóźnienia Polski w realizacji celów, zawartych w Zielonym Ładzie i ogłoszonym przez Unię Europejską w 2019 r. Jednym z konkretnych rozwiązań jest program Zielona Kolej oraz planowane wdrożenie koncepcji sprzedaży opartej na MaaS. Kolej, jako gałąź transportu o najwyższym stopniu elektryfikacji i niewielkiej liczbie uczestników rynku mogłaby stanowić podstawę wsparcia dla transformacji polskiego transportu na niskoemisyjny. Efektywnie i szybko przeprowadzony proces stanowiłby przykład dla operatorów kolejowych w innych krajach. Zmiana modelu biznesu, cyfryzacja, współpraca podmiotów publicznych i prywatnych – to kluczowe elementy ryzyka, oprócz mentalnego przygotowania kadry menedżerskiej, związane z wdrażaniem projektu „Zielona Kolej”. Realizacja powyższych działań zapewniłaby możliwość stworzenia zielonego ekosystemu dla rozwoju elektromobilności w Polsce. Pomocne mogą być wartości, ujęte w 17 celach zrównoważonego rozwoju Global Compact, które stanowią kierunkowskaz dla podejmowanych działań. Niezbędne jest również wsparcie finansowe dla tego przedsięwzięcia, które można uzyskać zarówno z funduszy europejskich, jak też rządowych.

Wprowadzenie

Transport jest odpowiedzialny za ¼ emisji gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej, z czego aż ¾ jest generowana przez transport samochodowy. W przypadku Polski ten udział jest jeszcze wyższy – i stanowi aż 93 proc¹. Dlatego też dyskusja dotycząca wykorzystania innych źródeł energii w kontekście zobowiązań podjętych w ramach deklaracji paryskiej i obecnie też Zielonego Ładu stanowi ważny element transformacji transportu.

Kolej, jako gałąź transportu o najwyższym stopniu elektryfikacji i niewielkiej liczbie uczestników rynku mogłaby stanowić podstawę wsparcia dla transformacji polskiego transportu na niskoemisyjny. Efektywnie i szybko przeprowadzony proces stanowiłby przykład dla operatorów

kolejowych w innych krajach. Za takim scenariuszem w Polsce przemawia również odrębny system energetyczny, w którym znacząca rola jako regulatora przypada państwu.

Pozostałe gałęzie transportu funkcjonują jednak w nieco innym ekosystemie, stanowią również większe zagrożenie z punktu widzenia zanieczyszczenia środowiska jak wynika z danych statystycznych. Wydaje się, że najszybszej reakcji można spodziewać się w przemyśle motoryzacyjnym, który z jednej strony bardzo ucierpiał w czasie pandemii, z drugiej jednak – jest w stanie elastycznie reagować na zmiany zachodzące w otoczeniu globalnym. Jednak duże rozdrobnienie podmiotów może

¹ Zielona transformacja sektora transportowego jest nieunikniona – energianews-z dn.20.11.2020 (rp.pl)

utrudniać efektywny proces dekarbonizacji. Wprowadzenie upowszechnienie baterii litowo-jonowych połączone ze spadkiem kosztów ich produkcji może wpłynąć na szybszą wymianę silników spalinowych na elektryczne ale wymaga to całłościowych działań w obrębie wszystkich organizacji, działających na tym konkurencyjnym rynku. Oprócz zmiany stopnia zanieczyszczenia, generowanego przez indywidualny transport samochodowy, konieczne jest również uwzględnienie kwestii kongestii i zwiększenie roli transportu publicznego. Dodatkowo istotnym problemem jest transport ciężarowy, gdzie wymiana silników może nie być tak szybka, a pojazdy autonomiczne są ciągle w fazie eksperymentów.

W tym przypadku można stworzyć dwa scenariusze rozwiązania powyższego problemu:

- transport ciężarówek na platformach kolejowych (sam transport koleją związany jest z bardzo niską emisją) oraz
- wykorzystanie w większym stopniu wodoru do napędu.

Przeniesienie całości czy też większej części towarów na kolej raczej nie jest możliwe, ze względu na niski stopień elastyczności przewozów w relacji dom-dom. Ograniczenia, wynikające z infrastruktury kolejowej, a także niewielka liczba bocznic, które umożliwiają dotarcie towaru bezpośrednio do zamawiającego przedsiębiorstwa powoduje, że konieczne jest w większym stopniu wykorzystanie transportu intermodalnego. Warto dodać, że środki finansowe dostępne w ramach Funduszu Odbudowy do wykorzystania na projekty wodorowe mogą odegrać znaczącą rolę w transformacji transportu.

Kolej kluczem do popandemicznej przyszłości transportu

Pandemia COVID-19 uderzyła w niemal wszystkie sektory światowej gospodarki. Wśród nich znalazł się również transport, przede wszystkim lotniczy. Jego odbudowa może potrwać lata, być może nie wróci on już do swojej dawnej formy, wraz z obniżeniem zapotrzebowania m.in. na długodystansowe biznesowe podróże służbowe. Pojawienie się nowych wyzwań związanych z przemieszczaniem pasażerów i towarów, pozwala jednak optymistycznie spojrzeć na przyszłość transportu publicznego, a zwłaszcza kolei. Przez Komisję Europejską postrzegana jest ona jako szkielet zielonego, multimodalnego transportu jutra, którego budowa pomoże w wyjściu gospodarkom unijnym z recesji wywołanej przez COVID-19. Jak na to odpowiadają przewoźnicy i biznes? W dokumencie² przygotowanym przez stowarzyszenia skupiające europejskich producentów na rzecz przemysłu kolejowego (UNIFE), zarządców infrastruktury kolejowej (EIM) i przewoźników (CER) wskazano, że bez dekarbonizacji transportu, cele dotyczące osiągnięcia neutralności klimatycznej nie będą mogły zostać osiągnięte – transport odpowiada bowiem za niemal ¼ emisji gazów cieplarnianych (GHG) w Europie i jest jedynym sektorem, w którym wzrosła ona w odniesieniu do 1990 r.³ Kolej jest tutaj chlubnym wyjątkiem – jest jedynym środkiem transportu, który w tym okresie zmniejszył emisję GHG i poprawił swoją efektywność energetyczną, przy jednoczesnym zwiększeniu liczby przewiezionych pasażerów i towarów. Co więcej, europejski sektor kolejowy zobowiązał się do ograniczenia emisji CO₂ o 30 proc. w porównaniu z 1990 r. i – jak wskazuje Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) – jest na dobrej drodze, aby cel ten osiągnąć, a nawet go przekroczyć⁴. CER, EIM i UNIFE wspólnie wskazują,

że kolej powinna zatem być szkieletem dekarbonizacji transportu i podstawowym elementem przyszłej europejskiej przestrzeni transportowej, ponieważ już od dłuższego czasu prowadzi działania proekologiczne i redukujące jej ślad węglowy. Popierają więc umieszczenie jej (jako kluczowego elementu transportu publicznego) pośród głównych kategorii Zielonego Ładu. UNIFE, CER i EIM pośród środków ograniczających emisję GHG w transporcie kolejowym wymieniają: olicznikowanie taboru, eco-driving, rozwój kolei autonomicznej, zwiększanie efektywności energetycznej taboru (zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez oświetlenie, klimatyzację, czy znaczne zmniejszenie masy pojazdów) oraz tworzenie centrów efektywności energetycznej przez zarządców infrastruktury. Dalsze zmniejszenie śladu węglowego kolei ma zapewnić modernizacja, digitalizacja i elektryfikacja infrastruktury, wykorzystanie ogniw wodorowych w pojazdach, zakupy energii elektrycznej z OZE (przy planowanym wyeliminowaniu „brudnych” źródeł energii na kolei w latach 2040-2050) oraz montaż instalacji fotowoltaicznych i produkujących energię wiatrową na budynkach i obszarach kolejowych. Aby inicjatywy te odniosły sukces, organizacje reprezentujące europejski biznes kolejowy wskazują na konieczność kontynuacji programów takich jak Shift2Rail, standaryzację technologii mających wpływ na powstanie nowych transportowych modeli biznesowych i usług opierających się na digitalizacji oraz multimodalność jako podstawę systemów transportowych opartych na kolei. Wszystkie te propozycje i postulaty znakomicie współgrają z polskim programem branży kolejowej – Zieloną Koleją.

² Joint statement of the rail sector on the forthcoming Strategy for Sustainable and Smart Mobility, UNIFE, EIM, CER, czerwiec 2020.

³ Greenhouse gas emissions from transport in Europe, European Environment Agency (EEA).

⁴ Railway Handbook 2017. Energy consumption and CO₂ emissions. Focus on passenger rail services, International Energy Agency, International Union of Railways, 2017.

Wzrost współdziałania branży energetycznej i transportowej

W przypadku większego wykorzystania transportu kolejowego czy też intermodalnego przy przewożeniu towarów i gotowych produktów warunkiem niezbędnym jest zwiększenie nacisku na większą współpracę branży energetycznej i transportowej. Niektórzy eksperci sugerują, że w niedalekiej przyszłości transport powinien stać się elementem sektora energetycznego, właśnie ze względu na konieczność dekarbonizacji. W opinii autorki nie należy dążyć do takiego scenariusza, ale zapewnić zdecydowanie większą współpracę między obydwojema sektorami, tworząc przykładowo firmę na zasadzie aliansu wydzielonych części obu sektorów – energetycznego i transportowego. Całościowe spojrzenie na

system, z uwzględnieniem zarówno transportu towarowego jak też pasażerskiego pozwoli na bilansowanie zużycia energii. Pewnym wyzwaniem jest jednak brak oddzielenia systemów energii tradycyjnej i „zielonej”, co może oznaczać, że firmy, bazujące na energii zielonej i wysyłające jej nadmiar do hubu energetycznego, mogą w momencie zapotrzebowania otrzymywać energię, pozyskiwaną w sposób tradycyjny. Z kolei wydzielenie obu systemów może powodować w krótkim czasie wzrost kosztów związanych z zarządzaniem. Konieczne jest zatem rozwiązanie powyższego dylematu, z poszanowaniem ograniczeń, ale też oczekiwania uczestników całego systemu.

Transformacja cyfrowa jako podstawa budowania elektromobilności

Odynamice zmian w zakresie cyfryzacji w Polsce świadczą dane dotyczące wykorzystania kanałów internetowych do sprzedaży/zakupu przez firmy i indywidualnych konsumentów. W ciągu 7 miesięcy 2020 r. (między styczniem a sierpniem) sprzedaż internetowa wzrosła w Polsce o 44 proc. Obecnie (marzec 2021 r.) 65 proc. firm, które działają na rynku przedsiębiorstw (B2B) planuje większe inwestycje w działalność w zakresie handlu internetowego, a większość z nich spodziewa się, że w ciągu najbliższych dwóch lat sprzedaż internetowa będzie stanowiła ponad połowę ich przychodów⁵.

Większość przedsiębiorstw działających na rynku B2B uważa, że pełna realizacja transformacji cyfrowej wymaga integracji i uspołnienienia działań w zakresie marketingu, sprzedaży i obsługi posprzedażowej. W tym celu wykorzystywane są doświadczenia klientów w zakresie popytu w kanale B2C. Wszystkie branże skupiają się również na wprowadzeniu platform, integrujących różne kanały zakupu, tak aby wesprzeć końcowych użytkowników w zapewnieniu jednego spójnego źródła informacji. Według firmy Deloitte transformacja cyfrowa wymaga:

- transformacji modeli biznesowych oraz produktów,
- optymalizacji procesów zarządzania organizacją,
- stworzenia cyfrowego środowiska pracy,
- zaangażowania klientów w różnych kanałach komunikacji.

Z kolei Gartner zwraca uwagę na kluczowe zagadnienia związane z transformacją cyfrową występujące w przypadku podmiotów publicznych: „transformacja cyfrowa może odnosić się do wszystkiego, od modernizacji IT (na przykład przetwarzania w chmurze), przez optymalizację

cyfrową, po wynalezienie nowych cyfrowych modeli biznesowych. Termin ten jest szeroko stosowany w organizacjach sektora publicznego w odniesieniu do skromnych inicjatyw, takich jak udostępnianie usług online lub tradycyjna modernizacja. Dlatego termin ten bardziej przypomina »cyfryzację« niż »cyfrową transformację biznesową«⁶.

Podsumowując powyższe rozważania można stwierdzić, że transformacja cyfrowa oznacza nie tylko konieczność zdigitalizowania informacji i przejście na bezpapierowy obieg dokumentów, ale również wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych, jak m.in. Big Data, Internet Rzeczy, sztuczna Inteligencja czy rozszerzona rzeczywistość. W konsekwencji prowadzi to do zmiany wartości dodanej, oferowanej przez firmę na rynku oraz głównych procesów operacyjnych, a w dalszej kolejności – modelu biznesowego i strategii działania przedsiębiorstwa. Aby dokonać tak daleko idącej transformacji konieczne jest przede wszystkim przygotowanie pracowników do nowych warunków działania i zachęcenie ich do podejmowania aktywności w celu rozwijania własnych kompetencji w powyższym zakresie. Ciekawym przykładem, ilustrującym w jaki sposób wprowadzać zmiany w mentalności osób, może być wdrożenie stref wolnych od samochodów w Sztokholmie. Ponieważ użytkownicy samochodów byli przeciwni wprowadzaniu takich stref, rząd przygotował kampanię informacyjną, która trwała przez ponad pół roku. Jej celem było pokazanie znaczenia takich stref dla poprawy jakości życia i zmniejszenia poziomu zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Dodatkowo chodziło również o uświadomienie społeczeństwu na potrzeby innych. Kampa-

⁵ Trendy w sprzedaży B2B, których się nie spodziewasz (a które wpłyną na Twoją działalność biznesową), Digital Marketing Newsletter, marzec 2021, www.deloitte2.com/pl, dostęp 14 marca 2021

⁶ Digital Transformation, www.gartner.com/eng, dostęp 10 marca 2021

nia zakończyła się sukcesem i poparciem mieszkańców Sztokholmu dla tego wniosku. Mimo, że zmiany dotyczące cyfryzacji i zaangażowania wszystkich uczestników łańcucha dostaw mają inny charakter, to jednak kwestia zanieczyszczenia środowiska nadal jest tematem wiodącym dla tego obszaru. Powyższy przykład ilustruje jedynie, jak ważny jest dialog, kampania informacyjna i odpowiednie przygotowanie argumentacji do dokonywania zmian.

Zmiana modelu biznesu wymaga zmiany sposobu myślenia przede wszystkim najwyższej kadry zarządczej, a następnie – menedżerów średniego szczebla i pracowników. Cały proces jest dodatkowo utrudniony przez niestabilne warunki otoczenia gospodarczego, społecznego i politycznego, tak jak to ma miejsce w czasie pandemii. Jeśli nawet sam proces przebiegnie sprawnie w danym przedsiębiorstwie to kolejnym wyzwaniem jest taki dobór dostawców i odbiorców w całym łańcuchu dostaw, aby ten potencjał, który został uruchomiony w czasie transformacji, został w pełni wykorzystany.

Warto również zwrócić uwagę na dodatkowe wyzwanie związane ze współpracą różnych podmiotów – publicznych i prywatnych, i zróżnicowanych pod względem wielkości, w ramach całego łańcucha dostaw. Z moich badań dotyczących branży logistycznej wynika, że na ogół relacje między uczestnikami łańcucha dostaw nie są partnerskie, ale zdominowane przez jednego z uczestników, o największej sile przetargowej. Z kolei badania prowadzone przez firmy konsultingowe z tzw. „Wielkiej Czwórki” wskazują, że zbudowanie platformy współpracy w całym łańcuchu w oparciu o relacje partnerskie daje efekty lepsze niż klasyczna struktura hierarchiczna.

Wnioski, jakie nasuwają się po powyższej analizie dotyczą przede wszystkim trudności, związanych z przestawianiem całych łańcuchów dostaw, w tym łańcuchów, w których uczestniczą zarówno podmioty prywatne, jak też publiczne na „cyfrowe tory”. Wymaga to daleko idącej kampanii informacyjnej i pogłębionego dialogu między uczestnikami. Dodatkowym wyzwaniem jest równomierne (sprawiedliwy) podział ryzyka oraz zysków. Obawa uczestników łańcucha przed dominacją jednego podmiotu wynika z niskiego kapitału społecznego w Polsce, jednego z najniższych w Unii Europejskiej. Brak zaufania do deklaracji składanych przez liderów (przy wysokim poziomie zmienności tych liderów) wzmocniona przez dodatkową niepewność trwałości relacji między podmiotami publicznymi i prywatnymi może stanowić istotny czynnik ryzyka.

Z punktu widzenia programu „Zielona Kolej” konieczne jest zatem uwzględnienie czynników ryzyka, związanych z koniecznością dobrego przygotowania kadry mene-

dżerskiej wszystkich uczestników programu do zmian, związanych z procesem transformacji. Konieczne jest równoległe stworzenie systemu komunikacji, w którym wątpliwości i zastrzeżenia związane z nowym Programem będą szybko i w sposób przejrzysty rozpatrywane. Na początku najtrudniejsze będzie uzyskanie konsensusu i wsparcia nie tylko na poziomie werbalnym, ale również operacyjnym wewnątrznych i zewnętrznych interesariuszy odnośnie do idei programu „Zielona Kolej”. Zmiana modelu biznesu, cyfryzacja, współpraca podmiotów publicznych i prywatnych – to kluczowe elementy ryzyka, oprócz mentalnego przygotowania kadry menedżerskiej, związane z wdrażaniem projektu „Zielona Kolej”.

Kolej zmusza innych do zmniejszania śladu węglowego

Analitycy szwajcarskiego banku UBS przewidują⁷, że zmiany wywołane przez pandemię COVID-19 w światowej gospodarce sprawią, iż branża lotnicza straci wielu pasażerów na rzecz kolei. Jak wskazują, globalne przewidywania mówiące o wzroście liczby przewiezionych osób transportem lotniczym w latach 2018-2028 należy zmniejszyć o co najmniej 10 proc. Szczególnie mocno powinniśmy odczuć to w Europie, gdzie przewidywane roczne wzrosty (4,1 proc.) zakładane przez producentów wyposażenia dla lotnictwa, mają zmniejszyć się do ok. 0,1 proc. rocznie. Wzrost liczby pasażerów linii lotniczych w USA ma wynieść 1,8 proc. („przedcovidowe” przewidywania mówiły o 3,2 proc.), a w Chinach – 6,4 proc. (przed pandemią prognozowano wzrost w wysokości 8,1 proc.). Problemy te mają stać się szansą przede wszystkim dla kolei dużych prędkości. „Pojawienie się COVID-19 pokazuje zindustrializowanym państwom nie tylko to, co oznacza czyste powietrze i jak podróżować, ale także to, że zdrowsze populacje żyjące w czystszej otoczeniu mogą lepiej poradzić sobie z koronawirusem” – podkreślają analitycy UBS. Jak wskazują, dzięki temu zyska globalna branża producentów pojazdów, urządzeń i oprogramowania dla transportu kolejowego. Sektor kolei dużych prędkości na naszym kontynencie będzie rósł bardzo szybko, osiągając w 2022 r. wartość niemal 12 mld euro, co jest sumą o wiele większą niż przewidywana przez europejskich producentów na rzecz przemysłu kolejowego skupionych w UNIFE (ok. 6 mld euro). Co szczególnie ciekawe, eksperci UBS wskazują, że w odpowiedzi na taką konkurencję, branża lotnicza będzie musiała zainwestować w wymianę prawie 2 tys. najstarszych samolotów w ciągu 10 lat. Zastąpienie ich nowocześniejszymi maszynami ma doprowadzić do ograniczenia rocznej emisji CO₂ w wysokości od 2,7 do 3,5 mln ton⁸. Okazuje się więc, że nowoczesna, sprawna i ekologiczna kolej nie tylko dba o zmniejszenie własnego śladu węglowego, ale zmusza do tego także innych.

⁷ „By train or by plane?” Traveller's dilemma after COVID-19, amid climate change concerns, UBS Investment Bank, 2 kwietnia 2020.

⁸ C. Keating, COVID-19 could accelerate a global shift from planes to trains, GreenBiz, 21 kwietnia 2020.

Elektromobilność w Polsce – faza początkowa

Zgodnie z raportem NIK, który został opublikowany w listopadzie 2020 r.⁹, elektromobilność w Polsce znajduje się dopiero w początkowej fazie rozwoju. Mimo upływu ponad 4 lat od zaprezentowania wizji rozwoju elektromobilności (milion pojazdów elektrycznych w 2025 r.) poziom zaawansowania prac jest nadal bardzo niski. Pod koniec stycznia 2021 r. po polskich drogach jeździło 19671 elektrycznych samochodów, z których połowa (52%) była w pełni elektryczna (BEV – battery electric vehicles), a pozostałą część stanowiły pojazdy hybrydowe typu plug-in (PHEV plug-in hybrid electric vehicles). Liczba elektrycznych pojazdów dostawczych i ciężarowych wzrosła do 864 sztuk¹⁰, podczas gdy w planie założono, że w 2020 r. osiągnięty zostanie poziom 50 tys. pojazdów elektrycznych.

Wyniki trzech Analiz Kosztów i Korzyści (na 26 udostępnionych), przeprowadzonych przez NIK wskazały na zasadność inwestycji w zeroemisyjny transport publiczny. Z kolei samorządy jako przyczynę braku opłacalności inwestycji w elektromobilność w transporcie publicznym wskazywały konieczność ponoszenia wysokich nakładów na instalację z ładowania baterii, wysokie ceny autobusów elektrycznych oraz niekorzystne wskaźniki emisji zanieczyszczeń emitowanych przy produkcji energii elektrycznej w elektrowniach węglowych. Wprawdzie w niektórych gminach udało się wprowadzić autobusy elektryczne, jednak zakres działań jest dalece niewystarczający w kontekście początkowych planów i różnych budżetów, którymi dysponują samorządy.

Powyższe to powody, dla których Rządowy Plan Rozwoju Elektromobilności, przyjęty w 2016 r. realizowany jest

wybiórczo i z opóźnieniem. Również we wdrażaniu Bez-emisyjnego Planu Transportu zanotowano niewielki postęp. Dlatego program Zielona Kolej może stanowić pewien przełom w realizacji wizji, pod warunkiem jednak aktywnego włączenia się wszystkich podmiotów w jego realizację i finansowe wsparcie podejmowanych działań. Konieczne jest również w ramach „włączania” obszarów wiejskich do sieci transportowej dofinansowanie samorządów, aby skutecznie współdziałały w realizacji programu elektromobilności, a także położenie większego nacisku na tworzenie w miastach stref wolnych od samochodów.

Elektromobilność, jako nowa branża gospodarki, powinna stać się w najbliższej perspektywie jednym z kluczowych elementów transformacji energetycznej. Konieczność współdziałania różnych sektorów w tym obszarze stanowi również szansę pobudzenia całego krajowego przemysłu, włączając do współpracy zarówno duże, jak i mniejsze przedsiębiorstwa. Ponieważ elektromobilność związana jest również z nowymi technologiami, istnieje także konieczność stworzenia całego ekosystemu przedsiębiorstw kooperujących ze sobą w tym obszarze, których celem będzie przede wszystkim w jak największym stopniu wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych, tak zwanej zielonej energii. W obecnych uwarunkowaniach Polski działania te są utrudnione, ze względu na bazowanie w większości na energii konwencjonalnej. Kluczowe jest zatem aby w tzw. miksie energetycznym energia z OZE stanowiła większość w stosunku do energii konwencjonalnej. Dlatego też istnieje konieczność włączenia programu Zielona Kolej do transformacji polskiego przemysłu.

Program Zielona Kolej

Zielona Kolej to zainicjowany i prowadzony przez Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK)¹¹ kompleksowy program przejścia branży kolejowej na zasilanie energią z OZE w 85% do 2030 roku. Realizacja Programu sprawi, że kolej będzie jeszcze bardziej ekologiczna, co wpłynie na wzrost konkurencyjności całego sektora. Zielona Kolej to także rozwój lokalnej przedsiębiorczości i czystsze powietrze w całej Polsce. Transport jest jedną z najważniejszych gałęzi determinujących roz-

wój gospodarczy kraju. Nie tylko dlatego, że w sposób oczywisty przewoźnicy wspomagają działanie przemysłu i sektora produkcyjnego, ale jako prężnie działający sektor wytwarza także niemałą część Produktu Krajowego Brutto¹².

W 2019 r. segment „transport i gospodarka magazynowania” wypracował 6,6% PKB¹³. To drugi pod względem wielkości wynik w skomasowanym sektorze usług; wię-

⁹ NIK: elektromobilność w Polsce jest nadal na etapie początkowym (teraz-srodowisko.pl), dostęp z dnia 7.03.2021.

¹⁰ System Komunikacji PZMP, luty 2021

¹¹ Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK) jest partnerską inicjatywą całego sektora kolejowego powstałą w marcu 2019 roku. Zrzesza niemal 100 podmiotów: krajowych przewoźników, spółki PKP PLK, PKP S.A. i PKP Energetyka oraz ekspertów m.in. z Krajowej Agencji Poszanowania Energii (KAPE), Instytutu Kolejnictwa, Politechniki Warszawskiej, Instytutu Jagiellońskiego i Klubu Jagiellońskiego. Misją CEEK jest ciągła praca nad zwiększeniem konkurencyjności polskiego sektora kolejowego, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Celem CEEK jest ograniczenie zużycia energii elektrycznej o 1,2 TWh w perspektywie do 2030 roku, co pozwoli na redukcję emisji CO₂ o ponad 1 mln ton poprzez działania w zakresie trzech głównych inicjatyw: rekuperacji, eco-drivingu oraz OZE. Z inicjatywy CEEK, w kwietniu 2020 roku, uruchomiono też program Zielona Kolej.

¹² Raport Rewolucja technologiczna. Kierunki rozwoju branży TSL; <https://pitd.org.pl/publikacje-i-projekty>

¹³ Polska w liczbach 2020* GUS

kszy udział w PKB – 15,6% – uzyskał segment „handel; naprawa pojazdów samochodowych”. Z innych danych wynika jednak, że transport jest trzecim co do wielkości, po energetyce i przemyśle, źródłem emisji gazów cieplarnianych w Polsce. Odpowiada on za ok. 15% emisji gazów cieplarnianych w Polsce i 28% w UE, z tendencją rosnącą¹⁴. Odwrócenie trendu emisyjnego, zgodnie z zaleceniami unijnymi, na korzyść niskoemisyjnych źródeł energii jest wielkim wyzwaniem. Podwyższenie celu redukccyjnego UE do -55% w 2030 r. oznaczać będzie redukcję emisji w sektorze non-ETS, do którego zalicza się transport, o 16% względem dzisiejszych 7%. Kolej, która już dziś jest jedną z najbardziej efektywnych energetycznie i niskoemisyjnych form transportu, ma duży potencjał, by wpłynąć na realizację ww. celów. Promocja przewozu

koleją osób i towarów, która w dłuższej perspektywie mogłaby doprowadzić do obniżenia emisji CO₂ i innych zanieczyszczeń powietrza, generowanych głównie przez transport drogowy – nie wystarczy. Realizację tego celu zapewnić może zmiana całego systemu zasilania kolei na zieloną energię. Założeniem jest wdrożenie Programu Zielona Kolej, który wykorzystuje dostępny potencjał w zakresie rozwoju energetyki odnawialnej w zgodzie z polską specyfiką energetyczną i kolejową do „zazielewnienia” energii zasilającej polskie pociągi. Zielona Kolej to odpowiedź na nieodwracalne zmiany klimatyczne i obserwowane trendy konsumenckie (dokonywanie coraz bardziej świadomych ekologicznie wyborów), która jest impulsem dla rozwoju zrównoważonej gospodarki.

Kontekst regulacyjny

Założeniem projektu Polityki Energetycznej Polski do 2040 roku jest redukcja emisji dwutlenku węgla o 29% i 45% odpowiednio w latach 2030 i 2040 w porównaniu do 1990 r. – roku bazowego. Realizacja tych celów wymaga obniżenia wykorzystania paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej do poziomu 56% w 2030 roku i 28% w 2040 roku. Wytwarzanie energii w elektrowniach konwencjonalnych ma być sukcesywnie zastępowane poprzez przyrost źródeł odnawialnej energii, takich jak elektrownie fotowoltaiczne i wiatrowe. Dedykowana transportowi Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku (SRT 2030) precyzuje pakiet działań o charakterze inwestycyjno-systemowym, zakładając w rozdziale ósmym m.in.: „inwestowanie w gospodarkę niskoemisyjną, poprzez m.in.: wspieranie projektów z zakresu transportu przyjaznego środowisku (transport szynowy, transport morski, wodny śródlądowy oraz intermodalny); dążenie

do przygotowania warunków sprzyjających przenoszeniu przewozów z dróg na trakcję kolejową i drogi wodne, w szczególności na odległości powyżej 300 km; promowanie niskoemisyjnych i efektywnych energetycznie środków transportu, zasilanych alternatywnymi źródłami energii (skutkujące także zmniejszeniem zależności sektora transportu od paliw bazujących na nieodnawialnych źródłach energii)”¹⁵.

Z kolei Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) zwraca uwagę na potrzebę promocji energetyki rozproszonej, dostęp do czystej energii w racjonalnej cenie czy rozwój elektromobilności. Jeśli chodzi o cele sektorowe, dla transportu są to m.in. 14% udział OZE w 2030 r.¹⁶ i 90% spadek emisji dwutlenku węgla w 2050 r.¹⁷

Kontekst społeczny

Wzrasta świadomość ekologiczna Polaków, co pokazują wyniki badania trackingowego Ministerstwa Klimatu i Środowiska z 2020 r.¹⁸ Dla 94% badanych zmiany klimatu to ważny problem, a ochrona środowiska i zanieczyszczenie powietrza to ich zdaniem największe wyzwania dla naszego kraju.

W 2020 r. mieszkańcy Polski częściej chcą stawiać na odnawialne źródła energii w porównaniu do poprzedniej fali badania (2020 r.: 78% vs. 2018 r.: 20%). Już ponad 3/4 respondentów jest skłonnych wydać więcej pieniędzy na „czystą”, nieuciążliwą dla środowiska naturalnego energię. Jest to najwyższy wynik uzyskany na przestrzeni lat

i jednocześnie największy zanotowany wzrost. Wyniki ankiety Europejskiego Banku Inwestycyjnego przeprowadzonej we współpracy z firmą BVA w 2019 r. pokazują, że aż 73% ankietowanych zadeklarowało gotowość do zmiany środka transportu z samochodu na rzecz transportu publicznego¹⁹.

Z jednej strony kolej jest najmniej energochłonnym środkiem transportu w Polsce. Aktualnie odpowiada za 1,7% krajowego zużycia energii elektrycznej. Jako środek transportu pasażerskiego wykazuje najmniejsze średnie zużycie energii elektrycznej (poniżej 10 toe/miliony paskm). W przypadku transportu towarowego mniej energii zu-

¹⁴ Raport „Zeroemisyjna Polska 2050”, WWF

¹⁵ Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu zamieszczona na stronie: <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/projektstrategii-zrownowazonego-rozwoju-transportu-do-2030-roku2> pkt 8.1, str. 143.

¹⁶ Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030

¹⁷ Europejski Zielony Ład

¹⁸ <https://www.gov.pl/web/klimat/badania-swiadomosci-ekologicznej>

¹⁹ <https://www.wnp.pl/wiadomosci/> Kolej – najbardziej ekologicznym środkiem transportu. Jak długo?

żywają jedynie statki. Z drugiej zaś strony kolej w ok. 91% jest zasilana ze źródeł konwencjonalnych, co wpływa na obniżenie wartości jej postrzegania. Zwłaszcza, że otoczenie rynkowe kolei (w tym konkurencyjne środki transportu) zmienia się dynamicznie. Inne środki transportu intensywnie inwestują zarówno w nowoczesne filtry spalin czy rozwiązania hybrydowe jak i elektryfikację (wzrost rozwoju pojazdów akumulatorowych) czy napęd wodorowy. Coraz więcej firm przewozowych wykorzystuje systemy paneli fotowoltaicznych do wspomagania zasilania instalacji pokładowej autobusów. Klienci korzystający z usług transportowych też chcą, a właściwie już muszą, stawać się niskoemisyjnymi i patrzeć na cały łańcuch dostaw. Przedsiębiorstwa produkcyjne (zamawiające półprodukty i transportujące swoje wyroby do miejsc docelowych), budowlane (przewożące materiały) czy technologiczne (transportujące części) muszą przestrzegać standardów środowiskowych i raportować swoje cele zrównoważonego biznesu wybierając także najbardziej przyjazny klimatowi środek transportu. Kolej powinna być

bezkonkurencyjna w tym aspekcie. Potencjał kolei jest dostrzegany, widać to chociażby w poziomie inwestycji rzędu 116 mld zł łącznie w ramach KPK (76 mld zł do 2023 r.) i CPK (40 mld zł do 2034 r.) czy dotacjach na rozwój kolei w ramach Programu Kolej Plus.

Jednak rozbudowa infrastruktury (sieć linii kolejowych, dworce, etc.) może nie wystarczyć, jeśli nie zmieni się równoległe sposób zasilania kolei. Zwiększająca się świadomość kwestii środowiskowych w społeczeństwie sprawia, że sektor kolejowy musi podążać za trendami konsumenckimi, stać się jeszcze bardziej zrównoważony, a przez to konkurencyjny. Transformacja kolei na zasilanie z OZE to konieczność, ale także wyzwanie. Już dziś nakłady inwestycyjne na źródła energii odnawialnej zbliżają się do poziomu, na którym energia „zielona” stanie się konkurencyjna cenowo w stosunku do energii „czarnej”. Także instytucje finansujące inwestycje energetyczne dużo chętniej udzielają kredytów na energetykę odnawialną niż na inwestycje budowane w oparciu o gaz czy węgiel.

Wyzwania

Wyzwaniami, którym trzeba będzie sprostać w kolejnych latach są: utrzymanie obecnego tempa rozwoju inwestycji OZE, wypracowanie mechanizmu bilansowania produkcji energii w źródłach odnawialnych z potrzebami rynku (systemy magazynowania energii), zarządzanie sieciami elektroenergetycznymi z dużą liczbą rozproszonych źródeł energii, zmiana tradycyjnych kierunków przepływu energii, zapewnienie źródeł rezerwowych, ale także stabilność otoczenia regulacyjnego i systemu dopłat do energii powstającej w oparciu o różne technologie i paliwa. Wymienione czynniki powodują, że energetyka odnawialna, pomimo stale rosnącej atrakcyjności, jest obszarem narażonym na ryzyka, które powinny zostać zabezpieczone nie tylko na poziomie inwestora, ale także legislatora (czego przykładem może być obecny system aukcji OZE) oraz odbiorcy energii. Dlatego potrzebne jest długoterminowe spojrzenie, wzięcie wspólnej odpowiedzialności branży za przyszłość i podjęcie szybkich decyzji, które za kilka lat zadecydują o poziomie przewagi konkurencyjnej pociągu nad samochodem czy samolotem. Wypracowanie modelu tworzenia długoterminowych i partnerskich relacji z jednej strony umożliwi stabilny rozwój inwestycji OZE z niskokosztowym modelem finansowania, a z drugiej da dostęp do konkurencyjnej cenowo zielonej energii.

W lutym 2020 r. CEEK powierzyło spółce PKP Energetyka, w uznaniu jej wysokich kompetencji, zadanie wypracowania rozwiązania umożliwiającego korzystanie przez polską kolej z energii wytwarzanej ze źródeł OZE. Tym samym PKP Energetyka przyjęła funkcję integratora tego ambitnego rozwiązania, którego realizacja zwiększy ma konkurencyjność transportu kolejowego. Zasadniczym zadaniem PKP Energetyka w przygotowanym modelu jest wytworzenie warunków do wzrostu inwestycji w źródła odnawialne poprzez:

- wyznaczenie ilości i technologii przyłączenia źródeł OZE w odpowiednich lokalizacjach w całym kraju (wykreowanie podaży);
- zapewnienie popytu w perspektywie długoterminowej poprzez kontrakty przewoźników i spółek kolejowych (wykreowanie popytu);
- zarządzanie generacją rozproszoną w sieci kolejowej;
- agregację źródeł rozproszonych w czasie i alokację pod potrzeby kolei.

Realizacja programu zakłada również osiągnięcie neutralności energetycznej spółek kolejowych. Chodzi o to, aby w perspektywie najbliższych lat uczestnicy programu Zielona Kolej sukcesywnie ograniczali pobór energii z sieci w odbiorach nietrakcyjnych, czyli do zasilania własnych budynków czy zajezdni.

Korzyści

Według założeń przygotowanych przez PKP Energetykę, realizacja programu będzie stymulować inwestycje w OZE warte 6-10 mld zł w ciągu najbliższych 10 lat. Jednak Program wymaga współpracy i zaangażowania wszystkich podmiotów branży oraz systemu wsparcia i zachęt ze strony interesariuszy (w tym jednostek administracji publicznej i samorządów). Dzięki temu może powstać nowy rynek dla firm chcących inwestować w OZE dedykowane dla sektora kolejowego.

Zakłada się, że w wytwarzaniu zielonej energii dla kolei zajmą się w istotnym stopniu właśnie małe i średnie przedsiębiorstwa lokalne, działające w pobliżu linii kole-

jowych. Dodatkowo, Zielona Kolej to impuls dla rozwoju innowacji w zakresie m.in. magazynowania energii, elektromobilności, wytwarzania wodoru czy innych działań i systemów wspierających zarządzanie siecią rozproszonych źródeł energii. Jeśli chodzi o korzyści dla klimatu, to dzięki realizacji programu, dodatkowe inwestycje w OZE dla kolei pozwolą w 2030 r. na redukcję zużycia energii produkowanej z paliw konwencjonalnych o ponad 2 TWh oraz redukcję emisji CO₂ o 9 mln ton (średnioroczna redukcja na poziomie 800 tys. ton CO₂ odpowiada prawie 34 tys. ha lasów pochłaniających dwutlenek węgla, czyli powierzchni 3 razy większej niż Białowiecki Park Narodowy).

Energia wytwarzana z odnawialnych źródeł to przyszłość energetyki

Dbając o zrównoważony rozwój, integrator dąży m.in. do ograniczenia emisji CO₂, wynikającej z własnej działalności do zera (tzw. net zero). Na początek wszystkie podstacje trakcyjne wyposażone zostaną w panele PV, tworząc zeroemisijną infrastrukturę. W ten sposób przedsiębiorstwo pokazuje korzyści płynące z zielonych rozwiązań oraz proponuje efektywne modele wdrożenia. Wytworzenie energii jak najbliżej jej konsumpcji stanowi modelowe narzędzie minimalizacji strat w sieci.

W następnych krokach wykonania Programu, PKP Energetyka zrealizuje projekty kolejnych instalacji OZE, w tym wraz z instalacją magazynowania energii, zasilania potrzeb nietrakcyjnych swoich budynków czy instalacji większych mocy, zgodnie z potrzebami sieci.

Program Zielona Kolej to zintegrowane spojrzenie na zagadnienie zrównoważonego transportu i wielka szansa dla sektora na zostanie prekursorem w kwestii zeroemisyjności w branży transportowej, a jednocześnie zwiększenia jej konkurencyjności. Poprzez jego realizację, kolej wspiera cele polityki klimatyczno-energetycznej naszego kraju oraz przyczynia się do zahamowania postępujących, niekorzystnych zmian klimatycznych. Dodatkowo zawirowania w gospodarce związane z walką z koronawirusem sprawiły, że są poszukiwane narzędzia, które wywołą wzrost gospodarczy. Inwestycje w zieloną energię bardzo dobrze wpisują się w te potrzeby. Dzięki realizacji programu kolej wysunie się na prowadzenie, jeśli chodzi o wdrażanie rozwiązań związanych z OZE, a przez to stanie się bardziej konkurencyjna. Długoterminowo przyczyni się to m.in. do wybierania pociągu jako preferowanego środka transportu.

Mobility jako usługa (MaaS). Wzrost znaczenia kolei w planowaniu tras

Celem spotkanie burmistrzów miast europejskich, które odbyło się w listopadzie 2020 r., było przedyskutowanie potencjału rozwiązania związanego z wykorzystaniem centralnych platform, wspólnych standardów i języków cyfrowych. Chodziło o uproszczenie procesu i wzmocnienie pozytywnego doświadczenia użytkownika przy wykorzystaniu aplikacji do planowania trasy przemieszczania się różnymi środkami transportu w obrębie miasta i poza nim. Kluczowe w dyskusji było stworzenie możliwości wykonywania multimodalnych podróży (z naciskiem na wykorzystanie transportu publicznego): pociągu, samochodu, roweru, hulajnogi czy skutera. Wielowariantowość sposobu odbycia podróży, która jest zaletą z punktu widzenia użytkownika, stanowi również pewne ograniczenie w optymalizacji tras. W tak trudnym

otoczeniu nowa koncepcja sprzedaży oparta o mobilności jako usługę (MaaS) staje się odpowiedzią na oczekiwania konsumentów. Usługa ta pozwala użytkownikom koordynować wykorzystanie wszystkich środków transportu dostępnych na danym obszarze, aby wyznaczać dopasowane do ich potrzeb trasy podróży. Może nawet pomieścić niektóre usługi związane ze środkami transportu, które do tej pory były rzadko używane, takie jak transport reagujący na zapotrzebowanie (DRT - Demand-Responsive Transport). Aplikacja umożliwia analizę kilku opcji podróży, ze względu na takie kryteria jak: czas, opłaty i wykorzystywane środki transportu, przechowywanie biletów elektronicznych bezpośrednio na smartfonie (bilet e-elektroniczny), centralną opłatę za całą podróż (bez konieczności płacenia poszczególnych ope-

ratorom). Dodatkowo cały system jest dostępny w ramach subskrypcji, ale może też być wykorzystany jednorazowo. Dostępność powyższego rozwiązania w układzie transgranicznym wymaga jednak standaryzacji rozwoju systemów MaaS w skali całej Unii Europejskiej. Ponieważ jednak działania w tworzeniu takiej aplikacji w poszczególnych krajach zostały już podjęte, możliwe jest wspieranie przez fundusze unijne ich interoperacyjności, zapewniającej płynne połączenie różnych systemów. Istotnym elementem powodzenia powyższego rozwiązania jest zwiększenie współpracy między miastami i operatorami, która pozwoli na lepsze dopasowanie do oczekiwań społecznych. Multimodalne pozytywne (płynne) doświadczenie użytkownika oznacza pełne wykorzystanie inteligentnych systemów transportowych i rozwiązań poprzez rozwój połączonej i zautomatyzowanej mobilności. Oznacza to również inwestycje w inteligentną infrastrukturę, wspierającą powyższe procesy, a tym samym uruchomienie środków finansowych zapewniających realizację takich planów jak przykładowo zrównoważona mobilność miejska (SUMP – Sustainability Urban Mobility Plan). Działania, podejmowane w ramach logistyki miejskiej powinny prowadzić nie tylko do optymalizacji przepływów pasażerów i towarów, ale również zwiększenia bezpieczeństwa w zakresie multimodalnej usługi mobilnej oraz opracowania cenników, zapewniających możliwość skorzystania z tej usługi (przystępność cenowa)²⁰. Warto dodać, że funkcjonujące już aplikacje nie uwzględniają wykorzystania samochodów osobowych, ponieważ ich celem jest zminimalizowanie negatywnego wpływu na środowisko poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i hałasu. Dodatkowym atutem jest wzrost znaczenia transportu publicznego – zarówno szynowego, jak też autobusowego, jako środków w największym stopniu spełniających wymogi rozwiązania Green MaaS²¹. Tak więc aplikacje działające w myśl koncepcji MaaS zapewniają swoim użytkownikom sprawny i wygodny dostęp do multimodalności i intermodalności, zarówno w przypadku krótkich, jak i długich podróży.

Polacy uwielbiają MaaS

Jak wynika z raportu Fundacji Digital Poland²², zawierającego wyniki badań na temat kondycji polskiego i światowego rynku aplikacji działających w myśl koncepcji mobilności jako usługi (ang. *Mobility as a Service*, MaaS), mieszkańcy naszego kraju są ich ogromnymi zwolennikami. Deklarują też, że będą korzystać z MaaS także po ustaniu pandemii COVID-19, pomimo tego, że w czasach lockdownów Polacy wydają prawie o połowę mniej na usługi mobilności współdzielonej niż przed nimi. Wśród respondentów aż 93% deklaruje znajomość usług MaaS w odniesieniu do rowerów publicznych, 81% – hulajnóg, a 75% – carsharingu. Natomiast użytkownicy takich aplikacji najczęściej zainteresowani są zamawianiem licencjonowanych taksówek (59%) oraz wynajmem rowerów na minuty/godziny (53%). Autorzy raportu przyznają, że w czasach ciągłych zmian i niepewności, nie sposób przewidzieć ze 100-proc. pewnością, jak będzie wyglądał polski rynek MaaS w perspektywie 5, 10, czy 15 lat. Określają go jednak jako „jeden z najbardziej fascynujących, innowacyjnych i proklienckich segmentów usług, z jakimi mamy obecnie do czynienia”. Jako jeden z głównych problemów usług MaaS wymieniany jest natomiast brak integracji usług z siecią komunikacji publicznej, w tym także z transportem szynowym – koleją i tramwajami w miastach. Częściowym rozwiązaniem tej sytuacji może być realizacja idei tzw. *mobility hubs*, integrujących różne usługi MaaS, zlokalizowanych w pobliżu np. przystanków autobusowych czy SKM. Gra jest warta świeczki, ponieważ to właśnie *Mobility as a Service* jest postrzegane jako klucz do zintegrowania środków nowoczesnej, współdzielonej mobilności z tradycyjnym transportem publicznym, w tym także koleją²³. Efektem tego będzie zwiększenie popularności ekologicznych, niskoemisyjnych sposobów poruszania się w miastach i aglomeracjach oraz zmniejszenie emisji CO₂, ograniczenie użytkowania samochodów osobowych w ośrodkach miejskich i choć częściowe rozwiązanie problemu smogu i kongestii (tj. wzrostu liczby pojazdów i natężenia ruchu skutkującego brakiem przepustowości infrastruktury). Projekt stworzenia narodowej platformy MaaS realizowany jest już m.in. w Holandii przez spółki córki Siemens Mobility (firmy Hacon i eos.uptrade) na zlecenie konsorcjum RvVier, w skład którego wchodzi tamtejsze państwowe koleje (NS) oraz operatorzy transportu publicznego w Hadze (HTM) i Rotterdamie (RET). Rozwiązanie, które ma powstać do jesieni 2021 r. ma być otwarte na poszerzanie go na inne podmioty i środki transportu, w kierunku jak największej i najszerzej multimodalności podróży²⁴.



²⁰ Cities and the EU together for green mobility – Eurocities, dostęp z dnia 7.03.2021

²¹ MaaS: Why is Mobility as a Service the future of mobility?, dostęp z dnia 10.03.2021

²² Pandemia a współdzielona mobilność. Stan i perspektywy polskiego rynku Mobility-as-a-Service w obliczu epidemii COVID-19, Fundacja Digital Poland, październik 2020.

²³ K. Aiba, The role of rail in an age of Mobility as a Service (MaaS), ARUP.

²⁴ D. Briginshaw, Siemens to build national MaaS platform in the Netherlands, International Railway Journal, 22 lutego 2021 r.



**Koleje Śląskie
przystąpiły do Programu
Zielona Kolej w lipcu 2021 r.**

MaaS działa również na rzecz zrównoważonej mobilności. Powyższa koncepcja preferuje środki transportu, które są bardziej przyjazne dla środowiska niż samochód osobowy i wspiera środki wprowadzone przez rządy w celu osiągnięcia ich zielonej transformacji. W ten sposób poziom zanieczyszczenia jest znacznie zmniejszony, a ogólna jakość środowiska miejskiego ulega poprawie. Przy rozpowszechnieniu aplikacji działających w oparciu o MaaS istnieje również możliwość zmiany nawyków społeczeństwa i rezygnacji z wykorzystania własnego samochodu na rzecz „zielonych” i preferowanych również od strony finansowej środków transportu. MaaS obejmuje alternatywy dla transportu reagującego na zapotrzebowanie (DRT). Ten rodzaj przemieszczania się może być szczególnie atrakcyjny na obszarach wiejskich, gdzie najbardziej odpowiada podejściu MaaS do intermodalności.

Użytkownicy na obszarach pozamiejskich będą więc mogli zintegrować DRT ze swoimi planami podróży i będą

korzystać z usług na podobnym poziomie jak to odbywa się w przypadku dobrze rozwiniętej infrastruktury transportowej w miastach. Warunkiem podstawowym jest rozwinięta siatka dróg (dla publicznego transportu autobusowego i szynowego) oraz wprowadzenie regularności odjazdów/przyjazdów operatorów transportowych. To rozwiązanie zapewnia nowatorskie możliwości mieszkańcom wsi, którzy do tej pory nie mieli innego wyjścia, jak dojeżdżać do pracy lub do najbliższego miasta własnym samochodem, ponieważ obszary te nie były dobrze pokryte sieciami transportu publicznego. W przypadku Polski powyższe rozwiązanie wymaga jeszcze szczegółowej analizy pod kątem włączenia obszarów wykluczonych transportowo do sieci.

W kontekście programu Zielona Kolej wdrożenie koncepcji MaaS zwiększa szansę na zwiększenie popularności kolei jako istotnego elementu planowania podróży.

Europejscy potentaci kolejowi stawiają na OZE

W większości największych europejskich gospodarek, tamtejsze koleje państwowe mają postać ogromnych holdingów z potężnymi przewoźnikami pasażerskimi i towarowymi. I choć na europejskich torach funkcjonuje także wielu mniejszych prywatnych operatorów, to jednak wciąż większość klientów kolei korzysta z transportu szynowego pozostającego w rękach państwowych podmiotów. Taka zależność umożliwia powiązanie ich działalności z koniecznością realizacji postanowień krajowych i unijnych polityk klimatycznych, mających na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Obecnie większość europejskich kolejowych gigantów realizuje więc plany przejścia na korzystanie z energii pochodzącej z OZE:

A photograph of a white high-speed train with a red stripe, stopped at a station platform. The train is viewed from a low angle, showing the side windows and the platform edge. The reflection of the train is visible in the platform's glass railing.

**Skład dużych prędkości ICE
na lotnisku we Frankfurcie
nad Menem**

- **Niemcy** – obecnie przedsiębiorstwa wchodzące w skład Grupy Deutsche Bahn zużywają rocznie łącznie ok. 10 TWh energii elektrycznej, z czego ok. 61% pochodzi z odnawialnych źródeł (głównie z elektrowni wodnych na Renie, Mozeli i Dunaju). Zgodnie z planami koncernu, w 2030 r. odsetek ten ma stanowić 80%, a w 2038 r. – 100%. Całej Grupie DB udało się już obniżyć emisję CO₂ o 34% w porównaniu z 2006 r. Od 2018 r. wszystkie kolejowe przewozy dalekobieżne (m.in. pociągi ICE) realizowane są z wykorzystaniem 100% energii z OZE. Podobnie jest z kolejami miejskimi S-Bahn w Berlinie i Hamburgu. Natomiast w 2019 r. 33 największe niemieckie dworce kolejowe (m.in. w Berlinie, Kolonii czy Monachium) zaczęły korzystać wyłącznie z zielonej energii. Grupa DB wdrożyła także technologię rekuperacji w użytkowanym taborze oraz zastosowała energooszczędne techniki prowadzenia pociągów (eco-driving), dzięki czemu udało się osiągnąć obniżenie zużycia energii elektrycznej nawet o 10%. Portfolio umów z producentami energii z OZE jest stale poszerzane. W listopadzie 2020 r. Deutsche Bahn podpisała trzy umowy wieloletnie (od 5 do nawet 30 lat) z dostawcami (elektrownia słoneczna w Gaarz – 80 GWh od 2021 r., elektrownia wodna Eggfling-Obernberg w Inn – ok. 440 GWh od 2023 r. i elektrownia wiatrowa Amrumbank-West na Morzu Północnym – ok. 260 GWh od jesieni 2024 r.), dzięki czemu zapewniły sobie łącznie 780 GWh zielonej energii rocznie. To ok. 8% całości zapotrzebowania, które pozwoli co roku na zaoszczędzenie środowisku naturalnemu emisji ok. 600 tys. ton dwutlenku węgla.



• **Francja** – plany francuskich kolei państwowych (SNCF) zakładają osiągnięcie 40-50% wykorzystania energii z OZE w 2025 r. Natomiast pułap 100% ma zostać osiągnięty już w 2035 r. Obecne roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną przez wszystkie przedsiębiorstwa wchodzące w skład grupy SNCF to ok. 9 TWh, co stanowi 3% całości jej zużycia we Francji. W celu osiągnięcia powyższych celów, w 2016 r. koleje francuskie przyjęły plan zakładający 20-procentowe zwiększenie efektywności energetycznej i zmniejszenie emisji CO₂ o 25% do 2025 r., poprzez działania w pięciu obszarach: zmniejszenie zużycia energii, lepszego jego monitorowania, wycofywanie się z używania paliw kopalnych, inwestowania we własne źródła (fotowoltaika) i zabezpieczanie zewnętrznych źródeł energii z OZE (umowy długoterminowe z dostawcami). Przykładem działań wchodzących w skład ostatniej grupy jest umowa pomiędzy SNCF Energie i Voltalią, zakładająca budowę w latach 2022-2023 trzech elektrowni słonecznych o łącznej mocy 143 MW, które będą dostarczać kolejom 200 GWh energii rocznie przez 25 lat. Porozumienie to, zawarte w czerwcu 2019 r. było pierwszym tego typu we Francji i jednym z 10 największych w Europie. Pozwoliło także Voltalii na zwiększenie swojego portfolio elektrowni we Francji o 76%. Dostawy zielonej energii dla kolei były przedmiotem także zawartej w kwietniu 2021 r. 20-letniej umowy pomiędzy EDF Renouvelables i SNCF Energie. Na jej mocy na kolej we Francji popłynie 25 GWh energii słonecznej rocznie. Pochodzić ona będzie z elektrowni, która ma zostać zbudowana do końca 2023 r. w Lachapelle-Auzac. Energia, którą będzie dostarczać, wystarczy na roczne zasilenie połowy kursów pociągów TGV jeżdżących pomiędzy Paryżem a Lille (trasa o długości ponad 200 km).



- **Szwajcaria** – szwajcarskie federalne koleje SBB planują jeździć wyłącznie na energii z OZE już w 2025 r. Obecnie aż ok. 90% energii elektrycznej zużywanej przez transport kolejowy w Konfederacji Helweckiej pochodzi z odnawialnych źródeł, wytwarzana jest ona przede wszystkim w elektrowniach wodnych. Do SBB należy siedem takich obiektów, których głównym odbiorcą są właśnie koleje. Pozostałe 10% energii elektrycznej zużywanej przez koleje w Szwajcarii pochodzi z elektrowni atomowych. SBB wdrażają także program oszczędnościowy, jeżeli chodzi o konsumpcję energii – ma ona zmniejszyć się o 20-30%, czyli o łącznie 600 GWh rocznie do 2025 r. (m.in. 72 GWh – dzięki ADL, systemowi eco-drivingu dla maszynistów, a 5 GWh – dzięki inteligentnym systemom ogrzewania taboru S-Bahn w Zurychu) i 800 GWh rocznie do 2030 r. Plany SBB na kolejne 10 lat zakładają także inwestycje w fotowoltaikę (30 GWh) i produkcję ciepła z OZE (86 GWh). Zrealizowanie powyższych zamiarów ma zmniejszyć ślad węglowy kolei w Szwajcarii o 50% do 2030 r. i o 92% w porównaniu do bazowego roku 2018. Zadanie to jest łatwiejsze do zrealizowania niż w innych krajach europejskich, ponieważ praktycznie 100% szwajcarskiej sieci kolejowej jest zelektryfikowana, a do 2023 r. państwie tym mają być używane wyłącznie bateryjne lokomotywy manewrowe.





KOMENTARZ BRANŻOWY



Wojciech Orzech

Prezes Zarządu PKP Energetyka S.A.

PKP Energetyka S.A. bierze aktywny udział w transformacji energetyki i transportu w kierunku nakreślonym przez Europejski Zielony Ład. W ramach Centrum Efektywności Energetycznej Kolei pełniemy rolę integratora programu Zielona Kolej, jako podmiot o unikalnej wiedzy, kompetencjach i możliwościach technicznych, który z sukcesem przeszedł cyfrową transformację. Realizując to ambitne przedsięwzięcie, chcemy budować trwałą przewagę konkurencyjną transportu kolejowego, bazującą na wykorzystaniu energii przyjaznej klimatowi, wytworzonej przy pomocy najnowocześniejszej i najlepszej dostępnej technologii. O jego znaczeniu dla naszej spółki świadczy to, że Zielona Kolej jest jednym z filarów przyjętej niedawno strategii rozwoju PKP Energetyka S.A. do 2030 r. W 2021 r. program wszedł w fazę realizacji. Listy intencyjne w sprawie przystąpienia do niego podpisaliśmy z przewoźnikami towarowymi: DB Cargo Polska, CTL Logistics oraz ECCO Rail, a także z przewoźnikami pasażerskimi – Łódzką Koleją Aglomeracyjną, Kolejami Śląskimi i Kolejami Mazowieckimi. To pierwsze kroki na drodze do przejścia polskiej kolei na zasilanie z zielonej energii, jak również – co warto podkreślić – stworzenia nowego rynku dla firm chcących inwestować w OZE dedykowane dla sektora kolejowego. Zadaniem PKP Energetyka S.A. – jako firmy infrastrukturalnej wspierającej rozwój polskiej kolei – jest jednak nie tylko kreowanie popytu i podaży na energię z OZE w sektorze, ale także zarządzanie generacją rozproszoną w sieci kolejowej i agregacja tych źródeł w czasie oraz alokacja pod potrzeby transportu kolejowego. W tym celu prowadzimy również inwestycje przyczyniające się do poprawy jakości i efektywności infrastruktury kolejowej (kolejne edycje programu Modernizacji Układów Zasilania, o łącznej wartości 7 mld zł), pracujemy także nad innowacyjnymi rozwiązaniami w obszarze efektywności energetycznej, np. w obszarze magazynowania energii – w lipcu 2021 r. uruchomiliśmy największy w Europie trakcyjny magazyn energii elektrycznej w Garbcach pod Żmigrodem. Nasze cele i ambicje idą jednak o wiele dalej. Dążymy również do ograniczenia emisji dwutlenku węgla wynikającej z działalności PKP Energetyka S.A., do zera (czyli do osiągnięcia statusu tzw. net zero). W tym celu m.in. realizujemy program wyposażania wszystkich naszych podstacji trakcyjnych w panele fotowoltaiczne. Współpracę dotyczącą budowy i eksploatacji instalacji PV na terenach i budynkach kolejowych prowadzić będziemy także z przewoźnikami kolejowymi – listy intencyjne dotyczące takiej kooperacji podpisaliśmy z PKP Cargo, CTL Logistics, Łódzką Koleją Aglomeracyjną, Kolejami Śląskimi, Rail Polska, LTE Polska, Transchemem i ECCO Rail. Wspólnie pracujemy nad wypracowaniem efektywnych, innowacyjnych i korzystnych ekonomicznie oraz przyjaznych środowisku naturalnemu sposobów zasilania infrastruktury tych podmiotów, wykorzystujących potencjał energii ze słońca.





Kolejowa infrastruktura
elektroenergetyczna
należąca do PKP Energetyka S.A.





Pociągi regionalne
i dalekobieżne na dworcu
kolejowym w Helsinkach

Polityka europejska oraz polityka Polski wobec programu Zielona Kolej



Dr Andrzej Piotrowski

Kolej postrzegana jest jako główny środek transportu umożliwiający osiągnięcie ambitnych celów klimatycznych zarówno na poziomie globalnym, europejskim jak i krajowym. Aby odegrać tę rolę, kolejnictwo musi wypracować sobie konkurencyjną w stosunku do innych środków transportu pozycję. W tym celu powinno wprowadzić szereg reform dotyczących organizacji, funkcjonowania, modernizacji infrastruktury i cyfrowej automatyzacji procesów funkcjonowania infrastruktury jak i procesów gospodarczych.

Choć obecnie stosowane w kolejnictwie rozwiązania powodują, że jest ona mniej emisyjna od innych środków transportu, to jednak również i kolej musi zmierzyć się ze zmianami proekologicznymi. Wiąże się to z wdrożeniem praktyk sprzyjających oszczędzaniu energii poprzez technikę jazdy, jej efektywny odzysk, jak i wykorzystaniu energii z czystych źródeł. Odnosi się to do energii elektrycznej zasilającej trakcję jak i do nośnika energii na obszarach nie poddanych elektryfikacji, gdzie proponuje się stosowanie czystego wodoru.

Stosowanie energii elektrycznej z OZE nie może być sprowadzane do tzw. kompensacji statystycznej poprzez zakup wolumenu energii zużytego w sieci od wytwórców OZE, gdyż nie rozwiązuje to problemów bilansowania energii i na obecnym poziomie udziału energii z OZE w zasilaniu sieci energetycznych niezbędne jest już skorelowanie faktycznego odbioru z rzeczywistym wytwarzaniem lub wprowadzenie jakiejś metody magazynowania lub kompensującego zarządzania popytem. Ułatwieniem może być w tym przypadku planowane w Polsce przejście kolei na sieci prądu przemiennego zapewniające dwukierunkowy przepływ energii i dające możliwość tworzenia obszarów lokalnie bilansujących się.

Elementem, jaki trzeba brać pod uwagę, jest całość procesów transportowych i ich zaplecza, tak by z jednej strony zaspokajały one potrzeby w wygodny sposób, a z drugiej prowadziły do eliminacji z procesu elementów odpowiedzialnych za produkcję zanieczyszczeń i emisji środowiskowych. Drogą do osiągnięcia takiego celu jest kompleksowa obsługa podróżnych oraz towarów z naciskiem na digitalizację całości systemu transportowego w sferze interakcji z użytkownikiem jak i usług infrastruktury.

Kolejowy transport towarów i ludzi uważany jest za najbardziej efektywną energetycznie i niskoemisyjną metodę zaspokajania potrzeb dotyczących mobilności. Według raportu *The Future of Rail*¹ (2019) kolej realizując globalnie około 8% wszystkich przewozów pasażerskich i 7% towarowych zużywa tylko 2% energii wykorzystywanej przez sektor transportowy. Przekłada się to ok. 0,6% globalnego zużycia ropy naftowej oraz ok. 1% glo-

balnego zużycia energii elektrycznej (290 TWh). Przy tym zużyciu energii, kolej na świecie odpowiada za około 0,3% bezpośredniej emisji CO₂ ze spalania paliw kopalnych i podobnie za 0,3% emisji drobnych cząstek jako zanieczyszczeń powietrza klasy PM_{2.5}. Według statystyk Komisji Europejskiej² kolej miała w 2017 roku 0,5% udziału w emisji gazów cieplarnianych wśród poszczególnych środków transportu.

Europejski Zielony Ład

Według Komisji Europejskiej sprostanie wyzwaniom związanym z ograniczeniem zmian klimatycznych i degradacji środowiska wymaga nowej strategii na rzecz wzrostu, służącej przekształceniu Unii w zasobooszczędną i konkurencyjną gospodarkę. Europejski Zielony Ład (*European Green Deal*) to zbiór inicjatyw politycznych, które mają nie pominąć żadnej osoby ani żadnego regionu, określających następujące priorytety:

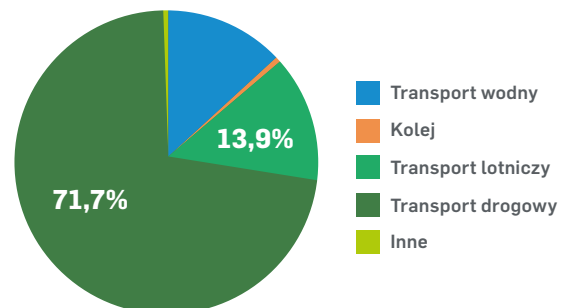
- neutralność klimatyczna Europy, w 2050 r. osiągnięcie zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych netto (do roku 2030 – 50% redukcji poziomu),
- ekonomia o obiegu zamkniętym – uniezależnienie wzrostu gospodarczego od zużywania zasobów,
- renowacja budynków dla osiągnięcia efektywności energetycznej
- zero zanieczyszczeń,

- ochrona ekosystemów i bioróżnorodność,
- zdrowa żywność i zrównoważone rolnictwo,
- zrównoważony transport,
- środki finansowe dla najbardziej potrzebujących regionów
- badania, rozwój i innowacje.

Szacuje się, że realizacja nakreślonych celów będzie wymagała zainwestowania ok. 260 miliardów euro lub więcej. W efekcie, przemiana ekologiczna ma doprowadzić do nowego układu geopolitycznego, zmian gospodarczych, handlowych i opłacalności inwestycji. Będzie wyzwaniem dla krajów i społeczeństw oraz dokona zmian w podziale na wygranych i przegranych.

W strategii „Green Deal” przytoczono, że sektor transportu w UE odpowiada (jako całość) za 25% emisji gazów cieplarnianych w Unii. Za cel przyjęto redukcję tych emisji do roku 2050 o 90%. Jedną z metod osiągnięcia tego celu ma być zwiększanie roli kolei i transportu wodnego w spedycji towarów, bowiem uzyskuje się w ten sposób największe bezpośrednie korzyści dla środowiska. W strategiach UE jak i państw członkowskich, podkreślana jest rola samej kolei, jako najbardziej ekologicznego i ograniczającego emisje gazów cieplarnianych środka transportu, i wskazywana jest też potrzeba spójnej organizacji całego systemu transportowego umożliwiającą jak najszerze wykorzystanie kolei. Chodzi tu multimodalny system transportu towarów i wykorzystanie transportu szynowego na terenie aglomeracji (metro, koleje miejskie i podmiejskie, tramwaje), a emitujące więcej zanieczyszczeń środki transportu wykorzystywane były do celów dojazdowych (np. systemy P+R, autobusy zwożące pasażerów) tam, gdzie nie ma możliwości korzystania z transportu szynowego.

Udział emisji gazów cieplarnianych dla poszczególnych metod transportu w Unii Europejskiej – dane Komisji Europejskiej za 2017 rok wykorzystane w publikacji o strategii „Green Deal”



¹ The future of Rail, UIC, styczeń 2019, praca zbiorowa, ISBN 978-2-7461-2818-7

² Statistical pocketbook 2019 w Sustainable mobility, The European Green Deal, December 2019

Polityczna promocja kolei a realne przewagi i niedostatki

Nie jest łatwo utrzymać udział kolei w sektorze transportu, a co dopiero go zwiększyć. Już w 2008 roku w raporcie przygotowanym przez Dyрекcję Generalną ds. Energii i Transportu Komisji Europejskiej „Modern rail, modern Europe”³ zauważono, że udział kolei w lądowym transporcie towarów zmalał z 32,6% w 1970 roku dla EU-15 do 16,7% w 2006 dla EU-27. Wskaźnik tonokilometrów, w wartościach bezwzględnych, dla kolei zmalał w tym okresie o 1%, mimo zwiększenia liczby państw członkowskich. W tym samym okresie transport drogowy towarów wzrósł trzykrotnie. Kolejowy transport pasażerski w 1970 roku stanowił 10% całości i zmalał w 2006 roku do 6,9%, mimo zwiększonej długości sieci kolejowej po rozszerzeniu

UE. Po kilkunastu latach wskazywane w raporcie słabe strony kolei w znacznej mierze są nadal aktualne.

W lipcu 2020 r. Europejska Agencja Kolejowa opublikowała raport „Fostering The Railway Sector Through The European Green Deal”⁴, a 15 grudnia 2020 r. Parlament Europejski zatwierdził wniosek Komisji Europejskiej w sprawie ustanowienia roku 2021 „Europejskim Rokiem Kolei”. Jest to pierwszy pełny rok wdrażania rozwiązań zawartych w „IV Pakiecie Kolejowym”⁵, który tworzy środowisko prawne dla wprowadzenia szeregu mechanizmów rynkowych w monopolistycznym wcześniej sektorze.

ERA: Co zrobić, aby kolej była szkieletem mobilności?

Dla zmniejszania emisyjności założonego w Green Deal i odbudowy roli kolei, Europejska Agencja Kolejowa (ERA) proponuje następujące działania⁶:

- **skomunikowanie kolejowe głównych europejskich aglomeracji** – osiągnięcie 30 tys. km

sieci linii kolei dużych prędkości i przebieg pasażerów krajowych połączeń lotniczych do 1000 km dla redukcji emisji z 244g CO₂/paskm w przypadku lotnictwa do 28g CO₂/paskm dla kolei.

- **skomunikowanie kolejowe 30 najważniejszych lotnisk** – stworzenie opcji mieszanej formy podróży,

głównie do celów służbowych, szczególnie dla nocnych połączeń o dużym komforcie podróży.

- **stworzenie sieci nocnych połączeń kolejowych**

– zanikająca dziś oferta może odzyskać klientów jeśli będzie komfortowa i tania (konieczne regulacyjne obniżenie rozliczeń za nocny dostęp do linii i in.).

- **wsparcie polityki przemysłowej** – cyfryzacja ma

poprawić wykorzystanie infrastruktury o 20 do 50% redukując koszty inwestycyjne, operacyjne i emisje. ERTMS ma doprowadzić do wspólnej europejskiej przestrzeni kolejowej z jednolitym systemem sygnalizacji i automatyką sterowania pociągami oraz systemem łączności 5G – FRMCS (ang. Future Rail Mobile Communication System) zastępującym GSM-R.

Jednolita, wielomodalna struktura informacji transportowej zapewni integrację systemów spedycji i zakupu/rezerwacji biletów.

- **odblokowanie wąskich gardel** – ok. 40%

z potrzebnych 365 połączeń między krajami pozostaje nieczynne. Winne są tu czasem zaniechania organów, trudności administracyjne lub braki funduszy, w tym na zakup taboru.

- **system zarządzania na poziomie europejskim (Eurocontrol for rail)**

– integracja zarządzania ruchem i potencjałem kolejowym jest podstawą dla przewidywalności i efektywnego wykorzystania zasobów. Obecnie administracje kolejowe i operatorzy koncentrują się na perspektywach krajowych. Nie zagospodarowuje to potencjału przewozów pasażerskich i towarowych na poziomie międzynarodowym.

- **finansowanie** – dla kolei istotne jest

dofinansowanie z budżetu UE jak i wsparcie kredytowe Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Środki obecnie przeznaczone na kolej są o połowę mniejsze niż dla przemysłu samochodowego. Proponuje się wprowadzenie podatku na paliwo lotnicze oraz winiet drogowych w EU.

Zwiększenie udziału kolei w transporcie wymaga koncentracji na cechach, w których może ona uzyskiwać konkurencyjną przewagę. Do silnych stron kolei zalicza się jej niską emisyjność, wyższy niż w transporcie in-

dywidualnym poziom bezpieczeństwa podróży, niezależenie od ewentualnego zatłoczenia dróg, a w wielu przypadkach konkurencyjnie krótki czas przejazdu. W przypadku kolei dużych prędkości w porównaniu

³ Modern Rail, Modern Europe. Towards An Integrated European Railway Area, Office for Official Publications of the European Communities, 2008, ISBN: 978-92-79-07608-4

⁴ Fostering The Railway Sector Through The European Green Deal, Pagand Idriss, 08/07/2020, The European Union Agency for Railways, 120 Rue Marc Lefrancq, BP 20392, FR-59307 Valenciennes Cedex

⁵ The fourth railway package: Another step towards a Single European Railway Area

⁶ Report – Fostering the railway sector through the European Green Deal, The European Union Agency for Railways (ERA), 16 czerwca 2020 r.

z transportem lotniczym można już wskazać kilku-setkilometrowe połączenia, gdzie czas podróży jest krótszy. Kolej może odegrać znacznie większą rolę wraz z rosnącą zamożnością społeczeństw, co sprzyja indywidualnym proekologicznym wyborom, stanowiącym potrzebę wyższego rzędu. Zamożniejsi klienci mają też

i inne dodatkowe wymagania związane np. z komfortem, przewidywalnością, efektywną organizacją całej ścieżki podróży itd. Kolej musi więc traktować swoje usługi całościowo, dbając o dogodne i proekologiczne ułożenie pełnego procesu obsługi klientów. Dotyczy to zarówno transportu osobowego jak i towarowego.

Niemcy: Samochody elektryczne nie zastąpią kolei

Niemiecka organizacja Germanwatch monitorująca administrację publiczną w raporcie „Decarbonising transport in Germany: Policy options to support a shift to rail”⁷ wykazała konieczność zmiany celów strategicznych w sektorze transportu dla uzyskania zakładanych wskaźników ograniczenia emisji. Niemcy do 2030 r. chcą zredukować (w stosunku do 1990 r.) emisję gazów cieplarnianych o 55%, ale podjęte kroki nie zapewnią redukcji większej niż 52%. W transporcie, odpowiedzialnym za 1/5 niemieckich emisji, założono emisję na poziomie 95-98 Mt CO₂ rocznie, podczas gdy wyniosą one 125-128 Mt CO₂ rocznie. Powodem ma być chybiony główny cel polityki odnoszącej się do transportu: wsparcie samochodów elektrycznych (EV) jako czynnika nie przeważającego skutków emisyjnych wzrostu tak liczby samochodów osobowych jak i ich ciężaru. Produkcja EV powoduje 70%-130% zwiększenia emisji w stosunku do konwencjonalnych pojazdów, a zużywany prąd jest tylko w części z OZE.

Sumaryczna emisja samochodu elektrycznego od konwencjonalnego staje się mniejsza dopiero po przejechaniu 150 tys. km, podczas gdy EV jest zasilany energią z OZE po 60-80 tys. km. Ponadto ze względu na skalę zapotrzebowania na niektóre rzadkie surowce, skutki ekologiczne i wymuszaną pracę dzieci przy wydobywaniu – globalne przejście na EV wydaje się mrzonką. Sugerowanym rozwiązaniem problemów emisyjnych w Niemczech jest odbudowa pozycji kolei. Drogą do celu ma być elektryfikacja do poziomu 70% niemieckiej sieci kolejowej, obniżenie opłat za dostęp do infrastruktury, zwiększone inwestycje w kolejnictwo i jednolity dla całych Niemiec odstęp czasu między kolejnymi połączeniami. Ponadto sugerowane jest zmniejszenie wsparcia na infrastrukturę drogową i odzwierciedlanie w podatkach kosztów zewnętrznych innych środków transportu, w szczególności lotnictwa.

Słabą stroną kolei jest brak elastyczności i szybkiego reagowania na ujawniające się nowe szanse i uważany już niemal za nieodłączną cechę – brak punktualności. Niedostatkami, którymi można usunąć podejmując działa-

nia na poziomie regulacji europejskich, są braki w kooperacji między poszczególnymi systemami kolejowymi krajów członkowskich.



Składy holenderskich
kolei państwowych NS

Jak to robią Holendrzy?

W Niderlandach operatorem infrastruktury kolejowej jest państwowy ProRail. Pokrycie siecią kolejowych przewozów pasażerskich jest bardzo dobre, pociągi docierają do prawie wszystkich miast, do większości z nich co najmniej raz lub dwa razy na godzinę. Pomiędzy największymi miastami kraju: Amsterdamem, Rotterdamem, Hagą i Utrechttem, pociągi kursują co 15 minut. Na lata 2021-2027 ProRail zaplanował wprowadzenie systemu DRO – Digital Rail Operations, w tym migrację systemu GSM-R do Future Railway Mobile Communication System i Gigabit Train – szybki i wysokiej jakości dostęp do Internetu dla podróżnych.

⁷ Lena Donat, Decarbonising transport in Germany: Policy options to support a shift to rail, Germanwatch, kwiecień 2020.

Nadal nie ma w Europie jednolitego systemu zasilania trakcji elektroenergetycznej, co jest istotną barierą dla interoperacyjności kolei w Europie. W systemach zasilania trakcji elektrycznej w Unii występuje zasilanie: stałoprądowe (DC) – 1,5kV, 3kV, 9kV i prądu przemiennego (AC) 15 kV 19,7 Hz i 25kV 50Hz. Systemy 25kV AC wprowadzono od lat 50. XX w. przy modernizowaniu systemu zasilania trakcji elektrycznej. Inne systemy są starsze. Niedawno jednak koleje francuskie ponownie prowadziły

intensywne pilotaże dla różnych wariantów zasilania prądem o napięciu 9kV DC.

Stosowane obecnie w Polsce napięcie 3 kV DC wykorzystywane jest też częściowo w sieci trakcyjnej Czech, Słowacji i Ukrainy. Napięcie 3kV DC stosowane jest też w Belgii i we Włoszech. Niemcy, Austria i Szwajcaria stosują system 15 kV AC. Nadal nie ma zgody w kolejnictwie czy 25 kV AC jest rozwiązaniem optymalnym.

Francja: 4,7 mld euro na wzmocnienie roli kolei

Z funduszy na odbudowę gospodarki po pandemii Francuzi zamierzają przeznaczyć 4,7 mld euro na wzmocnienie transportu kolejowego oraz redukcję jego wpływu na środowisko i emisję CO₂.

Połączenia mają stać się dogodniejsze dla pasażerów (np. wprowadzenie nocnych pociągów) jak i towarów (przybliżenie punktów spedycji, platformy wsparcia logistycznego).

UE ciągle jest stosowane prawie 30 różnych systemów sygnalizacji kolejowej w celu zarządzania ruchem kolejowym (przy 27 krajach członkowskich!)⁸. Prace nad ujednoliceniem przebiegają powoli. Opracowany w 1996 roku w odpowiedzi na Dyrektywę 96/48/EC system sygnalizacji i sterowania ruchem pociągów z automatyką zabezpieczającą utrzymanie bezpieczeństwa parametrów ruchu – ETCS (ang. European Train Control System), stanowi on część wdrażanego od 1999 roku do dziś systemu

ERTMS (ang. European Railway Traffic Management System – Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym).

Drugim komponentem ERTMS jest przestarzały już system komunikacji mobilnej GSM-R, który będzie zastępowany FRMCS (ang. Future Rail Mobile Communication System). Nowy system stanie się kołem zamachowym cyfryzacji transportu kolejowego.

Kolej w brytyjskim planie dekarbonizacji transportu

Kolej w Zjednoczonym Królestwie wpisuje się w rządowy plan dekarbonizacji transportu na kilka sposobów: ułatwiając przejście z ciężkiego transportu samochodowego na cargo kolejowe i z samochodów osobowych na pociągi pasażerskie, przyspieszając elektryfikację linii kolejowych i eliminację paliw kopalnych, rozpoznając punkty generacji emisji w infrastrukturze kolejowej (zabudowania, stacje) i wprowadzając OZE. Modernizacja infrastruktury ma też na celu zabezpieczenie przed skutkami gwałtownych zjawisk pogodowych.



Elektryfikacja linii kolejowych

Według Międzynarodowej Agencji Energii IEA obecnie już trzy czwarte przewozów osobowych na świecie w kolejnictwie realizowane jest pociągami elektrycznymi. W 2017 roku było to blisko 70% i składało się na to 1,23 bln paskm realizowanych przy użyciu lokomotyw zasilanych silnikami diesla, 1,87 bln paskm realizowanych przy użyciu konwencjonalnych elektrowozów, 0,41 bln paskm przewozów miejskim elektrycznym transportem szynowym i 0,54 bln paskm realizowanych przez elektryczne koleje dużych prędkości. Oznacza to w stosunku do roku 2000 wzrost przewozów pociągami elektrycznymi o 60%. Trzeba zaznaczyć, że wg IEA najszybciej rozwija się transport kolejowy w Chinach. W okresie zaledwie dekady Państwo Środka wyprzedziło wszystkie inne kraje w przewozach, rozwoju linii i technologii kolejowej.

Choć trend elektryfikacji – przejścia na zaspokajanie potrzeb energetycznych w wyniku użycia energii elektrycznej – obejmuje obszerną grupę działów gospodarki, to kolej ma tu prymat⁹. Najbardziej zelektryfikowane są linie kolejowe w Europie, Japonii i w Rosji. Natomiast w Ameryce Północnej i Południowej w transporcie kolejowym nadal dominuje diesel. Przewozy pasażerskie są w większym stopniu zelektryfikowane niż przewóz towarów. Charakterystyczne jest też to, że w krajach o dużym udziale miejskich przewozów szynowych i kolei dużych prędkości największa liczba pasażerokilometrów realizowana jest przy wykorzystaniu napędu elektrycznego.

W Polsce, wg danych GUS¹⁰ za 2019 r., na 19 398 km eksploatowanych kolejowych linii normalnotorowych, zelektryfikowanych jest 12 018 km (61,95%). W latach 90. i pierwszej dekadzie XXI w. elektryfikacja kolei w Polsce niemal kompletnie stanęła. Impulsem dla rozwoju kolejnictwa ma być jednak infrastruktura towarzysząca zaplanowana w związku z budową Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK). Nowelizacja rządowego rozporządzenia w sprawie wykazu linii kolejowych o znaczeniu państwowym, pierwotnie z 17 kwietnia 2013 r., uwzględnia wszystkie połączenia, których budowa wynika z koncepcji przygotowania i realizacji CPK przyjętej przez rząd 7 listopada 2017 r. Kolejowa część programu CPK zakłada budowę ok. 1600 km nowych linii prowadzących z 10 kierunków do Portu Lotniczego Solidarność i Warszawy. Będą one łączyły miasta wojewódzkie ze stolicą Polski i CPK, a także wzajemnie między sobą. Będą również zapewniały spójność krajowej sieci kolejowej. Każda ze „szprych” składać się będzie z nowych odcinków sieci oraz z wyremontowanych lub zmodernizowanych frag-

mentów istniejącej infrastruktury. Na potrzeby budowy kolejowego systemu wspomagającego doszło do podziału zadań inwestycyjnych między spółki: CPK, odpowiedzialną za realizację zadań lotniskowych i kolejowych (budowę nowych linii) i PKP Polskie Linie Kolejowe, która jest zarządcą infrastruktury kolejowej w Polsce i zajmie się modernizacją linii istniejących.

W przypadku nowo budowanych linii dużych prędkości – w pierwszej kolejności między Warszawą i Łodzią, później m.in. do Wrocławia i Poznania – założonym standardem będzie ich przystosowanie do prędkości 250 km/h, z parametrami technicznymi umożliwiającymi późniejsze podniesienie tych prędkości¹¹. Nowe inwestycje są potrzebne, ponieważ budowa szlaków kolejowych na dużą skalę nie odbywała się w Polsce od lat 80., kiedy zakończono konstrukcję Linii Hutniczo-Siarkowej, a wcześniej Centralnej Magistrali Kolejowej. W okresie minionych 30 lat w Polsce powstało tylko ok. 50 km nowych linii kolejowych (37 km Pomorskiej Kolei Metropolitalnej i kilka łączników do lotnisk, m.in. do im. F. Chopina i Portu Lotniczego Lublin). W Polsce istnieje ponad 100 miast powyżej 10 tys. mieszkańców bez dostępu do połączeń kolejowych. Dla porównania: w Czechach jest jedno takie miasto, na Słowacji osiem, na Węgrzech sześć, a w Austrii – pięć. Obecny kształt polskiej sieci kolejowej wciąż nosi w sobie ślady czasu zaborów, co widać m.in. w układzie linii i niższej gęstości ich sieci we wschodniej Polsce.

Lokomotywy zamawiane dla obsługi uzupełniającej infrastruktury kolejowej dla Centralnego Portu Komunikacyjnego („szprychy”) mają być wyposażone zarówno w systemy zasilania dla prądu stałego 3 kV, jak i prądu przemiennego 15 kV i 25 kV. Zdecydowano tak, kierując się rekomendacją Instytutu Kolejnictwa stwierdzającą, że przy kolejach, których prędkość maksymalna przekracza 240 km/h trakcja 3kV DC staje się nieefektywna. W nowych połączeniach dla CPK oraz na Centralnej Magistrali Kolejowej ma zostać wprowadzone zasilanie 25kV AC 50Hz¹².

Produktem postępu są układy półprzewodnikowe umożliwiające tańszą budowę sieci stałoprądowych o napięciach 3 i 9 kV. Tym m. in. można tłumaczyć zainteresowanie liniami stałoprądowymi inżynierów z kolei francuskich. O ile jednak transformatory stosowane w układach prądu przemiennego zapewniają bilateralną możliwość przepływu energii elektrycznej między obwodami o różnych napięciach, o tyle rozwiązania dla konwersji prądu

⁹ „The Future of Rail. Opportunities for energy and the environment”, IEA Technology report, styczeń 2019.

¹⁰ Źródło danych GUS: PBSSP 1.48.01 Transport kolejowy; Osoba odpowiedzialna merytorycznie Kamil Laskowski, US Szczecin, K.Laskowski@stat.gov.pl; ostatnia aktualizacja 2020-07-17

¹¹ 10 Szprych do lotniska. Program kolejowy CPK, Konrad Majczyk, 2019.05.25; (dostęp 2021.03.20).

¹² Madras Jakub, „Polska będzie miała nowe napięcie sieci trakcyjnej. 25 kV na nowych liniach”, Rynek Kolejowy 28.02.2019.

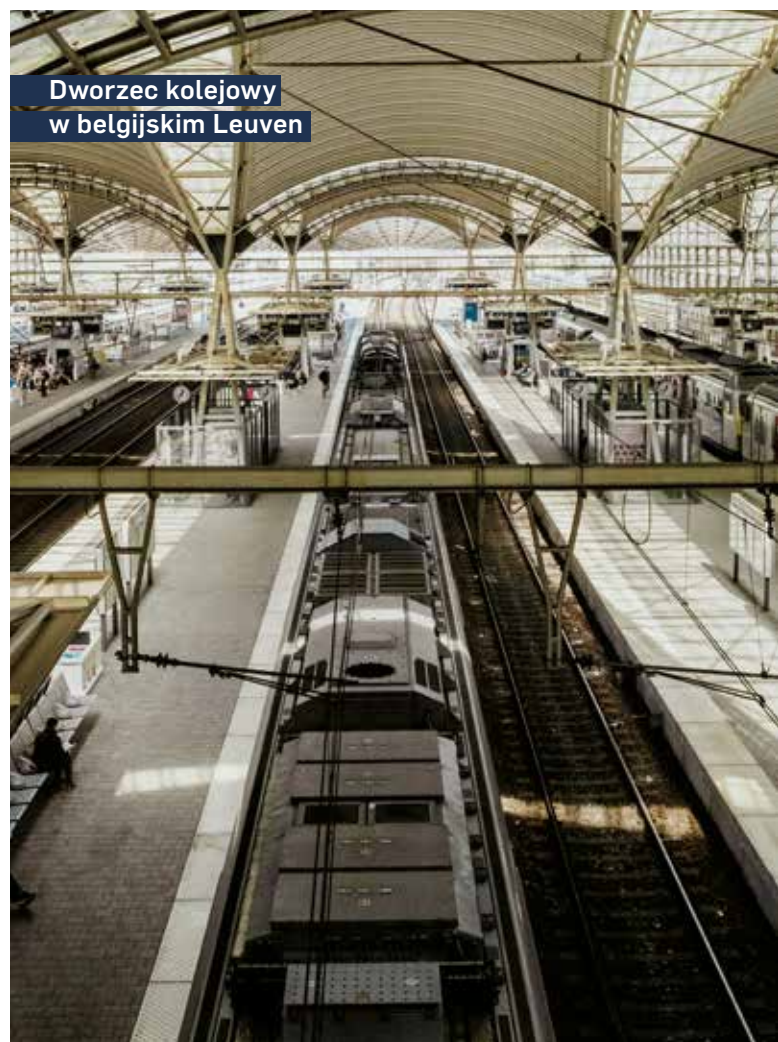
przemiennego na stały i konwersji napięć w sieciach stałoprądowych są jednokierunkowe. Wyklucza to możliwość oddania nadwyżki energii elektrycznej generowanej przez hamujący pociąg do sieci publicznej. Nadwyżka taka musi zostać odebrana przez poruszający się w danym momencie inny pociąg, gdyż sieć nie magazynuje energii. Nieodebrana na bieżąco energia zostanie wypromieniowana jako ciepło.

Przewidywanie stosowania w kolejnictwie magazynów energii, które mogłyby ewentualnie być przyłączone do kolejowej trakcji elektrycznej jako podstawowy element bilansowania nadmiarowej mocy wydaje się przedwczesne, gdyż pojedynczy skład kolei dużych prędkości musi mieć zapewnione ok. 10 MW mocy. Na świecie istnieją nieliczne rozwiązania magazynów o mocy 10 MW, choć medialny rozgłos zyskują też rekordowe instalacje jak np. 300 MW w Moss Landing w Monterey County w Kalifornii czy 100 MW w Hornsdale Power Reserve w Australii. Jak twierdzi¹³ prof. Szymon Malinowski, przewodniczący zespołu doradczego do spraw kryzysu klimatycznego przy prezesie PAN, bateryjne magazyny energii nie sprostają potrzebom stabilizacji wytwarzania OZE ze względu na zbyt małą gęstość energii jaką mogą zapewnić w porównaniu do paliw kopalnych lub materiałów rozszczepialnych. Ponadto, ograniczone zasoby litu i tworzące się na świecie monopole wokół dostaw innych surowców dla alternatywnych rozwiązań akumulatorów wykorzystujących pierwiastki ziem rzadkich zmuszają do dystansu co do profesjonalnej przyszłości takich rozwiązań.

Racjonalne wydaje się więc bilansowanie energii poprzez precyzyjne koordynowanie poszczególnych elementów zasilania i odbioru energii oraz możliwego magazynowania różnych nośników energii. W takim systemie, niestworzone źródła OZE bilansowane są w przypadku niedoborów energii konwencjonalnymi źródłami wytwarzania – przeważnie wodnymi lub gazowymi, blokami zmiany nośnika energii (np. ogrzewacze wody, elektrolizery) lub importem/eksportem energii z/do innego obszaru. Dodatkowo, w nowoczesnym systemie energetycznym dysponującym odpowiednią łącznością w tzw. czasie rzeczywistym, zarządza się poborem energii przesuwając go na optymalny dla systemu okres. Metoda ta znana jest jako zarządzanie stroną popytową (ang. DSM – Demand Side Management). Rosnący park pojazdów elektrycznych może w wyniku agregacji spełniać rolę tworzonego ad hoc magazynu energii do wygładzania chwilowych pików zapotrzebowania czy nadmiaru wytwarzania.

W Polityce energetycznej Polski do 2040 r.¹⁴ przewidziano rozwój energetyki rozproszonej i związanej z tym

konieczności lokalnego bilansowania energii. Dwukierunkowa praca systemu trakcji kolejowej, możliwa przy wprowadzeniu zasilania prądem przemiennym, otworzy energetyce kolejowej nowe możliwości. Energia wytwarzana przez hamujące składy będzie mogła posłużyć do ładowania samochodów i innych pojazdów elektrycznych zgromadzonych w pobliżu stacji jako element zintegrowanej ścieżki podróży. W czasie rozpędzania pociągów zmagazynowana energia będzie natomiast mogła wspomagać sieć operatora systemu dystrybucyjnego, zasilającego punkt styku publicznej sieci energetycznej z miejscem zasilania sieci kolejowej. Wprawdzie podstawowym zadaniem trakcji kolejowej jest zasilanie pociągów, to jednak będzie ona mogła w pewnym zakresie realizować też usługi przesyłowe. Może to okazać się szczególnie atrakcyjne dla energii odbieranej lokalnie z pól fotowoltaicznych lub farm wiatrowych, gdy będą one dysponowały nadwyżką energii w stosunku do chwilowego popytu w sieci.



¹³ Prof. Malinowski: Bez energii jądrowej nie damy rady odejść od węgla [WYWIAD], 2 maja 2021, OKO Press.

¹⁴ Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (dostęp: 2021.03.20)

Wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie

W marcu 2021 r. zakończyły się konsultacje „Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.”¹⁵ Jako drugi z sześciu celów strategicznych projekt ten wymienia „wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie”. Wskazywany jest tam potencjał wodoru w zastępowaniu paliw konwencjonalnych m.in. w transporcie kolejowym (lokomotywy i pojazdy trakcyjne wyposażone w ogniwa paliwowe i baterie). Jako metodę osiągnięcia celu proponuje się: „powstanie pierwszych pociągów/lokomatyw wodorowych, które zastąpią ich spalinowe odpowiedniki na trudnych do zelektryfikowania trasach”.

Wodór jest czystym paliwem o dużej wydajności energetycznej na jednostkę masy. Ale z jego wykorzystaniem łączą się też problemy natury technicznej:

- łatwo przenika przez niemal każdą substancję
- ma bardzo wysoką wartość opałową 120 MJ/kg, ale dla normalnej temperatury i ciśnienia jeden metr sześcienny tego gazu waży 90 gramów i nawet pod dużymi ciśnieniami (a do sprężenia potrzebne są duże nakłady energii) gromadzona jest mała ilość użytecznej energii.

Typowo, wodór magazynowany jest w temperaturze „po-kojowej”, czyli 298oK (ok. 24,85oC) i w zakresie ciśnień 150–800 bar. W pojazdach stosuje się zbiorniki o ciśnieniu 350 bar, a stacjonarnie – 800 bar. Niedawno powstała technologia lekkich zbiorników ciśnieniowych ze specjalnymi przeponami pozwalająca magazynować wodór pod ciśnieniem 700 bar. W tradycyjnym procesie uzyskiwania wodoru poprzez reforming metanu wydzielane są znaczne ilości CO₂. Wodór można też pozyskiwać drogą elektrolityczną lub w wyniku pirolizy wody w wysokich temperaturach uzyskiwanych z reaktorów jądrowych HTR. Właśnie z takich źródeł chcieliby pozyskiwać „czysty” wodór autorzy projektu polskiej strategii wodorowej. W „Strategii w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu”¹⁶ twórcy przemilczają możliwość wykorzystywania wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych do produkcji czystego wodoru.

Wykorzystanie wodoru wymaga nowych jednostek napędowych. Ogniwa paliwowe są jeszcze bardzo drogie, ale mogą być wykorzystane w rozpowszechnionych już od lat jednostkach trakcyjnych. W „Strategii w zakresie wodoru na rzecz Europy...” założono dostępność w przyszłości efektywnych kosztowo rozwiązań. Równocześnie pojawiła się tam też sugestia, że w niektórych aranżacjach

zwielokrotnienia instalacji wodorowych ogniwo-paliwowych już dziś mogą się okazać konkurencyjne wobec obecnie stosowanych silników diesla. Nie przytoczono jednak przykładów takich rozwiązań.

Ekologiczne walory skłaniają do utrzymania połączeń kolejowych także w tych relacjach, w których nie występuje duże natężenie ruchu, a są one potrzebne ze względów społecznych. Część sieci nie zostanie więc zelektryfikowana ze względu na nieopłacalność inwestycji i utrzymania. W takich miejscach lukę może wypełnić transport kolejowy bazujący na wodorze. Choć elektroliza nie jest efektywną kosztowo metodą wytwarzania wodoru, to na ostatecznej cenie wodoru może ważyć fakt, iż zagospodarowana zostanie nadprodukcja ze strony OZE. Napędzanie jednostek wodorem jest, obok zasilania baterijnego (nadającego się jednak co najwyżej do szynobusów), sposobem osiągnięcia neutralności emisyjnej dla tras nieopłacalnych do elektryfikacji.

Brak ciągłości wytwarzania energii przez dominujące w grupie OZE – fotowoltaikę i turbiny wiatrowe implikuje, że poszukiwane są rozwiązania mające wydłużyć okres dostępności „zielonej” energii. Wzrost udziału nisterowalnych OZE oznacza, że coraz intensywniej będą występowały momenty, gdy instalacje będą pracować generując nadwyżkę energii. Stąd KE przykładą dużą wagę do zagospodarowania nadwyżek w celu ewentualnego wytworzenia innych nośników energii, dedykowanych użyciu w innych sektorach lub umożliwiających zamagazynowanie energii na okres braku jej wytwarzania przez OZE.

W zamierzeniach KE technologie wodorowe będą umożliwiały odejście od obecnego „silosowego” modelu wprowadzając podstawy do integracji rozdzielnych obecnie elementów sektora energii, stanowiąc jeden z filarów transformacji europejskiego rynku energii. W „Strategii w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu” przewiduje się, że do 2050 roku wodór z obecnych 2% udziału w tzw. miksie energetycznym Europy urośnie do 13-14%, ale ze względu na swoje właściwości zaspokajając będzie nawet aż 24% zapotrzebowania na energię.

¹⁵ Projekt „Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.” (dostęp 2021.03.18)

¹⁶ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów – Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu, COM(2020) 301 final, Bruksela, 8 lipca 2020

Wielka Brytania: Jazda na promieniach słońca

Wielka Brytania planuje zbudować krajowy zeroemisyjny system transportowy do 2050 r. Zadanie to wydaje się trudniejsze do realizacji w odniesieniu do sektora kolejowego, który funkcjonuje na odmiennych zasadach niż większość jego odpowiedników w Europie kontynentalnej. W tzw. systemie franczyzowym w rękach państwa pozostaje infrastruktura, z której korzystają prywatni przewoźnicy obsługujący w ramach pakietów określone linie (w zależności od wielkości potoków pasażerskich, przewozy te są subsydiowane przez rządowy Department for Transport lub nie), w tym celu wykorzystujący tabor wynajmowany od specjalnych spółek (ROSCOs). W październiku 2020 r. brytyjska linia kolei dużych prędkości HS1, łącząca m.in. Londyn z Kanalem La Manche stała się pierwszą na Wyspach, na której jeżdżą pociągi wykorzystujące w 100 proc. energię z OZE. Stało się tak w odniesieniu do odcinka od stolicy Wielkiej Brytanii do Kent (ok. 60 km). Z linii korzysta krajowy operator Southeastern High Speed oraz międzynarodowy przewoźnik Eurostar, uruchamiający połączenia z Londynu do Paryża i Brukseli (konkurencyjne dla połączeń lotniczych)¹⁷. Interesującym przykładem działalności oddolnej na rzecz dostarczania energii z OZE dla kolei jest także działalność brytyjskiego startupu Riding Sunbeams. Planuje on podjąć szeroko zakrojoną współpracę z zarządcą infrastruktury Network Rail polegającą na budowie instalacji fotowoltaicznych w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowych, dostarczających wyprodukowaną energię elektryczną do sieci trakcyjnej. Riding Sunbeams jest przedsiębiorstwem społecznym utworzonym m.in. przez fundację Possible i Community Energy South (CES) – stowarzyszenie drobnych, lokalnych wytwórców energii elektrycznej z południowowschodniej Anglii. Działa one przy wykorzystaniu wsparcia finansowego ze strony rządu brytyjskiego (granty z funduszu innowacyjności), zwracając przede wszystkim uwagę na konieczność włączenia do systemu produkcji energii słonecznej dla kolei małych i średnich przedsiębiorców, a także np. osób posiadających nieruchomości znajdujące się blisko linii kolejowych. Riding Sunbeams zrealizował w 2019 r. program pilotażowy, uruchamiając 100 paneli słonecznych przy kolejowej infrastrukturze liniowej w Aldershot¹⁸. Obecnie trwają prace nad stworzeniem instalacji PV o mocy 3,75 MW w hrabstwie East Sussex, mającej produkować energię solarną dla zasilania linii z Londynu do Eastbourne. Twórcy startupu Riding Sunbeams szacują, że taka „społecznościowa” fotowoltaika, angażująca lokalne wspólnoty, ma potencjał do zaspokojenia ok. 10% całości zapotrzebowania brytyjskich kolei na energię elektryczną. Planują także inwestycje m.in. w energetykę wiatrową w Walii¹⁹.

¹⁷ R. Horgan, HS1 aims to be first UK railway run entirely on renewable energy, NewCivilEngineer.com, 22 października 2020.

¹⁸ M. Lempriere, Riding Sunbeams wins £2.5m from government's Getting Building Fund, SolarPowerPortal.co.uk, 7 sierpnia 2020.

¹⁹ M. Wright, On the right track: the UK railway that runs on solar power, Positive.News, 15 grudnia 2020.

Londyńska
infrastruktura kolejowa





KOMENTARZ BRANŻOWY



Robert Nowakowski

Członek Zarządu ds. Produkcji DB Cargo Polska

W jaki sposób realizacja programu Zielona Kolej w Polsce wpisuje się w realizację proklimatycznej polityki DB Cargo w Europie?

Neutralność klimatyczna kolei, do której dąży program Zielona Kolej, wychodzi naprzeciw naszym strategicznym ambicjom. Chcemy być kolejowym operatorem logistycznym pierwszego wyboru, nie tylko w zakresie oczekiwanych rozwiązań logistycznych, jakości, czy bezpieczeństwa, ale także w obszarze redukcji tzw. śladu węglowego, oferując łańcuch dostaw z zerową emisją CO₂.

Dziś rola kolei staje się kluczowa. Europa dąży do neutralności klimatycznej i jasno wskazuje w polityce Zielonego Ładu na kolej, jako ten środek transportu, który pozwoli osiągnąć zamierzone cele. Europa jest coraz skuteczniejsza w tym zakresie. Poczynając od roku 2023 firmy zatrudniające powyżej 250 osób będą zobowiązane do raportowania zagadnień środowiskowych, społecznych i zarządczych. Transparentność w tych obszarach ma zachęcić firmy do jeszcze większej aktywności na rzecz ograniczania negatywnego wpływu i stosowania dobrych praktyk. Jeśli do tego dodamy powiązanie wspomnianych zagadnień z rynkiem kapitałowym i możliwościami jego pozyskania, wydaje się oczywistym, że firmy będą poszukiwać rozwiązań ograniczających swój negatywny wpływ na środowisko, w całym łańcuchu wartości. Dostawcy, którzy będą najlepiej przygotowani do sprostania tym wymaganiom, zdobędą przewagę konkurencyjną.

Już dziś coraz większa liczba firm deklaruje stosowanie zasad zrównoważonego rozwoju, co odzwierciedla się w ich codziennych działaniach biznesowych. Poszukują one zielonych produktów i dostawców, którzy mogą je im

zapewnić. Tutaj kolej, mając niekwestionowaną ekologiczną przewagę, staje się środkiem transportu pierwszego wyboru. Dlatego tak ważnym jest by tę przewagę wzmacniać. Pracować nad rozwiązaniami ograniczającymi ślad węglowy, nie tylko w emisji bezpośredniej, gdzie kolej emituje o 80% mniej gazów cieplarnianych w porównaniu do transportu drogowego, ale także w emisji pośredniej, zastępując w sieci trakcyjnej energię konwencjonalną energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych. Stąd nasza deklaracja i współpraca z PKP Energetyka, której celem jest zasilanie wszystkich naszych pojazdów elektrycznych energią odnawialną od 2023 roku.

Już dziś w ramach grupy DB Cargo, opracowaliśmy dwa eko-produkty „DBeco plus” i „DBeco neutral”. Pierwszy produkt daje klientowi możliwość zasilania zleconych transportów energią elektryczną pochodzącą z OZE, cały proces jest monitorowany i certyfikowany przez TÜV SÜD. Drugi produkt pozwala zamawiającemu skompensować emisję CO₂ poprzez udział w ekologicznych projektach. Produkt „DBeco plus” dostępny jest na razie na terenie Niemiec i Austrii. Liczymy iż w ramach podjętej współpracy z PKP Energetyka będziemy mogli rozszerzyć ofertę na polski rynek kolejowy.

Jesteśmy przekonani, że kolej jest tym środkiem transportu, który będzie odgrywać znaczącą rolę w XXI w. Liczymy, że pozytywnie i w dużym wymiarze. Nasza deklaracja to odpowiedź na trendy jakie bardzo mocno rysują się na gospodarczej i społecznej mapie Europy. Mam tutaj na myśli Europejski Zielony Ład i wpisującą się w plan działań na rzecz zrównoważonego rozwoju Strategię Zrównoważonej i Inteligentnej Mobilności. W strategii jasno wskazano na kolej jako tę gałąź transportu, która pozwoli na znaczne ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko i społeczeństwo transportu jako całości. Unia Europejska wyraźnie wskazała kolej jako środek transportu, który pozwoli osiągnąć ambitne cele klimatyczne. Europa jednoznacznie określa, gdzie leży przyszłość bezpiecznego, zielonego transportu i decyduje się te rozwiązania promować – stąd rok 2021 ogłoszony został Europejskim Rokiem Kolei.





Piętrowy skład wjeżdżający
do tunelu kolejowego niedaleko
miejscowości Framura we Włoszech



Program Zielona Kolej z ekonomicznego punktu widzenia

Dr Michał Wolański

Dekarbonizacja polskiej gospodarki jest dużym wyzwaniem, ze względu na dominację energetyki węglowej. W ten sposób sprawdzające się w wielu innych krajach Unii Europejskiej rozwiązania polegające na elektryfikacji środków transportu drogowego, w Polskich warunkach nie dadzą bezpośredniego efektu dekarbonizacyjnego bez systemowego zapewnienia „zielonej energii”, które w średnim okresie napotyka na duży opór polityczny.

Program „Zielona Kolej” – dzięki temu, że polska kolej jest już w dużej mierze zelektryfikowana, charakteryzuje się niską liczbą interesariuszy oraz posiada grunty w całym kraju, umożliwiające budowę farm fotowoltaicznych – skupia się na optymalizacji źródeł energii oraz zmniejszaniu zużycia energii. W ten sposób realnie i efektywnie osiągane są cele dekarbonizacyjne.

Ponadto przyczyniając się do poprawy konkurencyjności kolei w oczach pasażerów, Program „Zielona Kolej” pozwoli zwiększyć przewozy transportem kolejowym, a tym samym – zmniejszyć emisję powodowaną przez transport drogowy i odciążyć sieć drogową, wykorzystując rezerwy przepustowości polskiej sieci kolejowej.

Jednocześnie Program „Zielona Kolej” pozwoli na wygenerowanie wartości dodanej dla gospodarki kraju w postaci zwiększenia zatrudnienia w sektorze odnawialnych źródeł energii oraz wpływów do budżetu z tytułu podatków, a w długim okresie może pomóc zniwelować negatywne skutki kryzysu związanego z wybuchem pandemii SARS-CoV-2.

Warunki ekonomiczne programu

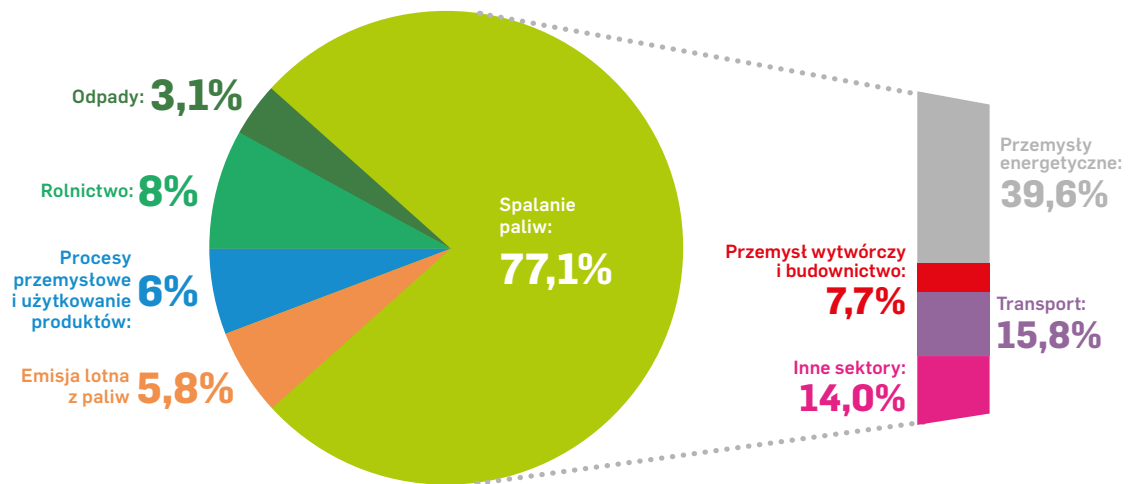
Okończoności wdrażania Programu Zielona Kolej są nad wyraz sprzyjające. Przede wszystkim sektor transportu kolejowego charakteryzuje się dużą łatwością i efektywnością transformacji energetycznej – zarówno w porównaniu z innymi sektorami gospodarki, jak i innymi gałęziami transportu.

W pozostałych sektorach gospodarki dekarbonizacja ma stosunkowo niższe szanse powodzenia. Odejście od węgla kamiennego i brunatnego w sektorze dużej energetyki i ciepłownictwa, choć kluczowe dla kraju, wymaga jednak znaczących nakładów finansowych oraz decyzji politycznych o długofalowych konsekwencjach. Trudne

w przekształceniach są także sektory budownictwa i ogrzewania wody. Natomiast sektor przemysłu ciężkiego charakteryzuje się rozdrobnieniem i dość specyficznymi technologiami. Podobna sytuacja ma miejsce w rolnictwie, gdzie z uwagi na typowe dla Polski silne

rozdrobnienie gospodarstw wdrożenie rozwiązań nisko-emisyjnych jest szczególnie utrudnione. Pozostałe sektory, które dodatkowo cechuje duża różnorodność, mają mniejszy wpływ na gospodarkę, a ich dekarbonizacja przyniesie globalnie niższe efekty¹.

Udziały poszczególnych kategorii źródeł w całkowitej emisji krajowej GHG w 2018 r.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych KOBIZE

Sektor transportu w ogólności według danych KOBIZE odpowiada za ok. 15% emisji CO₂ w skali kraju² i cechuje się dużym natężeniem działań technicznych i regulacyjnych w zakresie transformacji w kierunku zero-emisyjnym. W tym obszarze występują już technologie nisko- i zeroemisyjne na dość zaawansowanym poziomie, w szczególności w transporcie drogowym (HEV, PHEV, BEV³). Jednak ta gałąź transportu charakteryzuje się rozdrobnieniem na poziomie zarówno użytkowników, jak i infrastruktury, co stanowi przeszkodę dla sprawnej transformacji energetycznej (jak wskazano już powyżej). Oznacza to nieracjonalnie wysokie nakłady początkowe, szczególnie w transporcie indywidualnym. Jednocześnie, mając świadomość zależności pomiędzy gałęzią transportu drogowego a sektorem dużej energetyki, należy wyraźnie podkreślić trudności, jakie występują w tym sektorze w kontekście transformacji energetycznej – bez dekarbonizacji energetyki nawet zelektryfikowany transport drogowy pozostaje w istocie emisyjny, czasem nawet bardziej, niż przed elektryfikacją⁴.

wW transporcie lotniczym na świecie nie ma wprawdzie w podobnym stopniu zaawansowanej technologii dekarbonizacji, jednak charakteryzuje się on ograniczoną liczbą interesariuszy, co pomaga osiągnąć korzyści skali z transformacji, np. po odpowiednim dopracowaniu technologii ogniw wodorowych. Cechami sprzyjającymi zmianie są zatem ograniczona liczba interesariuszy i zaawansowany poziom technologii. Takim zestawem cech można określić właśnie transport kolejowy, który dodatkowo już teraz jest najmniej emisyjną gałęzią.

¹ McKinsey&Company, Carbon-neutral Poland 2050. Turning a challenge into an opportunity, 2020

² KOBIZE, Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020, Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988-2018, Raport syntetyczny, Warszawa 2020

³ Hybrid Electric Vehicle, Plug-in Hybrid Electric Vehicle, Battery Electric Vehicle

⁴ M. Wotek, M. Wolański, M. Bartłomiejczyk, O. Wyszomirski, K. Grzelec, K. Hebel, Ensuring sustainable development of urban public transport: A case study of the trolleybus system in Gdynia and Sopot (Poland), Journal of Cleaner Production Vol. 279, 2021

4 siły napędowe dekarbonizacji

Choć już od kilku lat zaobserwować można korzystne zmiany światowego miks energetyczny, w którym odnawialne źródła energii odgrywają coraz większą rolę, a coraz więcej prywatnych i państwowych podmiotów działa na rzecz dekarbonizacji własnej działalności, kierownictwa wielu firm nie do końca zdają sobie sprawę z wpływu, jaki na ich sytuację wywierają będą dążenia do urzeczywistnienia celu gospodarki o zerowym śladzie węglowym. Tymczasem, zdaniem ekspertów firmy Deloitte, w najbliższych latach postępy dekarbonizacji przyspieszać będą cztery główne siły:

- **rosnące oczekiwania części klientów, pracowników i społeczeństwa wobec rządów i świata biznesu** – skala protestów na rzecz zatrzymania zmian klimatycznych była w ostatnich latach wyjątkowa, spotęgowana dodatkowo pandemicznymi nastrojami społecznymi. Wzrost oczekiwań widać także w branży TSL – w której na znaczeniu zyskują tzw. „zielone łańcuchy dostaw”. Kolej ma szansę odegrać tutaj ogromną rolę.

- **dostarczenie globalnych zmian przez część inwestorów, którzy uwzględniają zagadnienia związane ze zrównoważonym rozwojem**

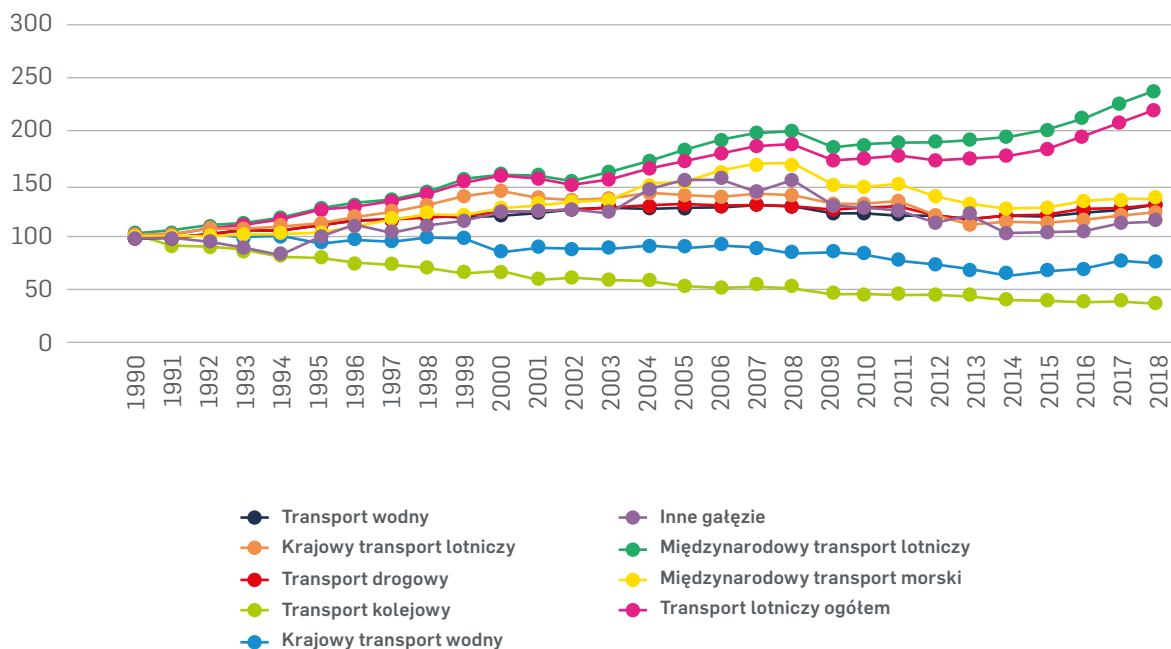
w strategiach biznesowych – choć osiągnięcie zysku jest wciąż główną motywacją biznesu, to jednak zaczyna zdawać on sobie sprawę z tego, że nadchodząca katastrofa klimatyczna może pozbawić przedsiębiorstwa szans na jego osiągnięcie w przyszłości. Z drugiej strony – dekarbonizacja własnej działalności zaczyna być postrzegana jako wartość biznesowa.

- **cele wyznaczone przez rządzących, którzy co prawda muszą uwzględniać potrzeby tradycyjnego sektora energetycznego, ale przekonują się do konieczności realizacji określonych limitów redukcji emisji i „zielonych” regulacji prawnych**

– również w tym przypadku kolej jest środkiem transportu, który stosunkowo sprawnie zrealizować może wyznaczone cele, jako sektor gospodarki regulowany i tradycyjnie mocno związany z państwem i państwową infrastrukturą.

- **rozwój technologiczny** – najnowsze proekologiczne rozwiązania technologiczne są coraz tańsze. Dzięki temu przyjmowanie i wprowadzanie w życie przez biznes i państwowe instytucje efektywnych strategii dekarbonizacyjnych jest coraz łatwiejsze⁵.

Zmiana poziomów emisji GHG w Unii Europejskiej w latach 1990-2018 (1990=100)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Europejskiej Agencji Środowiska (EEA)

⁵ The 2030 decarbonization challenge. The path to the future of energy, Deloitte, grudzień 2020.

Jeżeli chodzi o liczbę interesariuszy na rynku transportu kolejowego, to jest ich stosunkowo niewielu, dlatego proces decyzyjny może być stosunkowo krótki. Mimo istnienia wielu przewoźników na rynku transportu pasażerskiego, za ok. 80% ruchu odpowiedzialne są 3 podmioty – PKP Intercity, Polregio oraz Koleje Mazowieckie⁶. Większa liczba przewoźników funkcjonuje na rynku transportu towarowego, mimo to za znaczną część ruchu odpowiada spółka PKP Cargo, przewożąc w 2020 r. 36,6% masy towarów i wykonując 40,6% pracy przewozowej⁷.

W kontekście dekarbonizacji kluczowa jest infrastruktura kolejowa, za którą również odpowiedzialna jest ograniczona liczba podmiotów – za infrastrukturę dworców odpowiada w większości PKP S.A.⁸, za infrastrukturę liniową i punktową służącą jeździe i przeładunkowi towarów – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.⁹, zaś za infrastrukturę energetyczną – PKP Energetyka S.A.¹⁰. Dzięki swojej pozycji PKP Energetyka S.A. jest właściwym podmiotem do pełnienia roli integratora i koordynatora Programu „Zielona Kolej” z ramienia Centrum Efektywności Energetycznej Kolei.



Potencjał do zmiany potwierdzają aktywne działania w kierunku dekarbonizacji powszechnie podejmowane przez przedsiębiorstwa kolejowe świata, w tym także Europy, np. Deutsche Bahn¹¹ (Niemcy) czy NetworkRail¹² (Wielka Brytania). Ciekawymi rozwiązaniami w tym kontekście są np. panele fotowoltaiczne na pociągach¹³, panele na stacjach¹⁴ czy podkłady wyposażone w tego typu urządzenia¹⁵.

Mimo istnienia w gałęzi transportu kolejowego dogodnych warunków dla dekarbonizacji, należy mieć świadomość zmian, jakie zachodzą w pozostałych gałęziach, np. w tran-

sporcie drogowym. Zarówno dla transportu pasażerów (indywidualnego i zbiorowego), jak i towarów, prognozuje się rosnącą liczbę pojazdów o napędzie alternatywnym, a także – w przypadku tego pierwszego – całkowite wyparcie przez nie pojazdów o napędzie tradycyjnym.

To w jeszcze większym stopniu może wpłynąć na konieczność walki o wizerunek kolei i zainteresowanie nią jako najmniej emisyjnym środkiem transportu, chociaż jednocześnie jest w stanie zwiększyć względną konkurencyjność kosztową w transporcie szynowym. W publicznej dyskusji pojawia się jednak coraz więcej pytań

⁶ Dane UTK, <https://dane.utk.gov.pl/> [dostęp: 5.03.2021]

⁷ Dane UTK, <https://dane.utk.gov.pl/> [dostęp: 5.03.2021]

⁸ Ministerstwo Infrastruktury, Dworce <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/dworce> [dostęp: 5.03.2021]

⁹ Ministerstwo Infrastruktury, Tory <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/tory> [dostęp: 5.03.2021]

¹⁰ PKP Energetyka, Sprzedaż energii trakcyjnej, <https://www.pkpenergetyka.pl/Energia-dla-kolei/Sprzedaz-energii-trakcyjnej> [dostęp: 5.03.2021]

¹¹ Deutsche Bahn, Kennzeichnung der Stromlieferungen 2019, <https://www.dbenergie.de/dbenergie-de> [dostęp: 5.03.2021]

¹² NetworkRail, Pioneering trial for solar-powered trains <https://www.networkrail.co.uk/stories/pioneering-trial-for-solar-powered-trains/> [dostęp: 5.03.2021]

¹³ Solar DEMU trains start rolling: This is how much Indian Railways will save, <https://indianexpress.com/article/india/solar-demu-trains-start-rolling-this-is-how-much-indian-railways-will-save-4764899/> [dostęp: 5.03.2021]

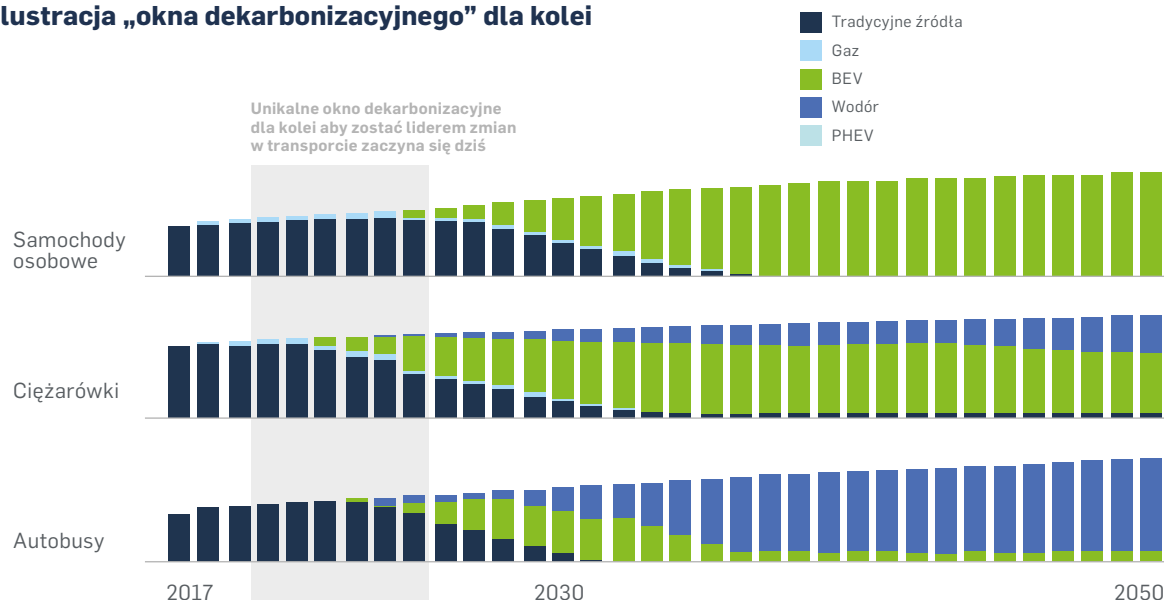
¹⁴ Switzerland generates traction current with solar panels <https://www.railtech.com/infrastructure/2020/06/15/switzerland-generates-traction-current-with-solar-panels/> [dostęp: 5.03.2021]

¹⁵ Greenrail, turning railways into clean energy producers, <https://solarimpulse.com/news/greenrail-turning-railways-into-clean-energy-producers> [dostęp: 5.03.2021]

o efektywność dekarbonizacji poprzez elektryfikację transportu drogowego, w warunkach wysokoemisyjnej energetyki. Transport kolejowy jest tutaj w lepszej pozycji – gdyż już jest w dużej mierze zelektryfikowany i może pracować nad kolejnymi wyzwaniami. Z początkiem

dekady rozpoczęło się dla transportu kolejowego „okno dekarbonizacyjne”, czyli okres, w którym należy podjąć stosowne działania na rzecz ograniczenia emisji, aby móc w dalszym ciągu konkurować na tym polu z innymi gałęziami, głównie z transportem drogowym.

Ilustracja „okna dekarbonizacyjnego” dla kolei



Źródło: McKinsey Decarbonization Model for Poland, za: McKinsey&Company, Czy zeroemisyjność może wpłynąć na renesans kolei?, Kongres Kolejowy, listopad 2020

Analiza kosztów i korzyści związanych z wdrożeniem programu „Zielona Kolej”

Poza programem Zielona Kolej, na aktywność Centrum Efektywności Energetycznej Kolei składają się trzy wiązki działań, tj. rekuperacja energii, eco-driving oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii nietrakcyjnej, głównie fotowoltaiki¹⁶. Działania te wykorzystują wspomniany już fakt, że transport kolejowy jest obecnie w dużej mierze zelektryfikowany, przez co możliwa jest praca nad zmniejszaniem zużycia energii i poszukiwaniem rzeczywiście nisko- i zeroemisyjnych jej źródeł, czyli możliwa jest rzeczywista dekarbonizacja, a nie forsowna elektryfikacja.

Inwestycje w tych obszarach będą polegały m.in. na wprowadzeniu i rozwoju systemów odzysku energii podczas hamowania pojazdu szynowego, odpowiednim olicznikowaniu taboru, wdrożeniu systemów DAS (Driving Advisory System)¹⁷, organizacji szkoleń maszynistów z zakresu

efektywnego wykorzystania taboru (co sprzyja zarówno oszczędzaniu energii podczas jazdy, jak i jej rekuperacji), a przede wszystkim budowie instalacji odnawialnych źródeł energii.

Wartość inwestycji w ramach Programu jest szacowana na około 1,2 mld zł¹⁸. Patrząc na tę wartość z perspektywy kraju należy mieć świadomość, że te środki i tak zostałyby wydane na uprawnienia do emisji, tak więc nie przyczynią się do spadku konkurencyjności transportu kolejowego, ani impulsu inflacyjnego¹⁹.

Natomiast korzyści z tytułu wdrożenia Programu „Zielona Kolej” mogą być odczuwalne na trzech poziomach. Przede wszystkim należy postrzegać je przez pryzmat funkcjonowania całej gałęzi transportu kolejowego. Korzyść w tym kontekście stanowi uniknięta emisja, głównie

¹⁶ <https://ceek.pl/o-ceek/inicjatywy/> [dostęp: 10.03.2021]

¹⁷ Zbiór systemów dostosowujących styl jazdy do charakterystyki szlaku.

¹⁸ PKP Energetyka, Program Zielonej Kolei w drodze do „Zielonego Ładu”.

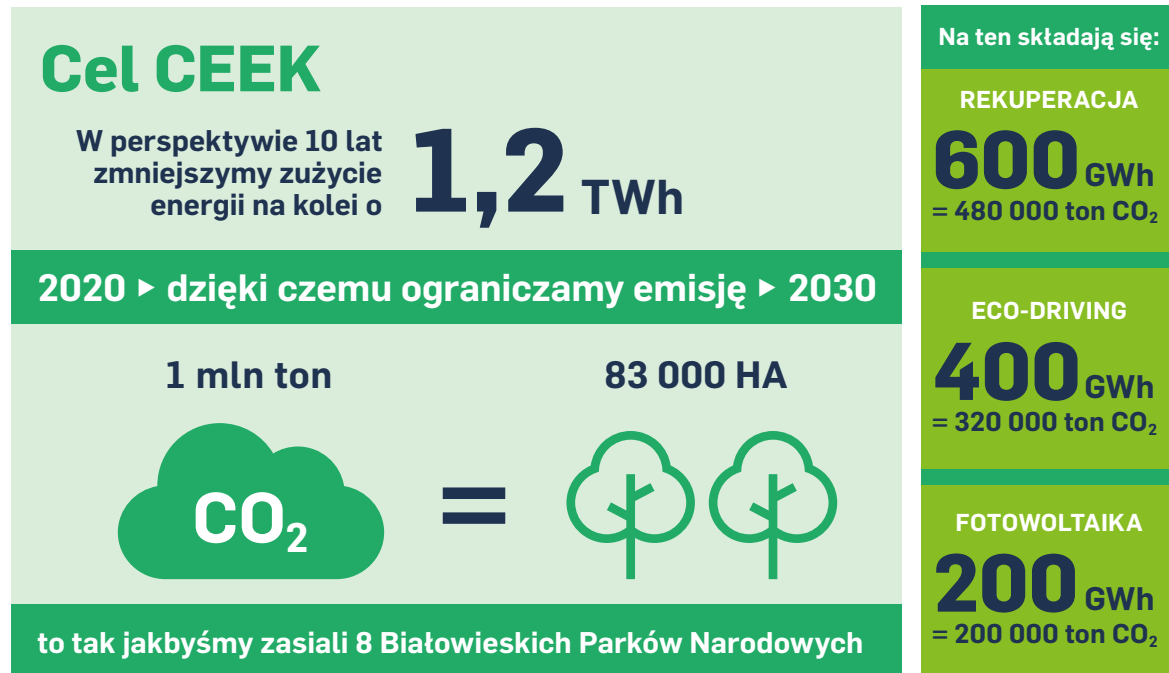
¹⁹ Tamże.

z tytułu zmiany miksu energetycznego branży. Inwestycje w ramach Programu niosą za sobą również nie-małe korzyści wizerunkowe, które mogą przyczynić się do wygenerowania dodatkowego ruchu pasażerskiego i ruchu cargo w transporcie kolejowym. Jednocześnie należy podkreślić, że znaczna część inwestycji w ramach Programu „Zielona Kolej” ma szansę zostać sfinansowania ze środków unijnych. Korzyści z tytułu wdrożenia Programu mogą także odczuwać przewoźnicy kolejowi, zarówno pasażerscy, jak i towarowi, oraz sami pasażerowie i nadawcy ładunków drogą kolejową.

Jeżeli chodzi o korzyści z perspektywy branży, do ich oszacowania należy posłużyć się założeniami CEEK dla

poszczególnych wiązek działań. Największe korzyści unikniętej emisji szacuje się dla wsparcia rekuperacji, tj. 600 GWh oszczędzonej energii elektrycznej, co odpowiada unikniętej emisji na poziomie 480 tys. ton CO₂. W wyniku działań na rzecz *eco-drivingu* i optymalizacji techniki jazdy możliwe są oszczędności w wysokości 400 GWh energii elektrycznej oraz redukcja emisji CO₂ o 320 tys. ton. Inwestycje w odnawialne źródła energii mogą natomiast przyczynić się do zwiększenia udziału OZE w strukturze przewoźników kolejowych o 200 GWh oraz obniżenia emisji CO₂ o 280 tys. ton. Łącznie oznacza to ok. 1,2 TWh oszczędności oraz emisję CO₂ niższą o ok. 1 mln ton²⁰. Do 2030 r. szacowane jest obniżenie emisji dwutlenku węgla łącznie o ok. 8 mln ton²¹.

Przewidywane efekty działalności CEEK w zakresie ograniczania zużycia energii



Źródło: energianews na podstawie danych CEEK

Dodatkowo, jak wspomniano wcześniej, korzyści z wdrożenia Programu „Zielona Kolej” mogą mieć także charakter wizerunkowy. Konsumenci na całym świecie są coraz bardziej świadomi zjawiska zmian klimatycznych i są gotowi płacić więcej za produkty, które wywierają mniejszy wpływ na środowisko naturalne²², zaś przy zbliżonych cenach – wybierają je chętniej, co przyczyni się m.in. do mniejszego zużycia i kosztów rozbudowy

sieci drogowej, dzięki wykorzystaniu rezerw przepustowości sieci kolejowej. Obywatele Unii Europejskiej również dostrzegają znaczenie zmiany klimatu, zanieczyszczenia powietrza i problemu zagospodarowania odpadów jako trzech najważniejszych kwestii środowiskowych i deklarują podejmowanie działań w celu ograniczenia ich skutków²³.

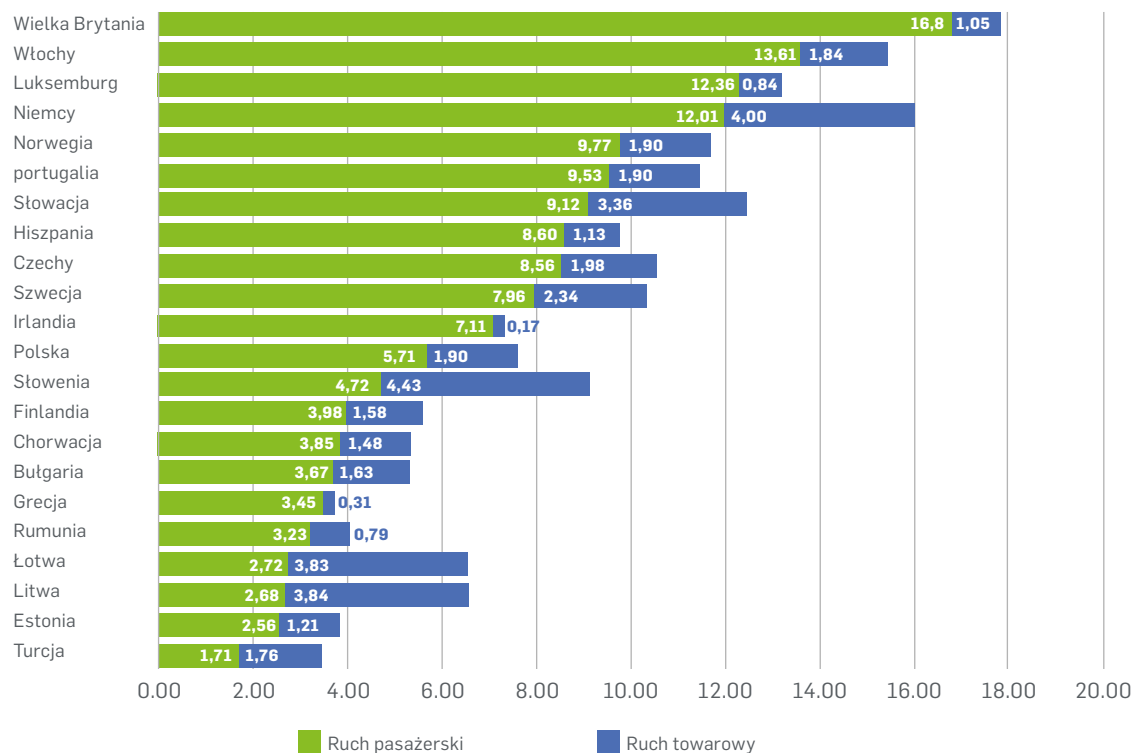
²⁰ www.cek.pl [dostęp: 10.03.2021]

²¹ PKP Energetyka, Strategia 2030, Warszawa 2020

²² W latach 2016-2019 odsetek konsumentów na całym świecie wybierających „Bardziej zrównoważony” jako powód, by płacić więcej za produkty wzrósł z 27% do 35%, za: McKinsey 2017-2020 Global Sentiment Survey

²³ 27% respondentów zadeklarowało, że wybrało bardziej ekologiczny sposób podróży (transport pieszy, rowerowy, transport publiczny, samochód elektryczny, za: KE, Eurobarometer: Protecting the environment and climate, Bruksela 2020

Obciążenie sieci kolejowej ruchem pociągów w 2017 roku (1000 pockm/km sieci zarządzanej)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

Zwiększenie społecznej świadomości ekologicznej jest zauważalne także w Polsce, co odzwierciedlają wyniki badania trackingowego²⁴ Ministerstwa Klimatu i Środowiska z 2020 r. 94% badanych wskazuje zmiany klimatu jako ważny problem dla kraju. W porównaniu do poprzedniej edycji badania z 2018 r., w 2020 r. chętniej stawiano również na odnawialne źródła energii. Ponad 75% badanych jest skłonnych wydać więcej pieniędzy na „czystą”, nieuciążliwą dla środowiska naturalnego energię. Niestety, w mniejszym stopniu respondenci deklarowali podejmowanie decyzji związanych z wyborem środka transportu. Problem emisji z transportu samochodowego został określony wprawdzie jako ważniejszy niż w 2018 r., jednak wśród rozwiązań, które powinny być stosowane w celu poprawy jakości powietrza rzadziej wymieniano te związane bezpośrednio z transportem publicznym, z natury mniej emisyjnym, jak np. „przejsie społeczeństwa na komunikację publiczną/zbiorową” czy „samorządowe zmiany w transporcie np. przechodzenie na kolej, zakup pojazdów ograniczających emisję” niż pozostałe dotyczące transportu, tj. „eliminacja emisji spalin i starych aut/ zakup aut elektrycznych” oraz „wprowadzenie stref ograniczonego ruchu pojazdów samochodowych

w centrach miast – tzw. stref niskiej emisji”. Przyjęty cel wygenerowanego ruchu pasażerskiego w wyniku wdrożenia działań Programu „Zielona Kolej” na poziomie do 12% jest zatem celem optymistycznym. Jego osiągnięcie będzie wymagało działań komplementarnych, m.in. związanych z promocją wykorzystania zielonej energii w transporcie kolejowym, ale również utrzymania odpowiedniego poziomu jakości oferty kolei, konkurencyjnego w stosunku do innych gałęzi.

Podejmowanie działań na rzecz ograniczenia emisji można jednak zaobserwować nie tylko wśród konsumentów i potencjalnych pasażerów transportu kolejowego, lecz także w przedsiębiorstwach. Wiele wiodących światowych firm z różnych sektorów określiło jasne cele ograniczenia emisji. Są wśród nich m.in. koncerny technologiczne (Siemens, SONY, Samsung), producenci odzieży (np. H&M), żywności (np. Coca-Cola Company) oraz innych produktów konsumenckich (np. IKEA)²⁵. Aktywność oddziałów tych firm w Polsce będzie skutkowała wdrażaniem działań na rzecz niższej emisji, co może przełożyć się na wyższe wykorzystanie kolei w krajowych łańcuchach dostaw. Łączne oszczędności w obszarze emisji

²⁴ Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Badania świadomości ekologicznej, <https://www.gov.pl/web/klimat/badania-swiadomosci-ekologicznej> [dostęp: 11.03.2021]

²⁵ RE100 Members, <https://www.there100.org/> [dostęp: 11.03.2021]

CO₂, na które składają się zarówno korzyści wynikające ze zwiększenia udziału OZE, jak i z dodatkowego ruchu pasażerskiego i cargo są szacowane na 11 mln ton CO₂²⁶. Przy założeniu jednostkowych kosztów zmian klimatu zawartych w Niebieskiej Księdze dla Infrastruktury Kole-

jowej²⁷ w latach 2021-2030 korzyści z tytułu obniżenia emisji dwutlenku węgla mogą wynieść ponad 2 mld zł, co niemal dwukrotnie przekracza wartość zaangażowanych środków.

Wielki biznes daje przykład: do 2050 r. – 100 proc. energii z OZE

Posiadanie szeroko zakrojonych, ale realnych i mierzalnych planów dotyczących ograniczania i finalnie likwidacji własnego śladu węglowego, stało się już niemal obowiązkiem największych światowych marek, a w większości przypadków – podstawą ich działalności w sferze CSR. Globalną inicjatywą skupiającą duże międzynarodowe firmy jest RE100, uruchomiona przez organizację non-profit Climate Group we współpracy z CDP – podmiotami działającymi w ramach koalicji NGO-sów We Mean Business Coalition. Firmy, które są częścią RE100, muszą zadeklarować, że w określonej perspektywie czasowej energia przez nie wykorzystywana pochodzić będzie w całości z OZE. Strategia każdego z tych podmiotów musi zakładać co najmniej osiągnięcie pułapu wykorzystania „zielonej” energii w 60% w 2030 r., w 90% w 2040 r. i w 100% w 2050 r. Co więcej, aby stać się członkiem RE100, dana spółka musi mieć charakter międzynarodowy i zużywać przynajmniej 100 GWh energii elektrycznej rocznie. RE100 skupia obecnie ponad 240 takich firm. Do inicjatywy

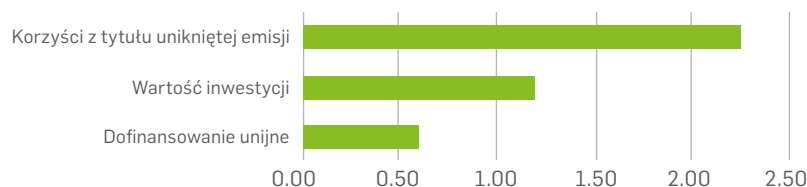
należą m.in. takie marki jak: 3M, Adobe, Apple, BMW Group, Coca-Cola, Danone, Dell, Deloitte, Facebook, Fujitsu, General Motors, Google, HP, Johnson&Johnson, Lego, Mastercard, Microsoft, Nestlé, Nike, PwC, PepsiCo, Siemens, Sony, Starbucks, Unilever, czy Visa. Co ciekawe, wśród nich znajduje się także Tokyu Corporation – duże prywatne japońskie przedsiębiorstwo kolejowe, zajmujące się także działalnością deweloperską i hotelarską, uruchamiające połączenia na obszarze tzw. Wielkiego Tokio (stolica Japonii oraz otaczające ją prefektury i regiony), będącego najbardziej zaludnionym obszarem metropolitalnym na świecie (ok. 38 mln mieszkańców). Już w marcu 2019 r. firma jako pierwsza w kraju zapewniła zasilanie linii lekkiej kolei elektrycznej (5-kilometrowa Setagaya Line z 10 przystankami) wygenerowane w 100 proc. z OZE. W tym celu użyła energii pochodzącej z wykorzystania źródeł geotermalnych i elektrowni wodnych²⁸.

Dodatkowo korzyść w omawianym kontekście stanowi również środki unijne możliwe do pozyskania na cele Programu. Zakładając utrzymanie wsparcia dla inwestycji w odnawialne źródła energii według zasad obowiązujących w perspektywie (do 85% wydatków kwalifikowalnych w ramach POIiŚ 2014-2020²⁹ dla projektów o większej mocy wytwórczej, o znaczeniu ponadregionalnym, zgodnie z zasadami udzielania pomocy publicznej, do 70% w ramach poszczególnych RPO³⁰), można założyć poziom dofinansowania dla projektów mających na celu

zwiększenie efektywności energetycznej i zwiększenia wykorzystania OZE równy 55%. Oznacza to, że przy przyjęciu odsetka kosztów kwalifikowalnych na poziomie 90% ok. 50% inwestycji w ramach Programu może zostać sfinansowane przy pomocy funduszy unijnych.

Zestawienie kosztów i korzyści dla gałęzi transportu kolejowego z tytułu wdrożenia Programu „Zielona Kolej” przedstawia wykres poniżej.

Zestawienie kosztów i korzyści Programu „Zielona Kolej”



Źródło: opracowanie własne

²⁶ PKP Energetyka, Program Zielonej Kolei..., op. cit.

²⁷ Jaspers, Niebieska księga, Sektor kolejowy, Infrastruktura kolejowa, Nowe wydanie 2014-2020, wrzesień 2015

²⁸ Train Service in Tokyo Powered Fully by Renewable Energy, nippon.com, 25 marca 2019.

²⁹ Szczegółowy opis osi priorytetowych Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020, Wersja 1.19.

³⁰ Dotacje unijne dla OZE z 16 Regionalnych Programów Operacyjnych, <https://www.gramwzielone.pl/trendy/17986/dotacje-unijne-dla-oze-z-16-regionalnych-programow-operacyjnych> [dostęp: 11.03.2021]

Oprócz korzyści wymienionych powyżej, wdrożenie Programu może przynieść wymierne korzyści przewoźnikom kolejowym. W długim okresie dalszy spadek kosztów wytwarzania energii z OZE może przełożyć się na ceny biletów kolejowych i usług przewozu towarów³⁰. Udział kosztów energii w całości kosztów przewozu pasażerskiego kształtuje się na poziomie 15-20%³¹, zaś w przypadku przewozu towarowego wynosi ok. 10-15%³². Znacznie niższe koszty produkcji energii mogą spowodować obniżkę cen usług przewozowych nawet o 10%. Tym samym dodatkowe przewozy pasażerów i towarów transportem kolejowym mogą pojawić się z pobudek ekonomicznych, które w przeciwieństwie do pobudek ekologicznych są mierzalne i możliwe do określenia nie tylko na poziomie deklaracyjnym.

Podstawową korzyść dla pasażerów i nadawców ładunków z tytułu wdrożenia Programu „Zielona Kolej”, oprócz omówionych powyżej potencjalnych obniżek cen usług przewozowych, stanowi natomiast samowystarczalność energetyczna, jaką będzie oferować transformacja w kierunku OZE. Budowa instalacji oznacza nie tylko ogra-

niczenie strat w procesie związanym z dystrybucją energii, lecz także bezobsługowość, niezawodność pracy i przewidywalność w produkcji energii. Ograniczenie awaryjności systemu energetycznego kolei przekłada się na punktualność pociągów pasażerskich i towarowych, a tym samym niesie za sobą oszczędności czasu. Już teraz, u progu wdrożenia Programu, PKP Energetyka podejmuje działania mające na celu stabilizację dostaw energii trakcyjnej³³.

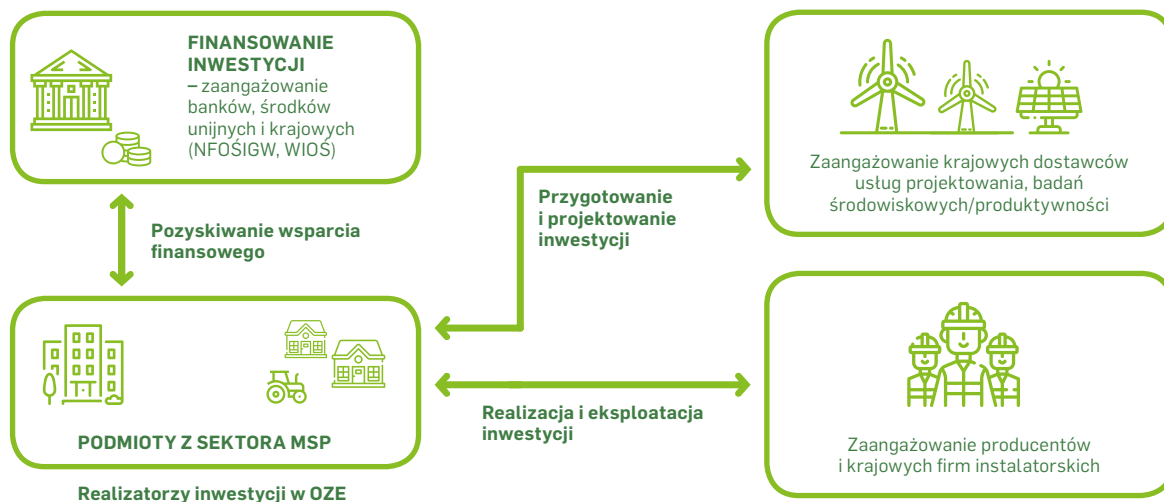
Podsumowując, wdrożenie Programu „Zielona Kolej” niesie za sobą szereg potencjalnych mierzalnych i niemierzalnych korzyści, które mogą być odczuwalne dla pasażerów i nadawców ładunków, przewoźników kolejowych, a przede wszystkim w skali gałęzi transportu kolejowego i całego sektora transportu. Jednocześnie, przewidywane korzyści w skali branży (w tym korzyści z tytułu ograniczenia emisji, dodatkowo wygenerowanego ruchu oraz pozyskania środków unijnych) przewyższają założone koszty inwestycji. Tym samym realizacja projektu zyskuje uzasadnienie.

Dodatkowe korzyści społeczno-ekonomiczne

Dodatkową korzyścią z tytułu wdrożenia Programu „Zielona Kolej” jest jego wdrożenie w formie tzw. przyjaznego modelu współpracy. Oznacza to oparcie programu o współpracę z podmiotami z sektora małych i średnich przedsiębiorstw, które przy zaangażowaniu rynkowych,

publicznych krajowych i unijnych środków finansowych będą na zlecenie budować instalacje odnawialnych źródeł energii. W proces zaangażowani byłiby także producenci urządzeń, krajowe firmy instalatorskie oraz dostawcy usług projektowania i badań, m.in. środowiskowych.

Schemat „przyjaznego modelu współpracy” przy realizacji projektu Zielona Kolej



Źródło: PKP Energetyka, Program Zielonej Kolei w drodze do „Zielonego Ładu”.

³⁰ PKP Energetyka, Strategia..., op. cit.

³¹ Oszacowano dla typowego zadania przewozowego w transporcie towarowym w 2019 r.

³² Oszacowano na podstawie sprawozdań finansowych przewoźników pasażerskich w 2018 r.

³³ PKP Energetyka: Poprawiliśmy stabilność dostaw energii, <https://www.rynek-kolejowy.pl/mobile/pkp-energetyka-poprawilismy-stabilnosc-dostaw-energii-95001.html> [dostęp: 11.03.2021]; PKP Energetyka, Wskaźniki przerw w zasilaniu, <https://www.pkpenergetyka.pl/Energia-dla-firm/Dystrybucja-energii/Wskazniki-przerw-w-zasilaniu> [dostęp: 11.03.2021]

Już teraz, pomimo braku wyraźnego wsparcia sektora MŚP w zakresie mikro- i małej energetyki odnawialnej, jest to segment, który dynamicznie rozwija się wśród przedsiębiorców³⁴. Potwierdzają to dane GUS³⁵, zgodnie z którymi struktura zużycia energii ze źródeł odnawialnych charakteryzuje się stosunkowo dużym udziałem (55%) odbiorców końcowych, a mniejszym jej wykorzystaniem na wsad przemian energetycznych, co obrazuje zainteresowanie wykorzystaniem instalacji OZE przez użytkowników indywidualnych (w tym przedsiębiorców). W szczególności dotyczy to cieszących się skokową popularnością instalacji fotowoltaicznych. Z uwagi na znaczny udział kosztów energii w strukturze kosztów przedsiębiorstwa, wielu przedsiębiorców jest gotowych optymalizować ponoszone przez siebie koszty, m.in. w ramach instalacji OZE. Jak wskazują autorzy opracowania, (...) *Od wprowadzenia w 2015 roku regulacji właściwych dla odnawialnych źródeł energii z roku na rok widoczny jest wzrost liczby i mocy mikroinstalacji OZE w całym systemie elektroenergetycznym, z których coraz więcej budują przedsiębiorcy*³⁶.

Rozwój mikroinstalacji ma kilka czynników stymulujących. Dla sektora MŚP są to przede wszystkim rosnące koszty energii i możliwość niwelowania skutków tych wzrostów przez *autokonsumpcję energii wytworzonej we własnej mikro czy małej instalacji OZE*³⁷. Na opłacalność inwestycji we własną instalację istotnie wpłynęło zniesienie we wrześniu 2018 r. przez Unię Europejską ceł zaporowych na chińskie panele³⁸, które przełożyło się na niższy koszt całkowity zakupu instalacji (panele stanowią 50% ceny elektrowni fotowoltaicznej)³⁹.

Bardziej atrakcyjną czynią inwestycję w elektrownię fotowoltaiczną również możliwości jej finansowania. O ile źródeł finansowania jest stosunkowo dużo, o tyle te dotychczas dostępne w ramach funduszy unijnych (Regionalne Programy Operacyjne czy POiŚ) oraz w ramach funduszy krajowych (NFOŚiGW) są obarczone formalnościami o wysokim stopniu skomplikowania i długim procesem. Spory obszar do zagospodarowania istnieje zatem w komercyjnym finansowaniu mikroinstalacji OZE wspartym np. poprzez gwarancje BGK. W tym kontekście warto podkreślić, że wsparcie systemowe Programu

„Zielona Kolej” ma szansę ograniczyć formalności i skanalizować sposób komunikacji z potencjalnymi beneficjentami wsparcia. Tym samym wykluczyłoby to główną barierę rozwoju OZE w Polsce, jaką są wysokie nakłady początkowe⁴⁰.

Wśród pozostałych barier dla rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce wymieniane są m.in. kwestia dostępności terenu pod inwestycję, warunki przyłączenia do sieci dystrybucyjnej, problem wyboru technologii czy trudności ze spełnieniem wymagań związanych z szeroko pojętą ochroną środowiska – uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach inwestycji⁴¹. Wszystkie te bariery zostaną zaadresowane przez PKP Energetyka jako podmiot integrujący proces, który ma bogate doświadczenie w funkcjonowaniu zarówno na rynku kolejowym, jak i energetycznym.

Mimo wymienionych wyżej barier rynek energii odnawialnej w Polsce rośnie. Przykładowo, dla mikroinstalacji fotowoltaicznych szacuje się, że na koniec 2019 r. wartość rynku przekroczyła 2,8 mld zł. Dla porównania, wartość instalacji powyżej 50 kW to niespełna 800 mln zł⁴². Zainteresowanie inwestorów, zarówno finansowych, jak i specjalistycznych funduszy, polskimi aktywami OZE utrzymuje się na wysokim poziomie⁴³. Polska jest obecnie zaliczana do pierwszej trójki lub czwórki najbardziej aktywnych rynków transakcyjnych OZE w Europie. Dodatkowo, sytuacja na rynkach po roku od wybuchu pandemii SARS-CoV-2 sprzyja tego typu inwestycjom, odpornym na spowolnienie gospodarcze, oferującym stabilne i satysfakcjonujące zwroty w dobie niskich stóp procentowych⁴⁴.

³⁴ K. Dziaduszyński, M. Tarka, K. Szydłowski, Rozwój odnawialnych źródeł energii w sektorze Mikro, Małych i Średnich Przedsiębiorstw, w tym możliwość zastosowania rozwiązań prosumenckich. Stan obecny i perspektywy rozwoju, 2018

³⁵ Główny Urząd Statystyczny, Energia ze źródeł odnawialnych w 2019 r., Warszawa 2020

³⁶ Ibidem.

³⁷ Ibidem.

³⁸ Commission decides not to extend trade defence measures on solar panels from China, <http://trade.ec.europa.eu/doclib/press/index.cfm?id=1904> [dostęp: 5.03.2021]

³⁹ K. Dziaduszyński, M. Tarka, K. Szydłowski, op. cit.

⁴⁰ EFL, Zielona energia w MŚP. Pod Lupą. Raport specjalny 2020

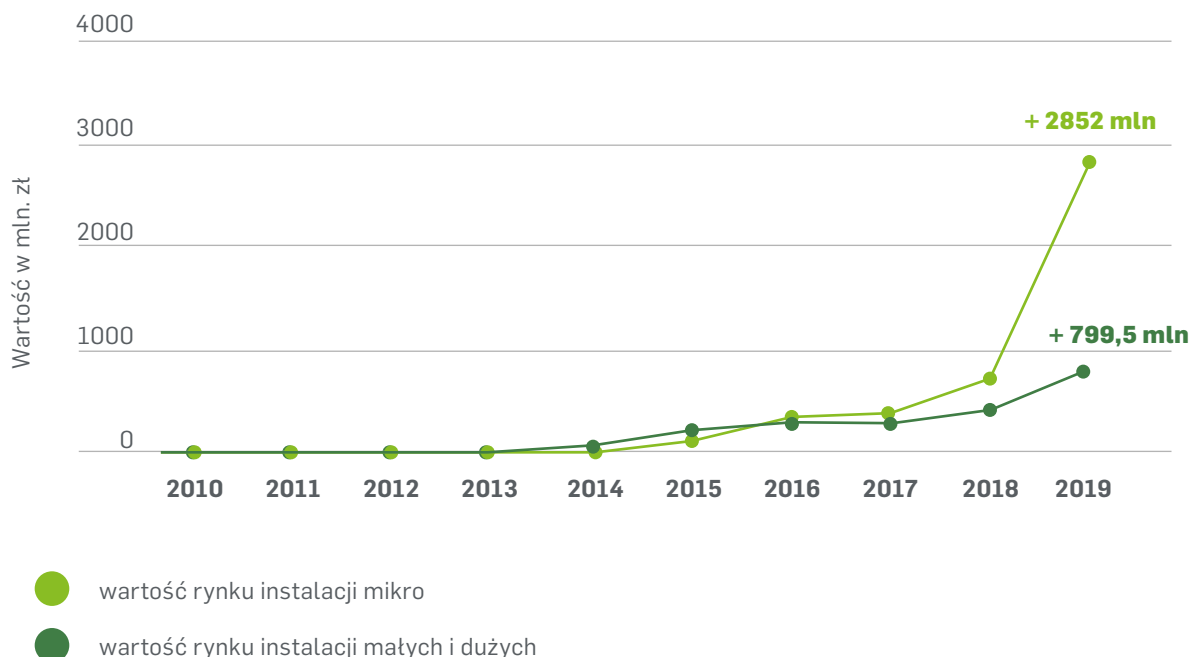
⁴¹ Urząd Regulacji Energetyki, Bariery rozwoju generacji małoskalowej – raport końcowy dla terenu Polski, 2013

⁴² Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej POLSKA PV, Rynek mikroinstalacji fotowoltaicznych POLSKA'19, http://polskapv.pl/wp-content/uploads/2020/05/Raport_PV_2019_SBF.pdf [dostęp: 9.03.2021]

⁴³ DNB: Polski rynek OZE szturmuje zagraniczni inwestorzy, <https://www.gramwzielone.pl/trendy/103788/dnb-polski-rynek-oze-szturmuje-zagraniczni-inwestorzy> [dostęp: 9.03.2021]

⁴⁴ Deloitte, Potencjał rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce, Warszawa 2020

Zestawienie wartości instalacji fotowoltaicznych mikro oraz małych i dużych



Źródło: SBF POLSKA PV we współpracy z GLOBEnergia

Rynek OZE okazał się bowiem stosunkowo odporny na skutki gospodarcze pandemii⁴⁵. Początkowo występowały typowe również dla innych branż opóźnienia w dostawach materiałów z zagranicy⁴⁶ oraz opóźnienia w samej budowie instalacji z powodu zakłóceń w łańcuchach dostaw, wprowadzenia wytycznych dotyczących zachowania dystansu społecznego i utrzymującej się niepewności politycznej⁴⁷. W skali globalnej przewidywano spowolnienie inwestycji w odnawialne źródła energii na poziomie kilkunastu procent (13% dla całego rynku OZE według IEA⁴⁸ oraz na poziomie 16% dla energii słonecznej według Bloomberg⁴⁹). Wkrótce jednak skorygowano prognozy. Okazało się, że światowy kryzys spowodowany pandemią spowalnia, ale nie zatrzymuje inwestycji w OZE. Wpływ pandemii na rynek OZE różnił się w zależności od kraju i technologii. W niektórych krajach pojawiły się procesy przyspieszania budowy instalacji w celu nadrobienia opóźnień⁵⁰.

Również w Polsce skutki pandemii SARS-CoV-2 okazały się mniej odczuwalne dla rynku OZE niż przewidywano⁵¹.

Jak wynika z najnowszych analiz Instytutu Energii Odnawialnej⁵², pomimo przejściowych trudności spowodowanych pandemią, przedsiębiorcy z branży fotowoltaicznej (szczególnie sprzyjającej rozwojowi Programu „Zielona Kolej”) planują dalszy rozwój w dłuższym horyzoncie czasowym. Wśród wskazywanych kierunków rozwoju znalazły się m.in. zwiększenie zdolności produkcyjnych, rozszerzenie działalności firmy czy pozyskanie środków zewnętrznych, a przede wszystkim zwiększenie zatrudnienia, co wskazało 90% respondentów.

⁴⁵ International Energy Agency, Renewables 2020, <https://www.iea.org/reports/renewables-2020> [dostęp: 9.03.2021]

⁴⁶ Branża OZE chce kontynuować inwestycje pomimo koronawirusa, <https://biznesalert.pl/oze-inwestycje-koronawirus-energetyka/> [dostęp: 9.03.2021]

⁴⁷ Pandemia dokucza OZE i transformacji energetycznej, <https://www.wnp.pl/energetyka/pandemia-dokucza-oze-i-transformacji-energetycznej,429090.html> [dostęp: 9.03.2021]

⁴⁸ International Energy Agency, World Energy Investment 2020, <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020> [dostęp: 9.03.2021]

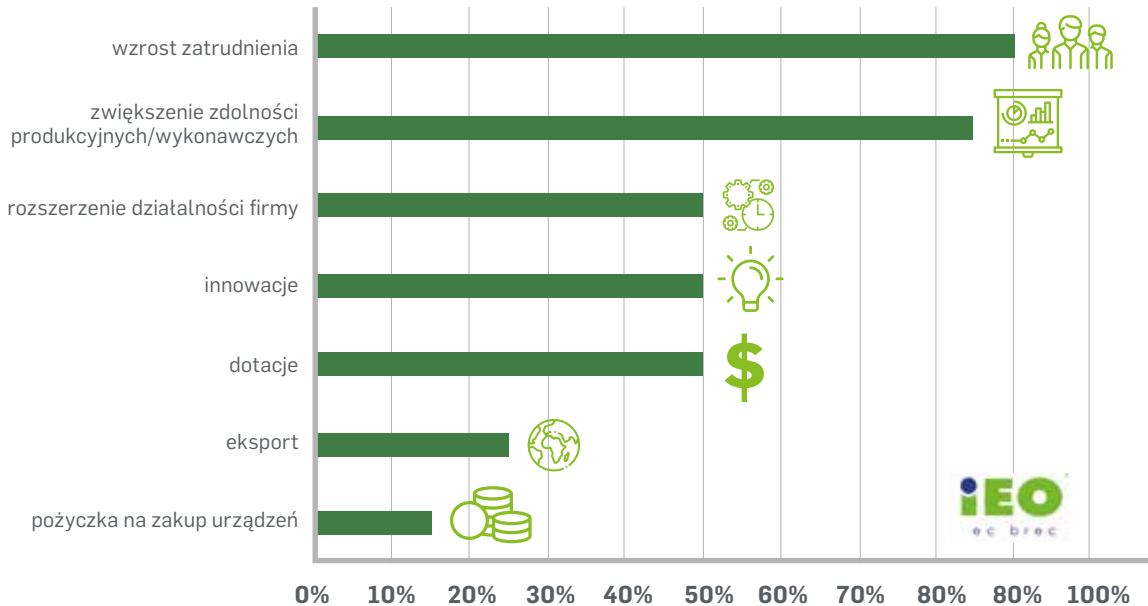
⁴⁹ BloombergNEF cuts global solar demand forecast on coronavirus concerns, <https://www.pv-tech.org/bloombergnef-cuts-global-solar-demand-forecast-on-coronavirus-concerns/> [dostęp: 9.03.2021]

⁵⁰ International Energy Agency, Renewables 2020, op. cit.

⁵¹ Jak COVID wpłynął na branżę OZE?, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/covid-19-oze-energia-odnawialna-8869.html> [dostęp: 9.03.2021]

⁵² Instytut Energetyki Odnawialnej, Rynek fotowoltaiki w Polsce, Edycja VIII, 2020

Obszary rozwoju średniookresowego firm biorących udział w badaniu rynku PV



Źródło: Instytut Energetyki Odnawialnej, Rynek fotowoltaiki w Polsce, Edycja VIII, 2020

Dodatkowo, doświadczenia krajów Europy Zachodniej wskazują, że energetyka odnawialna tworzy trwałe miejsca pracy, rozłożone równomiernie na obszarze całego kraju, a nie wyłącznie w centrach przemysłowych⁵³. Można zatem stwierdzić, że zwiększenie zatrudnienia jest naturalnym skutkiem inwestycji w odnawialne źródła energii. Wobec powyższego, jeżeli efektem inwestycji byłaby moc wytworzona na poziomie 1,8 GW⁵⁴, to przy założeniu współczynników zatrudnienia dla okresu 2020-2030⁵⁵ oznaczałoby to stworzenie ponad 16 tys. miejsc pracy przy instalacji nowych mocy oraz produkcji urządzeń fotowoltaicznych.

Zarówno zatrudnienie na potrzeby produkcji, montażu i obsługi nowych instalacji OZE, jak i same inwestycje (dokonywane na ich cele zakupy oraz przeprowadzane transakcje) generują wpływy do budżetu. Jeżeli zatem chodzi o dodatkowe środki, inwestycje w fotowoltaikę o wartości ok. 10 mld zł przyniosłyby skumulowane korzyści w postaci ponad 3 mld zł (w tym 2,3 mld zł z tytułu podatku VAT i 900 mln zł z tytułu podatku CIT⁵⁶) oraz ok. 25 mln zł rocznie z tytułu Funduszu Pracy⁵⁷ (w cenach bieżących).

Tym samym Program „Zielona Kolej” pozwoli na wygenerowanie wartości dodanej dla gospodarki kraju w postaci zwiększenia zatrudnienia w sektorze odnawialnych źródeł energii oraz wpływów do budżetu z tytułu podatków. Rynek odnawialnych źródeł energii okazał się być również odpornym na kryzys związany z wybuchem pandemii SARS-CoV-2, co w długim okresie może pomóc zniwelować jego negatywne skutki. Zaadresowanie barier w powstawaniu instalacji OZE na wczesnym etapie Programu może pomóc zrealizować inwestycje w założonej wartości docelowej, a co za tym idzie – zmaksymalizować omówione korzyści społeczno-ekonomiczne z tego tytułu.

⁵³ Ibidem.

⁵⁴ PKP Energetyka, Program Zielonej Kolei..., op. cit.

⁵⁵ Instytut Energetyki Odnawialnej, Polski przemysł produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej Aktualizacja bazy danych firm i ocena możliwości rozwoju branży do 2020 i do 2030 roku, Warszawa 2016, za: J. Rutovitz, S. Harris, Calculating global energy sector jobs: 2012 methodology, University of Technology, Sydney 2012, <http://cfsites1.uts.edu.au/find/isf/publications/rutovitzharris2012globalenergyjobsmethycalc.pdf> [dostęp: 9.03.2021]

⁵⁶ Przy założeniu stawki 23% VAT dla instalacji na budynkach niemieszkalnych i stawki 9% CIT.

⁵⁷ Przy założeniu przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w 2020 r. na poziomie 5411,45 zł.

Atmanirbhar – indyjski zielony megaplan

Plany budowy zielonej, zeroemisyjnej kolei to domena nie tylko wysokorozwiniętych gospodarek bogatego zachodu Europy. Pomysł wykorzystania energii z OZE do napędzania pociągów pojawił się także w Indiach. Tamtejsze koleje (Indian Railways, IR) funkcjonują jako agencja rządowa, która zarządza czwartą co do wielkości siecią kolejową na świecie (prawie 68 tys. km linii, z czego 71% jest zelektryfikowane – 25 kV 50 Hz AC). Jest to również jeden z największych pracodawców w skali globalnej, zatrudniając ok. 1,2 mln (!) osób, będący także największym konsumentem energii elektrycznej w Indiach. Zużywa 18 TWh rocznie (z czego 85% to energia trakcyjna), co stanowi ok. 2% całej krajowej konsumpcji energii elektrycznej⁵⁸. W połowie 2020 r. rząd indyjski ogłosił plan (nazywany tam megaplanem) przejścia IR na zasilanie z energii słonecznej i osiągnięcie stanu samowystarczalności (tzw. Atmanirbhar) energetycznej do 2030 r. Tamtejsze koleje są właścicielem ogromnych terenów (ok. 51 tys. hektarów), które mają zostać wykorzystane pod budowę elektrowni fotowoltaicznych. Ich łączna moc ma wynieść 20 GW, a powstanie tych instalacji ma stanowić impuls modernizacyjny dla gospodarki kraju, który niezwykle mocno ucierpiał z powodu pandemii koronawirusa. Dodatkowo, tereny z panelami słonecznymi mają być odgródzone i oddzielać w ten sposób linie kolejowe od osiedli. Dzięki temu ma poprawić się bezpieczeństwo jazdy, zwiększyć prędkości pociągów i zmniejszyć niebezpieczeństwo wtargnięcia osób postronnych na tory (co jest dużym problemem na indyjskich kolejach). Najbliższe plany mówią o budowie infrastruktury PV o łącznej mocy 5 GW do 2025 r. (3,9 GW pochodzić ma z elektrowni, a 1,1 GW – z instalacji fotowoltaicznych znajdujących się m.in. na dachach budynków kolejowych, dworców itd.)⁵⁹. Dodatkowo, do 2023 r. 100% linii kolejowych w Indiach ma zostać zelektryfikowana. Budowę elektrowni solarnych na rzecz kolei zajmuje się specjalnie do tego powołany podmiot – The Railway Energy Management Company (REMCL), w którym 49% udziałów posiadają IR, a pozostałe 51% – państwowa firma doradztwa inżynierskiego Rail India Technical and Economic Service Limited (RITES). REMCL inwestuje również w energetykę wiatrową – w 2020 r. zakończono budowę takich elektrowni o łącznej mocy 103 MW. W ciągu 2 lat powstaną kolejne obiekty (o mocy 200 MW) w stanach Tamilnadu, Gudźarat, Radźastan i Karnataka. Koleje Indyjskie prowadzą także inne „zielone” działania – modernizację taboru spalinowego (w tym wymianę lokomotyw dieslowskich na pojazdy hybrydowe – spalinowo-elektryczne), wprowadzanie energooszczędnego oświetlenia LED na dworcach i budynkach kolejowych, pozyskiwanie ekologicznych certyfikatów dla zakładów utrzymania taboru, czy montaż 244 tys. biotoalet w 69 tys. wykorzystywanych wagonach pasażerskich⁶⁰.

⁵⁸ Indian Railways – net zero carbon emitter by 2030, IBEF, 7 października 2020.

⁵⁹ A. Bhambhani, To Become Net Zero Carbon Emission Railway, Indian Railways Aims to Have 20 GW Solar Power Capacity Installed On Its Vacant Land By 2030, TaiyangNews, 31 sierpnia 2020.

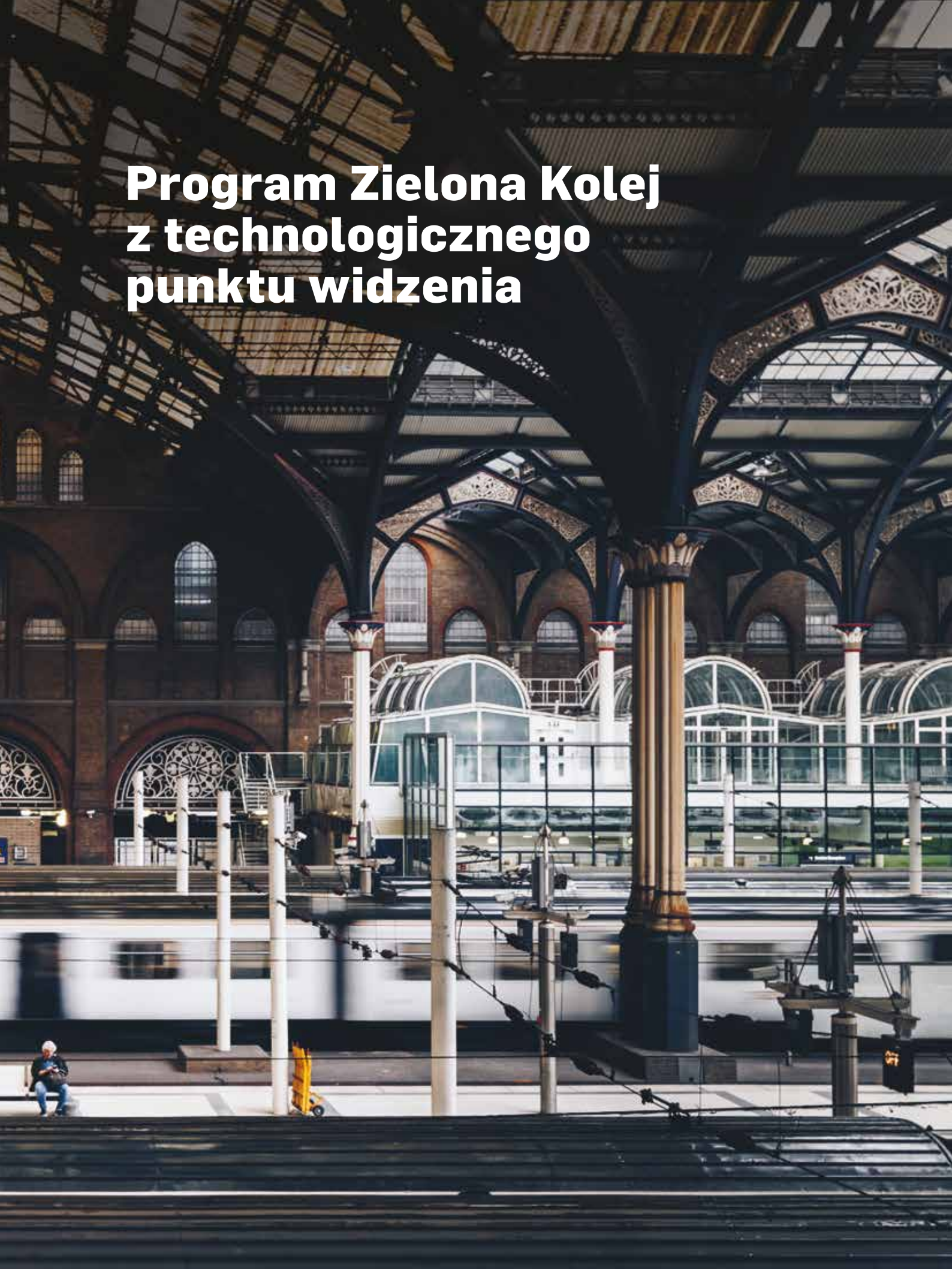
⁶⁰ Indian Railways to become Green Railway by 2030, ConstructionWeekOnline, 14 czerwca 2020.





Liverpool Street Station
w Londynie

Program Zielona Kolej z technologicznego punktu widzenia



Dr hab. inż. Krzysztof Perlicki

prof. ndzw. Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej

Zielona Kolej to połączenie godnego zaufania transportu kolejowego z technologiami proekologicznymi. Realizacja koncepcji Zielonej Kolei wymaga opracowania i wdrożenia do eksploatacji szeregu rozwiązań technicznych. Muszą one stanowić realną, pod względem technicznym i ekonomicznym, konkurencję względem tych już obecnie stosowanych. Do najważniejszych wyzwań, przed którymi obecnie stanęła ewolucja sektora kolejowego należy zaliczyć efektywną adaptację rozwiązań oferowanych przez współczesną teleinformatykę. Rozwój współczesnych systemów transportu kolejowego jest ściśle związany z wprowadzeniem do powszechnego użytku koncepcji Smart Grid i budowy na jej potrzeby niezawodnych magazynów energii. Współczesna kolej to kolej konkurencyjna względem innych środków transportu. Kolej może uzyskać przewagę przez skrócenie czasu trwania przewozu i obniżenie kosztów. Związane jest to z rozwojem technologii umożliwiających budowę kolei dużych szybkości. Tworzenie właściwej warunków dla kolei dużych prędkości wymaga rozwiązania wielu problemów, w szczególności w zakresie: konstrukcji pojazdów kolejowych, współdziałania pojazdu z torem i siecią trakcyjną, oddziaływania pojazdów na środowisko i modernizacji nawierzchni. Bardzo ważny jest również wybór paliwa napędzającego kolej. Duże nadzieje wiąże się z wodorem. Jednakże wyniki uzyskane z zakrojonych na olbrzymią skalę badań, na chwilę obecną, nie dały jednoznacznej odpowiedzi czy będzie to napęd przyszłości dla Zielonej Kolei.

TEZA: ZIELONA KOLEJ PRZYSPIESZY ROZWÓJ TECHNOLOGII

Systemy wykorzystane w Zielonej Kolei umożliwiające integrację i zarządzanie Smart Grid

Inteligentne sieci elektroenergetyczne, zwane *Smart Grid*, obejmują różnorodne działania i środki techniczne gwarantujące bezpieczne oraz optymalne pod względem technicznym i ekonomicznym wytwarzanie, magazynowanie, dystrybucję i zużycie energii elektrycznej. Upowszechnienie koncepcji inteligentnych sieci elektroenergetycznych jest niezbędne do stabilizacji pracy

systemów zasilania kolei oraz tworzenia nowoczesnego rynku energetycznego. Inteligentne sieci elektroenergetyczne zapewniają:

- 1) bezpieczeństwo energetyczne (dzięki eliminacji przerw w dostarczaniu energii energetycznej przy maksymalizacji efektywności jej dystrybucji),
- 2) minimalizację kosztów usług elektroenergetycznych,

- 3) zindywidualizowany poziom jakości dostarczanej energii elektrycznej,
- 4) rozwiniętą funkcjonalność usług świadczonych przez dostawcę na rzecz klienta (m.in. systemy inteligentnego opomiarowania AMI – *Advanced Metering Infrastructure*),
- 5) integrację rozproszonych źródeł energii i jej magazynów.

Budowa, funkcjonowanie i zarządzanie kolejowymi inteligentnymi sieciami elektroenergetycznymi różni się od innych tego typu rozwiązań. Wymagane jest tu uwzględnienie rozproszonego charakteru i złożoności infrastruktury linii kolejowych oraz dynamicznego i mobilnego charakteru transportu kolejowego. W inteligentnych sieciach elektroenergetycznych przeznaczonych dla Zielonej Kolei muszą być wykorzystane rozwiązania pozwalające na integrację zarządzania ruchem taboru kolejowego i jego zasilania energią elektryczną. Pod względem funkcjonalnym rozwiązania techniczne wykorzystane w Zielonej Kolei do integracji i zarządzania *Smart Gridem* można podzielić na trzy kategorie: inteligentne sterowanie ruchem kolejowym, inteligentna obsługa systemu zasilania i inteligentna interakcja z innymi systemami elektroenergetycznymi.

System sterowania ruchem kolejowym jest odpowiedzialny za zapewnienie bezpieczeństwa i optymalnego przepływu ruchu pociągów. Informacje z systemu sterowania ruchem pozwalają na realizację aktywnego zarządzania stroną popytową, będącą jedną z podstawowych funkcjonalności inteligentnych sieci elektroenergetycznych. Obniżenie kosztów zużycia energii wymaga dynamicznej adaptacji jej zużycia do wartości parametrów opisujących obciążenie linii kolejowych; i odwrotnie jest potrzebne dostosowanie charakterystyki ruchu kolejowego do bieżących możliwości systemu energetycznego. Poza sterowaniem ruchem kolejowym nie mniej ważna jest inteligentna obsługa innych elementów infrastruktury (oświetlenie, klimatyzacja itp.), których praca wymaga optymalizacji z punktu widzenia ich energochłonności. Systemy elektroenergetyczne przeznaczone do obsługi kolei muszą być przygotowane do czasowo-przestrzennej zmienności obciążenia. Zmienna dynamika pracy pociągów powoduje, że obciążenie sieci może zmieniać się w zakresie kilku MW w ciągu kilkunastu sekund. Natomiast sam sposób funkcjonowania pociągów może być dodatkowym źródłem pozyskiwania energii (rekuperacja). Wykorzystanie rekuperacji wymaga wdrożenia rozwiązań przeznaczonych do pobierania dostarczonej do sieci trakcyjnej energii z hamowania pociągów. Optymalizacja tego procesu wymaga uwzględnienia natężenia i okresowości ruchu, odstępów pomiędzy pociągami i poziomu napięcia w sieci trakcyjnej. To może być realizowane tylko za pomocą systemów

teleinformatycznych i analizy zbieranych danych. Warto zwrócić uwagę na to, że kolejowa sieć energetyczna korzysta z lokalnych sieci elektroenergetycznych o różnicowanej jakości.

Zapewnienie niezawodnego zasilania przemieszczającego się taboru kolejowego wymaga elastycznego sterowania zasobami energetycznymi (w tym i magazynami energii) przy użyciu zaawansowanych rozwiązań z obszaru energoelektroniki i teleinformatyki. Współpraca z innymi systemami elektroenergetycznymi powinna opierać się na: autonomicznych i inteligentnych stacjach elektroenergetycznych, systemach dynamicznie rekonfigurowalnych (samonaprawialnych), adaptacyjnej i zdecentralizowanej ochronie zabezpieczeniowej, modelowaniu parametrów energetycznych w czasie rzeczywistym oraz całej rodzinie przewodowych i bezprzewodowych systemów transmisji danych.

Wdrożenie koncepcji *Smart Grid* w ramach Zielonej Kolei jest inherentnie związane z wykorzystaniem najbardziej zaawansowanych, pod względem technicznym i technologicznym, rozwiązań teleinformatycznych. Systemy wymiany informacji, jej gromadzenia i przetwarzania oraz systemy sterowania wybranymi elementami infrastruktury elektroenergetycznej powinny charakteryzować się odpowiednią jakością działania pod względem niezawodności i bezpieczeństwa. Powinny to być rozwiązania techniczne godne zaufania (*trust*). Należy to rozumieć w ten sposób, że na etapie projektowania, budowy i utrzymania, filarami ich funkcjonowania jest odporność na awarie, bezpieczeństwo techniczne (cyberbezpieczeństwo) i bezpieczeństwo proceduralne (ang. *resilience, cybersecurity, safety*). Godna zaufania musi być fizyczna infrastruktura teleinformatyczna oraz sama informacja. W przypadku fizycznej infrastruktury teleinformatycznej wymaga to wdrożenia właściwych systemów jej monitorowania i zarządzania. Poza znanymi z telekomunikacji metodami z obszaru monitorowania i zarządzania zasobami telekomunikacyjnymi, należy zadbać o monitorowanie wszystkich zasobów infrastruktury Zielonej Kolei (np. elementów drogi kolejowej, systemów sterowania i zasilania) z wykorzystaniem sieci czujnikowych z rodziny IoT (ang. *Internet of Things*). W odniesieniu do informacji wymagana jest implementacja narzędzi programistycznych do analizy cyberzagrożeń, anomalii pracy systemów czy też jakości informacyjnej pozyskiwanych danych. Należy wdrażać analityczne narzędzia informatyczne z obszaru *Data Science*. Zaawansowane metody analizy zebranych danych oparte na uczeniu maszynowym pozwalają na stworzenie wielu użytecznych narzędzi. Po pierwsze, na tworzenie profili okresowego zachowania klientów w postaci ich czasowego zapotrzebowania na energię. Po

drugie, na tworzenie charakterystyk czasowych produkcji energii; w tym i odnawialnej. Umożliwia to optymalizację i predykcję procesu zakupu, magazynowania i sprzedaży energii. Ważną sprawą w kontekście inteligentnej infrastruktury na rynku energii elektrycznej są rozwiązania inteligentnych kontraktów typu *blockchain*, będące

najbezpieczniejszą obecnie formą przechowywania danych. Nałożenie godnej zaufania struktury teleinformatycznej na strukturę dystrybucji zielonej energii pozwoli na budowę Zielonej Kolei godnej zaufania – *Trustworthy Green Railway*.

Technologia w służbie Zielonej Kolei

Podstawą Zielonej Kolei powinien być nowoczesny i zintegrowany ekosystem dystrybucji energii, gwarantujący jakość i bezpieczeństwo dostaw oraz możliwość wdrażania dalszych, innowacyjnych rozwiązań transformujących polską energetykę kolejową. Infrastruktura umożliwiająca zasilanie sieci trakcyjnej w Polsce to blisko 600 tys. obiektów i elementów instalacji w tym m.in. ponad 20 tys. km linii energetycznych zasilających 814 podstacji trakcyjnych i 6213 pozostałych stacji energetycznych i 9000 transformatorów. PKP Energetyka przeprowadziła w ostatnich trzech latach cyfrową transformację tej kompleksowej sieci, dzięki czemu jest ona gotowa na zarządzanie rozproszoną, niestabilną energią z OZE. Jest zatem gotową podstawą do wdrożenia programu Zielona Kolej. Majątek sieciowy i jego cyfrowa mapa, architektura IT, zarządzanie ruchem na sieci oraz metodyczne planowanie zasobów technicznych i ludzkich to cztery warstwy **Inteligentnego, Zintegrowanego Systemu Zarządzania Dystrybucją Energii dla Kolei**. Są one ze sobą powiązane i ściśle współpracują, zapewniając z jednej strony stabilność, a z drugiej otwartość na włączanie do niego nowych elementów technologicznych np. magazynów energii czy systemów bilansowania. Bazę systemu stanowi **cyfrowa mapa** fizycznych elementów infrastruktury (pierwsza warstwa): każdego kilometra linii energetycznych, każdego elementu stacji i podstacji, rozdzielni, transformatora itd. Korzystają z niej m.in. dyspozytorzy oraz brygady jadące do awarii sieci dystrybucyjnej (warstwa czwarta). Zdalny dostęp do informacji o infrastrukturze otworzył możliwości przeprojektowania **architektury informatycznej** (druga warstwa). Zmodernizowano centra przetwarzania zarówno systemów IT, jak i SCADA oraz OT (elektronika służąca do przelączania czy wyłączania elementów sieci). W zakresie IT stworzono nowoczesne Data Center oparte na technologiach wirtualnych i zbudowano środowisko, w którym można w dowolny sposób kreować nowe, wirtualne serwery. **SCADA** to centralne rozwiązanie warstwy trzeciej, które stale obserwuje i steruje siecią dystrybucyjną.

Kompleksowy zestaw czujników wbudowany w urządzenia energetyczne w czasie rzeczywistym przekazuje strumień informacji do powiązanych systemów, m.in. ZMS (warstwa pierwsza) czy PLANER (warstwa czwarta). To faktyczny element tzw. Internetu Rzeczy – IoT. SCADA to m.in. automatyczna rekonfiguracja sieci po wystąpieniu nieoczekiwanego zdarzenia (FDIR), a także wyizolowanie uszkodzonych elementów infrastruktury (gotowej na przyjazd brygady naprawczej), podpowiedzi scenariuszy rekonfiguracji dla dyspozytorów, moduły analityczne i algorytmy sterujące dla zapewniania jakościowych dostawy energii oraz zaawansowane schematy obliczeniowe do optymalizacji pracy sieci. Wreszcie, funkcjonowanie trzech warstw systemu pozwala na sprawną realizację czwartej, czyli prac wykonywanych na sieci. Wdrożone usprawnienia realnie obniżyły liczbę awarii, do których jeżdżą pracownicy PKP Energetyka, i sprawiły, że mogą oni bardziej planowo i systematycznie podchodzić do utrzymania całego systemu. Transformacja umożliwia też sprawniejsze reagowanie na awarie i dokładnie w miejscach, w których występują. Data ona też podstawą do pracy nad innowacyjnymi rozwiązaniami, które są w stanie przewidzieć awarię, zanim ona wystąpi (tzw. predictive maintenance). Skumulowany efekt rozwinięcia czterowarstwowego systemu to: mniejsze przerwy w zasilaniu, szybszy czas usuwania awarii, większa przewidywalność rozkładu jazdy pociągów i komfort pasażerów. Branża kolejowa może się pochwalić najbardziej nowoczesną siecią dystrybucyjną w Polsce i Europie. Będzie ona podstawą do wdrażania kolejnych rozwiązań innowacyjnych (np. systemu No-Frost zapobiegającego obładaniu sieci trakcyjnej). Przede wszystkim jednak jest podstawą do przejścia kolei na zieloną energię w sposób bezpieczny i niezawodny oraz do nadbudowywania kolejnych rozwiązań - od różnego typu magazynów energii poprzez zbieranie i wykorzystywanie „zielonych” danych aż po integrację z systemami MaaS.

Technologie umożliwiające modernizację trakcji kolejowej na całej jej długości i zwiększenie osiągniętej prędkości

Zwiększenie osiągniętej prędkości przez pociągi, czyli wprowadzenie kolei dużych prędkości, stanowi podstawowy sposób zwiększania konkurencyjności transportu kolejowego. Wdrożenie kolei dużych prędkości wpływa stymulująco na rozwój gospodarczy miast i całych regionów włączanych do nowoczesnej struktury kolejowej sieci transportowej. Koleje dużych prędkości zwiększają spójność gospodarczą i polityczną państwa oraz wzmacniają jego pozycję międzynarodową poprzez włączenie go do sieci międzynarodowych szybkich połączeń kolejowych.

Warto podkreślić, że zgodnie z polityką Unii Europejskiej, docelowym modelem transportowym jest właśnie kolej dużych prędkości. W ciągu najbliższych lat przewozy takimi pociągami wzrosną w Europie o 170%. Do roku 2025 długość europejskich linii kolejowych do nich dostosowanych wzrośnie trzykrotnie (do 18 tys. km), przy tempie ich budowy wynoszącym około 670 km rocznie¹.

Tworzenie właściwej infrastruktury wymaga rozwiązania wielu problemów natury technologicznej i technicznej, w szczególności w zakresie: konstrukcji pojazdów kolejowych, współdziałania pojazdu z torem i siecią trakcyjną, oddziaływania pojazdów na środowisko i modernizacji nawierzchni. W procesie budowy nowej infrastruktury trakcyjnej i podczas modernizacji już istniejącej, można wyróżnić wspólne obszary techniczne, które mają bezpośrednie przełożenie na możliwości wdrożenia kolei dużych prędkości. Do tych kluczowych obszarów technicznych zaliczamy: drogę kolejową, systemy sterowania i systemy zasilania.

Podczas projektowania i (prze)budowy drogi kolejowej należy brać pod uwagę szereg jej parametrów, takich jak: skrajnię kinematyczną, dynamiczne zachowanie się składu pociągu (min. współpraca koła z szyną), siły dynamiczne wywierane na konstrukcję nawierzchni i podtorze, wpływ zjawisk aerodynamicznych na otoczenie (zmiany ciśnienia, hałas, poziom drgań gruntu). W przypadku kolei dużych prędkości odstęp między torami jest zwiększony, w celu zmniejszenia tzw. szarpnięć spowodowanych przez gwałtowne zmiany ciśnienia, które są wywołane przez mijające się skład. Tory układane są precyzyjniej, niż w przypadku normalnych linii kolejowych (mniejsze tolerancje wykonawcze), dodatkowo zwiększona jest grubość podsypki. Coraz

częściej jednak stosuje się i nawierzchnie niekonwencjonalne, bezpodsypkowe, których konstrukcja oparta jest na sztywnej podbudowie, najczęściej wykonanej w postaci zbrojonej płyty betonowej. Strunobetonowe podkłady są umieszczane w mniejszych odstępach niż w tradycyjnych konstrukcjach. Dla pojazdów szynowych poruszających się z dużymi prędkościami krytyczne są parametry torowiska. Należy zapewnić przechył toru na poziomie 160 mm, promień łuku poziomego 6 000 m (przy prędkości do 350 km/h), pochylenie podłużne wynoszące 15‰, promień łuku pionowego 25 000 m i szerokość międzytorza na poziomie 4,75 m². Utrzymanie takich parametrów wymaga odpowiedniego projektowania, budowy i eksploatacji elementów składowych drogi kolejowej. Przy dużych prędkościach zwiększa się długość drogi hamowania oraz maleje czytelność wskazań sygnalizatorów przytorowych. W takich warunkach sterowanie pracą pojazdów kolejowych odbywać się może jedynie według wskazań urządzeń pokładowych systemu kontroli prowadzenia pociągu, czyli przy wykorzystaniu sygnalizacji kabinowej. W chwili obecnej do tego celu jest wykorzystywany Europejski System Sterowania Pociągami (ang. ETCS – *European Train Control System*); będący systemem kontroli jazdy pociągu w oparciu o transmisję informacji w relacji tor-pociąg. System ETCS stanowi nakładkę na systemy liniowe i stacyjne. Systemy liniowe kontrolują poprawność sekwencji przemieszczania się pojazdów między stacjami. Natomiast systemy stacyjne sterują przemieszczaniem się pojazdów w obszarze pojedynczej stacji. Do głównych zadań systemu ETCS należy zaliczyć kontrolę prędkości i lokalizację miejsca końca zezwolenia na jazdę. Wyposażenie systemu ETCS dzieli się na urządzenia pokładowe pojazdu kolejowego i wyposażenie toru kolejowego. Pierwszy z nich to systemy teleinformatyczne odbierające, gromadzące i analizujące dane pochodzące z monitorowania stanu infrastruktury kolejowej. W przypadku wyposażenia toru kolejowego liczba i rodzaj urządzeń jest zależna od poziomu złożoności technicznej systemu ETCS. Mamy trzy takie poziomy. Poziom pierwszy (ETCS1) jest poziomem podstawowym rodziny systemu ERTMS (ang. *European Rail Traffic Management System*). Zapewnia on punkt wyjścia dla rozbudowy urządzeń pokładowych i przytorowych wyższych poziomów czyli ETCS2 i ETCS3. W przypadku tego systemu podstawowymi urządzeniami są balisy przekazujące informacje z systemów liniowych i stacyjnych do pojazdu kolejowego.

¹ Raport z projektu Unii Europejskiej: Program budowy linii dużych prędkości w Polsce. Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne. PKP PLK S.A. Biuro Linii Dużych Prędkości, Warszawa, 2010.

² High speed rail. Fast track to sustainable mobility. International Union of Railways, Paryż 2012.

W systemie ETCS2 dodatkowo infrastruktura jest uzupełniona przez centrum sterowania radiowego (ang. RBC – *Radio Block Centre*) i system łączności GSM-R. Centrum sterowania radiowego zbiera informacje z systemu liniowego i stacyjnego oraz urządzeń pokładowych pojazdów wyposażonych w Euroradio. Po obróbce zebranych danych są one przekazywane do pojazdu kolejowego za pośrednictwem systemu łączności GSM-R pracującego w paśmie 900 MHz. W systemie ETCS3 przewiduje się zastosowanie systemu GPS do lokalizacji położenia pociągu, wyznaczanie wolnego odstępu przed czołem pociągu w oparciu o RBC oraz kontrolę ciągłości składu. Wymaga to wyposażenia infrastruktury kolejowej w dodatkowe urządzenia monitorujące oraz gromadzące, przetwarzające i analizujące dane. W systemach ETCS3 przewiduje się zastąpienie sygnalizatorów świetlnych i urządzeń do stwierdzania zajętości toru rozwiązaniami z rodziny IoT.

Wybór systemu zasilania w znaczącym stopniu zależy od przewidywanych prędkości rozwijanych przez pociągi. Systemy 3 kV prądu stałego pozwalają na zasilanie pojazdów o prędkości do ok. 250 km/h. System zasilania prądu stałego z powodu spadków napięć w sieci i wprowadzania wyższych harmonicznych prądu do sieci zasilającej wymusza zwiększenie gęstości rozmieszczenia podstacji zasilanych z punktów o wysokim napięciu. Takie systemy charakteryzują się niskimi zdolnościami przesyłowymi. Systemy prądu zmiennego 25 kV, 2x25kV i 50 kV 50 Hz pozwalają na obsługę kolei o prędkościach 300–350 km/h³. Wymagają jednak kosztownego przyłączenia do linii wysokich napięć za pośrednictwem wydzielonych linii. Podobne prędkości można uzyskać przy wykorzystaniu systemu zasilania o obniżonej częstotliwości 15 kV 16 2/3 Hz; ich wdrożenie wymusza budowę wydzielonej sieci zasilającej. Kolej dużych prędkości wymagają zastosowania skrajnie niezawodnych systemów zasilania. Powinny one charakteryzować się wysoką odpornością, rozumianą jako zdolność do ograniczenia, tak wielkości, jak i czasu

trwania niekorzystnych zmian w jej funkcjonowaniu; spowodowanych czynnikami zewnętrznymi i zmiennością zapotrzebowania na energię. Zapewnienie właściwej odporności wymaga wprowadzenia rozwiązań teleinformatycznych np. systemów SCADA (ang. *Supervisory Control And Data Acquisition*).

Systemy zasilania kolei dużych prędkości powinny stanowić część inteligentnych systemów sieci elektroenergetycznych z uwzględnieniem specyfiki transportu kolejowego. Należy jeszcze raz podkreślić, że postęp w zakresie kolei dużych prędkości jest wynikiem równoczesnego rozwoju w zakresie doskonalenia konstrukcji pojazdów, wprowadzenia pociągów zespolonych, doskonalenia infrastruktury kolejowej, unowocześnienia systemów kontroli, systemów zasilania i bezpieczeństwa ruchu pociągów oraz optymalnej organizacji ruchu pociągów. Najnowsze rozwiązania techniczne obejmujące teletransmisję szerokopasmową, IoT, Big Data, Cloud Computing, uczenie maszynowe, przetwarzanie obrazów, rzeczywistość rozszerzoną i wirtualną, sztuczną inteligencję czy systemy kognitywne wzbogacają funkcjonalność szeroko rozumianej infrastruktury kolejowej. Dalszy postęp w zwiększaniu prędkości pojazdów kolejowych wymusza rozwiązanie szeregu problemów technicznych. Należy pamiętać o tym, że wraz ze wzrostem prędkości wzrasta poziom szumu. Zużycie energii pociągu jest wprost proporcjonalne do kwadratu jego prędkości. Przy wzroście prędkości pociągu od 350 km/h do 420 km/h poziom szumu podnosi się o ok. 3 dB, a zużycie energii o 44%⁴. W celu rozwiązania tych problemów należy położyć duży nacisk na aktywność badawczo-rozwojową w zakresie: konstrukcji torowisk o zwiększonej elastyczności i generujących mniejsze drgania, konstrukcji ekranów dźwiękochłonnych w celu minimalizacji negatywnego wpływu przejeżdżających pociągów na środowisko naturalne, konstrukcji pociągów optymalizowanej pod kątem zużycia energii, bezpieczeństwa i komfortu pasażera.

(Bez)konkurencyjna kolej

Przykłady wygranej przez kolej rywalizacji z transportem lotniczym na krótkich i średnich dystansach można mnożyć. W 2007 r. uruchomiono połączenie kolejami dużych prędkości pomiędzy Paryżem i Strasburgiem. Rok później liczba pasażerów linii lotniczych latających pomiędzy oboma miastami zmniejszyła się z 2 mln do niemal 1 mln osób rocznie. W efekcie w 2012 r.

zlikwidowano lotnicze połączenie między Strasburgiem a portem lotniczym Paryż-Roissy-Charles de Gaulle. Gdy 4 lata później ukończono inwestycję kolejową, która sprawiła, że czas przejazdu między oboma ośrodkami miejskimi skrócił się do 1 godz. 50 minut, znikły także loty ze Strasburga do podparyskiego lotniska Orly. Zbliżona sytuacja miała miejsce, jeśli brać pod

³ A. Szeląg, L. Mierzejewski: Systemy zasilania linii kolejowych dużych prędkości jazdy, *Technika Transportu Szynowego*, str. 80–90, nr 5–6, 2005.

⁴ Chung-fang Lu: A discussion on technologies for improving the operational speed of high-speed railway networks. *Transportation Safety and Environment*, Vol. 1, No. 1, pp. 22–36, 2019.

uwagę podróże pomiędzy Paryżem a Londynem. Przez wiele lat loty łączące obie stolice były oblegane przez pasażerów. W 1994 r. skorzystało z nich ponad 4 mln osób i było to jedno z najpopularniejszych połączeń na świecie. Jednak, po uruchomieniu przejazdów pociągami kolei dużych prędkości przez Kanał La Manche (prędkość 160 km/h w Eurotunelu i do 300 km/h na liniach LGV i High Speed 1), liczba pasażerów samolotów spadła o niemal połowę. Obecnie trasa lotnicza z Londynu do Paryża nie należy nawet do dwudziestki najpopularniejszych globalnie. Co więcej, wykorzystanie kolei umożliwiło roczną redukcję emisji 750 tys. ton CO₂ (co oznacza zaoszczędzenie środowisku naturalnemu 60 tys. lotów)⁵.

To, jak ogromny jest potencjał kolei dużych prędkości, mogą zaprezentować także dane z Włoch. W latach 2008-2018, w miarę budowy sieci takich połączeń, liczba pasażerów z nich korzystających zwiększyła się z 6,5 do aż 40 mln. Pomiędzy samym Rzymem a Mediolanem odsetek osób korzystających z podróży koleją wzrósł z 38% w 2009 r. do ponad 70% w 2017 r. Podobnie było w przypadku połączenia Berlina i Monachium. Po uruchomieniu linii dużych prędkości, czas przejazdu pociągiem pomiędzy oboma miastami skrócił się z 6 do 4 godzin. Jak na taką zmianę zareagowali pasażerowie? Ich liczba zwiększyła się o... 200%⁶.

Opis systemów magazynowania energii dla Zielonej Kolei

Szereg problemów związanych z techniczno-ekonomiczną optymalizacją funkcjonowania inteligentnych, kolejowych sieci elektroenergetycznych wykorzystujących odnawialne źródła energii może być rozwiązanych przez magazyny energii. Magazyny energii (zwane również zasobnikami) pozwalają na łagodzenie zmienności generacji ze źródeł odnawialnych, gromadzenie nadmiaru energii w dolinach zapotrzebowania i oddawanie energii w szczycie zapotrzebowania.

Magazyny energii w nowoczesnym kolejnictwie mogą być stosowane jako zasobniki sieciowe i pojazdowe; w tym drugim przypadku podstawową rolę odgrywa ciężar i wymiary magazynu. Obecnie jako podstawowe magazyny energii dla systemów energetycznych związanych z koleją, są proponowane następujące rozwiązania techniczne: wirujące koła zamachowe (ang. flywheel), superkondensatory (ang. EDLC – *Electric Double-Layer Capacitor*), ogniwa paliwowe (ang. fuel cell), nadprzewodzące zasobniki magnetyczne (ang. SMES – *Superconducting Magnetic Energy Storage*) i cała gama odmian ogniw elektrochemicznych, czyli akumulatorów. Każde z tych rozwiązań technicznych różni się pod względem budowy i wykorzystywanego zjawiska fizycznego; posiada swoje zalety i wady w kontekście ich użycia w infrastrukturze kolejowej.

W przypadku wirującego koła zamachowego energia jest magazynowana w postaci energii kinetycznej masy wirującego elementu. Wartość gromadzonej energii wzrasta wraz z kwadratem prędkości kątowej wirowania. Prędkość wirowania jest ograniczona wytrzymałością stosowanego materiału do budowy koła.

Superkondensatory, określane jako ultrakondensatory, są kondensatorami elektrolitycznymi gromadzącymi energię w polu elektrycznym. Ich zasada działania opiera się na gromadzeniu ładunków elektrycznych w obrębie podwójnej warstwy elektrycznej, która powstaje na granicy ośrodków elektroda – elektrolit.

Ogniwa paliwowe to urządzenia, które energię chemiczną paliwa i utleniacza zamieniają bezpośrednio w energię elektryczną. Wszystkie rodzaje ogniw paliwowych, w przeciwieństwie do tradycyjnych metod, generują elektryczność bez spalania paliwa i utleniacza. Większość obecnie stosowanych ogniw paliwowych do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje wodór (ang. HFC – *Hydrogen Fuel Cell*).

Nadprzewodzące zasobniki magnetyczne magazynują energię w polu magnetycznym cewki, wykonanej ze specjalnych stopów. Przez ochłodzenie przewodów do temperatury minus 269°C oporność materiału na przepływ prądu zanika, umożliwiając przewodzenie bardzo wysokich wartości prądu bez straty energii.

Ogniwa elektrochemiczne gromadzą energię elektryczną w postaci chemicznej. W ogólności dzielą się na pierwotne czyli baterie i wtórne czyli akumulatory. Ogniwa wtórne ze względu na ich ładowalność są wykorzystywane w systemach magazynowania energii. W zależności od budowy elektrod i składu elektrolitu wyróżnić można akumulatory: kwasowo-ołowiowe, niklowo-kadmowe (Ni-Cd), niklowo-metalowo-hybrydowe (NI-MH), sodowo-siarkowe (NaS), na bazie chlorku sodowo-niklowego (ZEBRA), litowo-jonowe (Li-ion) i przepływowo wanadowe Redox

⁵ Delivering for Kent: The Economic Impact of HS1, Steer, wrzesień 2019.

⁶ M. van Gompel, 'Berlin-Munich connection a good example for fast Berlin-Amsterdam service', RailTech.com, 6 lutego 2019.

(ang. VRF – Vanadium Redox Flow). W tabeli poniżej przedstawiono podstawowe parametry magazynów energii

najczęściej wykorzystywanych w systemach dedykowanych dla kolei.

Technika	Sprawność cyklu [%]	Czas życia [lata]	Gęstość energii [Wh/L]	Gęstość mocy [W/L]
Koło zamachowe	90-95	20	20-80	1000-2000
Superkondensatory	90-97	10-30	10-30	>100000
Akumulatory kwasowo-ołowiowe	80-90	5-15	50-90	10-400
Akumulatory Ni-Cd	60-83	15-20	60-150	75-700
Akumulatory Ni-NH	65-70	15-20	190-490	500-3000
Akumulatory NaS	75-90	10-20	150-250	140-180
Akumulatory ZEBRA	90	10-20	150-180	220-300
Akumulatory litowo-jonowe	90-98	8-15	400-650	1500-10000
Akumulatory VRF	75-80	10-20	25-35	<2
Ogniwa HFC	20-50	5-15	500-3000	>500
Nadprzewodzące zasobniki magnetyczne	94-97	>20	0,2-2,5	1000-4000

Źródło: Xuan Liu, Kang Liu, Energy storage devices in electrified railway systems: A review. Transportation Safety and Environment, Vol. 2, No. 3, pp. 183-201, 2020

Z punktu widzenia zastosowania magazynów energii dla Zielonej Kolei, do ich najważniejszych parametrów należy zaliczyć gęstość energii i mocy, czyli ilość dostępnej energii i maksymalnej mocy przypadającej na jednostkę objętości. Te parametry mają szczególnie duże znaczenie w przypadku rozwiązań mobilnych, gdzie rozmiar magazynu energii odgrywa kluczową rolę. Pod względem gęstości energii wyróżniają się akumulatory (szczególnie Ni-MH i litowo-jonowe) oraz wodorowe ogniwa paliwowe (HFC). W przypadku gęstości mocy na plan pierwszy wysuwają się superkondensatory i akumulatory litowo-jonowe. Drugim ważnym kryterium wyboru magazynu energii jest sprawność magazynowania energii. Należy się liczyć z tym, że proces magazynowania i rozładowania energii obarczony jest stratami na poziomie zależnym od konkretnego rozwiązania technicznego. Największą sprawnością charakteryzują się superkondensatory, akumulatory litowo-jonowe i nadprzewodzące zasobniki magnetyczne.

Kolejnym kluczowym parametrem jest czas życia rozwiązania. Całkowity koszt magazynu energii jest pochodną początkowych kosztów inwestycyjnych magazynu i przewidywanym czasem jego eksploatacji. Tu bezkonkurencyjne są superkondensatory, akumulatory litowo-jonowe i nadprzewodzące zasobniki magnetyczne.

Z punktu widzenia komercjalizacji magazynów energii ważny jest ich koszt. Zbyt wysoki pociąga za sobą długi

czas zwrotu poniesionych inwestycji. Z tego powodu nie wszystkie rozwiązania atrakcyjne pod względem technicznym, na obecnym etapie ich rozwoju nadają się do praktycznego zastosowania. Najniższym tzw. kosztem energii charakteryzują się ogniwa HFC (ok. 12 euro/kWh) i akumulatory kwasowo-ołowiowe (do 83 euro/kWh). Natomiast najniższy koszt w przeliczeniu na moc mają superkondensatory, akumulatory ZEBRA i nadprzewodzące zasobniki magnetyczne (do 165 euro/kWh). Wyróżniające się pod względem innych parametrów baterie litowo-jonowe cechują się wysokimi kosztami (energia do 826 euro/kWh, moc do 1074 euro/kWh); przewiduje się jednak znaczący spadek kosztu energii do ok. 60 euro/kWh przed rokiem 2030⁷.

Większość akumulatorów zawiera materiały toksyczne. Mają więc potencjalnie negatywny wpływ na środowisko począwszy od procesów wydobycia materiałów po ich recykling. Tu największym problemem stanowią akumulatory kwasowo-ołowiowe i litowo-jonowe. W przypadku wysokiego poziomu promieniowania magnetycznego i braku zabezpieczeń negatywny wpływ na organizm może mieć działanie nadprzewodzących zasobników magnetycznych.

Ważnym źródłem pozyskiwania energii jest proces hamowania odzyskowego zwanego rekuperacją. Polega na przemianie traconej podczas hamowania energii kinetycznej na elektryczną. Uzyskana energia jest częściowo wyko-

⁷ Clare Curry: Lithium-ion battery cost & market. Technical report. Bloomberg New Energy Finance, 2017.

rzystywana na pokładzie pociągu (np. na oświetlenie), a część z niej jest przekazywana do sieci trakcyjnej. Szacuje się, że wykorzystanie hamowania odzyskowego pozwala na zmniejszenie zużycia energii od 10% do 30%. Efektywne wykorzystanie rekuperacji wymaga kompleksowych rozwiązań na poziomie całego kolejowego systemu sieci energetycznej. Przede wszystkim potrzebne są wdrożenia rozwiązań służące do pobierania dostarczonej

do sieci trakcyjnej energii z hamowania przez inne pociągi. Do magazynowania energii z rekuperacji najczęściej używa się superkondensatory oraz akumulatory Ni-MH i litowo-jonowe. Duże nadzieje wiąże się z rozwojem akumulatorów przepływowych (Renox) i litowo-jonowych. Upatruje się w nich docelowe rozwiązania pojazdowych magazynów energii.

Argumenty za wyborem wodoru jako paliwa napędzającego kolej

Za wykorzystaniem wodoru w sektorze energetycznym przemawiają trzy argumenty. Po pierwsze, pierwiastek ten zaczyna odgrywać kluczową rolę w magazynowaniu energii i bilansowaniu systemu elektroenergetycznego zdominowanego przez odnawialne źródła energii. Po drugie, wodór daje szansę na dekarbonizację przemysłu. Po trzecie, jest on receptą na zmniejszenie emisyjności przemysłu. Spalanie wodoru jest neutralne dla środowiska, co bardzo mocno przemawia na korzyść stosowania tego gazu jako paliwa.

Istnieje kilka metod produkcji wodoru, które można podzielić na trzy grupy: termiczne, elektrochemiczne i biologiczne. Połowa światowej produkcji wodoru opiera się na procesie reformingu parowego metanu (ang. SMR – *Steam Methane Reforming*). Proces ten polega na reakcji w wysokiej temperaturze pary wodnej z metanem w obecności katalizatora metalicznego. W jego efekcie uzyskuje się wodór oraz tlenek węgla.

Komisja Europejska zakłada, że w 2050 roku wodór będzie pokrywać 24 proc. zapotrzebowania na energię we wspólnocie. Biorąc pod uwagę możliwości zastosowania wodorowych ogniw paliwowych w naszym kraju należy wziąć pod uwagę fakt, że Polska jest jednym z największych producentów wodoru w Europie. Szacuje się, że w naszym kraju produkuje się rocznie megatonę tego pierwiastka; jest to ilość stanowiąca 14% zapotrzebowania całej Unii Europejskiej. Krajowy potencjał produkcji wodoru jest olbrzymi szczególnie w zakresie technik jego pozyskiwania z węgla kamiennego i brunatnego. Szacuje się, że wykorzystując wszystkie krajowe zasoby surowcowe można teoretycznie wyprodukować ok. 4 900 mln ton; co odpowiada ok. 50-ciokrotności aktualnej rocznej produkcji wodoru na świecie. Niemniej jest to tak zwany wodór szary, a nie zielony, czyli taki, do którego produkcji wykorzystuje się energię z OZE. Warto podkreślić, że Komisja Europejska przewiduje na inwestycje związane magazynowaniem i dystrybucją wodoru nawet 65 mld euro do roku 2030⁸.

Pomiędzy produkcją wodoru a jego wykorzystaniem do napędzania pojazdów kolejowych napotyka się na poważ-

ne problemy techniczne związane z jego magazynowaniem, transportem i dystrybucją oraz zamianą na energię elektryczną. Projektowanie i budowa sprawnego systemu magazynowania, transportu i dystrybucji wodoru jest złożonym procesem wymagającym optymalizacji w zakresie wyboru i rozlokowania jego elementów składowych. W szczególności konieczne jest zapewnienie korelacji pomiędzy przewidywanym popytem na wodór, a odległością między miejscem produkcji i jego odbiorcą. Ważny jest również właściwy wybór sposobu transportu i dystrybucji (gazociąg, transport kołowy). W kontekście zastosowań w transporcie, magazynowanie wodoru przeprowadza się najczęściej następującymi metodami: w postaci sprężonej w zbiornikach, w postaci ciekłej w zbiornikach metalowych i kompozytowych zawierających włókna szklano-aramidowe lub węglowe, w postaci stałej związanej w wodorkach umieszczonych w pojemnikach lub adsorpcyjne w nanorurkach węglowych, a także w postaci odwracalnych połączeń chemicznych o dużej zawartości wodoru.

Do przemiany wodoru na energię elektryczną wykorzystywane są ogniwa paliwowe, które są urządzeniami elektrochemicznymi wytwarzającymi elektryczność w wyniku reakcji chemicznej wodoru z tlenem. Ogniwo paliwowe zbudowane jest z dwóch elektrod: anody i katody. Elektrody są odseparowane od siebie elektrolitem w formie płynnej lub stałej. Rodzaj zastosowanego elektrolitu ma wpływ na temperaturę reakcji zachodzącej w ogniwie i rodzaj paliwa zasilającego ogniwo.

Biorąc pod uwagę specyfikę transportu kolejowego, najbardziej właściwymi dla niego są ogniwa: z membraną polimerową PEM (ang. *Proton Exchange Membrane* lub *Polimer Electrolyte Membrane*) i DMFC (ang. *Direct Methanol Fuel Cell*), alkaliczne AFC (ang. *Alkaline Fuel Cell*) oraz kwasowe PAFC (ang. *Phosphoric Acid Fuel Cell*). Zaletą ogniw paliwowych jest ich skalowalność. Pojedyncze ogniwa paliwowe można łączyć ze sobą w celu osiągnięcia pożądanego poziomu generowanej mocy. Co ważne, ogniwo paliwowe produkuje 25 razy mniej zanieczyszczeń w porównaniu z generatorami spalinowymi.

⁸ <https://smoglab.pl/technologie-wodorowe-przyszloscia-transportu/> <http://wodor2030.pl/>

Rozwój Zielonej Kolei związany jest ściśle z zastosowaniem wodorowych ogniw paliwowych do zasilania pojazdów szynowych. W chwili obecnej obserwujemy bardzo duże zainteresowanie tym rozwiązaniem technicznym. Od prawie 15 lat bada się różne rozwiązania pojazdów kolejowych zasilanych wodorem. Uruchomiono przeszło 20 projektów w 15 krajach. Były one realizowane m.in. w: Arubie, Austrii, Chinach, Emiratach Arabskich, Indiach, Japonii, Kanadzie, Niemczech, RPA, Tajwanie, USA i Wielkiej Brytanii. W kręgu zainteresowania realizowanych projektów jest sprawdzenie możliwości technicznych, z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych, stosowalności wodorowych ogniw paliwowych dla trzech rodzajów pojazdów kolejowych, tj. zespołów trakcyjnych, lokomotyw manewrowych i lokomotyw trakcyjnych, liniowych. Wśród różnych składowych taboru kolejowego najbardziej dojrzałe rozwiązania techniczne związane z zastosowaniem wodorowych ogniw paliwowych dotyczą pojazdów trakcyjnych i już są one w stanie skutecznie konkurować, pod względem technicznym i ekonomicznym, z tradycyjnymi konstrukcjami wykorzystującymi silniki dieslowskie. Przewiduje się, że do roku 2030 będą one stanowiły 25-30% tego sektora rynku kolejowego.

Mniejszym zainteresowaniem komercyjnym cieszą się konstrukcje wodorowych lokomotyw manewrowych i trakcyjnych (głównie dla przewoźów towarowych); są one na wczesnym etapie gotowości technicznej. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest niezbyt duże

zainteresowanie nimi ze strony rynku przewozowego. Bardzo poważnym czynnikiem blokującym rozwój wodorowego transportu towarowego jest silnie rozwinięty i konkurencyjny pod względem cenowym sektor transportu kołowego. W przypadku lokomotyw manewrowych zakłada się, że do roku 2030 napęd wodorowy będzie stanowił maksymalnie 12% tego rodzaju taboru kolejowego. W sektorze lokomotyw trakcyjnych do roku 2030 konstrukcje z napędem wodorowym będą prawdopodobnie stanowić maksymalnie 8% rynku. Mniejsze zainteresowanie napędem wodorowym dla lokomotyw manewrowych i trakcyjnych wynika ze specyfiki ich zastosowania. W przeciwieństwie do pojazdów trakcyjnych wprowadzenie wodorowych ogniw paliwowych w miejsce silników dieslowskich nie daje tak znaczącego zysku finansowego. Dla zespołów trakcyjnych z napędem wodorowym wartość sumarycznych kosztów CAPEX i OPEX (przewidywanych na rok 2022) wynosi 8,7 euro/km, a dla napędu dieslowskiego 8,2 euro/km. W przypadku lokomotyw manewrowych jest to odpowiednio 14,1 euro/km i 12,5 euro/km. Natomiast dla lokomotyw trakcyjnych mamy odpowiednio 12,3 euro/km i 10,8 euro/km⁹. To syntetyczne zestawienie kosztów wskazuje, że w chwili obecnej (i zapewne w najbliższej przyszłości) jedynie w sektorze zespołów trakcyjnych napęd wodorowy stanowi prawdziwą konkurencję dla napędu dieslowskiego. Niewątpliwie wymagane jest jednak dalsze obniżanie kosztów, by niezaprzeczalne zalety napędu wodorowego zostały w pełni docenione.

Wodór na kolei – gdzie może znaleźć zastosowanie?

Jak wskazuje Komisja Europejska, w 2050 r. wodór ma pokrywać ok. 25 proc. zapotrzebowania na energię w transporcie. W Polsce ma miejsce 14 proc. całej produkcji tego pierwiastka – ok. 1 mln ton rocznie. Istnieje więc znaczący potencjał do rozwoju branży produkcji wodoru w naszym kraju i kluczem do tego wydaje się transport publiczny, w tym kolej. Do „wodoryzacji” w pierwszej kolejności nadaje się komunikacja autobusowa w miastach. Wykorzystanie takiej technologii napędowej w autobusie miejskim może pozwolić na zaoszczędzenie środowisku naturalnemu emisji nawet 800 ton CO₂ w trakcie 12-letniego okresu eksploatacji pojazdu. Ogniwa wodorowe mają przyszłość także w transporcie kolejowym. Dotychczas wykonywane analizy oraz pierwsze doświadczenia z eksploatacji pojazdów szynowych na wodór wskazują, że może to być atrakcyjne rozwiązanie, przy założeniu zmniejszenia się kosztów pozyskania, składowania i tankowania

H₂ oraz pod warunkiem prowadzenia eksploatacji na sieciach w całości lub częściowo niezelektryfikowanych. Wdrożenie technologii wodorowych może być więc opłacalne dla tych linii, które jak dotąd obsługiwane były spalinowymi zespołami trakcyjnymi lub wagonami silnikowymi (tzw. szynobusami), a także tam, gdzie pojawia się konieczność zastąpienia spalinowych lokomotyw manewrowych wykorzystywanych na bocznicach, terminalach czy infrastrukturze rozrządowej. Wśród zalet takiego rozwiązania wymieniane są: ekologiczność (brak niskiej emisji w miejscu eksploatacji pojazdu, a przy produkcji wodoru przy użyciu energii z OZE – całkowite ograniczenie emisji szkodliwych substancji), oszczędność (brak konieczności elektryfikacji szlaków kolejowych – zaoszczędzony koszt to ok. 1 mln euro/km trasy), mniej hałasu i wibracji, elastyczność i uniwersalność (możliwość obsługi jednym pojazdem tras wiodących przez zarówno odcinki zelektryfikowane, jak

⁹ Study on the use of fuel cells & hydrogen in the railway environment. Shift2Rail Joint Undertaking and Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

i niezelektryfikowane) oraz relatywnie duży zasięg przy stosunkowo krótkim czasie tankowania (obecnie eksploatowane są już kolejowe pasażerskie pojazdy na wodór, które mogą przejechać na jednym trwającym 15 minut tankowaniu 900-1100 km przy prędkości maksymalnej 140 km/h). Wśród wad napędu wodorowego wymienia się przede wszystkim koszty wytworzenia paliwa, jego logistyki i dystrybucji oraz stosunkowo niską żywotność ogniwa paliwowego. Nie są to jednak przeszkody, których nie można pokonać wraz z postępem

technicznym i zaangażowaniem tak producentów taboru, jak i wsparciem ze środków publicznych. Prototypowe pojazdy szynowe na H₂ są już eksploatowane – pierwsze pasażerskie zespoły trakcyjne Coradia iLint wyprodukowane przez Alstom powstały w 2016 r. Do ruchu regularnego pociągi z tej platformy produktowej trafiły w 2018 r. – obsługują trasy w Dolnej Saksonii. Kolejne jednostki będą dostarczane przez producenta do ruchu regionalnego w niemieckim Regionie Ren-Men w 2022 r.¹⁰

Zebrane dotychczas doświadczenia wskazują z jednej strony na dużą przydatność wodorowych ogniw paliwowych do zasilania pojazdów kolejowych. Z drugiej strony daje się zauważyć płytkość rynku tych rozwiązań dedykowanych dla kolei. Za wykorzystaniem wodoru przemawia mały koszt wytworzenia energii elektrycznej szacowany na 50 euro/MWh i wysoki poziom efektywności w wykorzystaniu infrastruktury obejmującej m.in. stacje tankowania wodoru. Pojazdy zasilane wodorem mogą pracować z bardzo krótkimi przerwami na tankowanie. Przeciętny czas tankowania wodoru nie przekracza 20 minut. Jedno tankowania wodoru pozwala na 18 godzin pracy. Ważna jest również przewaga ekologiczna względem silnika dieslowskiego.

z odnawialnymi źródłami energii i rekuperacją. Ich przemysłowe połączenie może dać efekt synergii będący premią za wykorzystanie technik i technologii właściwych koncepcji Zielonej Kolei.

Upowszechnienie wodorowych ogniw paliwowych w kolejnictwie wymaga pokonanie szeregu ograniczeń natury technicznej i nietechnicznej. Do najpoważniejszych wyzwań należy zaliczyć:

- ī brak standardów dotyczących rozwiązań technicznych układów napędowych bazujących na konstrukcjach czysto wodorowym i hybrydowym,
- ī problemy związane z instalacją magazynów wodoru w pojazdach kolejowych,
- ī brak mechanizmów ekonomicznych wspomagających firmy przewozowe w zakupach pojazdów wodorowych i ograniczających ryzyko finansowe wprowadzenia ich do eksploatacji,
- ī obniżenie kosztów i zwiększenie czasu życia wodorowych ogniw paliwowych,
- ī wybór optymalnego dla pojazdów kolejowych układu hybrydowego łączącego wodorowe ogniwa paliwowe z innymi źródłami energii,
- ī dostosowanie istniejących przepisów do specyfiki transportu wodorowego i magazynowania wodoru,
- ī budowę infrastruktury tankowania wodoru w sieci kolejowej.

Warto również zwrócić uwagę na obiecujące rozwiązania wykorzystania technik wodorowych w sprzężeniu

Japonia: Energia solarna i wiatrowa dla kolei

Japoński przewoźnik kolejowy JR East planuje osiągnąć poziom 20% zużywanej energii z OZE w 2030 r. Dalsze zamiary kierownictwa największego operatora uruchamiającego przewozy w Kraju Kwitnącej Wiśni mówią o zeroemisyjności przedsiębiorstwa w 2050 r. Zielona energia pochodzić będzie z prywatnych elektrowni wiatrowych i słonecznych. Obecnie ok. 40% zasilania JR East zapewniane jest przez elektrownie spalające LNG. Firma planuje zastąpić to źródło energii poprzez wykorzystanie taboru napędzanego przez nowoczesne ogniwa paliwowe. W 2019 r. JR East wyemitował 1,99 mln ton dwutlenku węgla. Inwestycje w zielone źródła energii mają zmniejszyć emisję CO₂ do ok. 1 mln ton w 2030 r. Obecnie co roku przewoźnik zużywa ok. 5,8 TWh energii elektrycznej. 40% z niej pochodzi od zewnętrznych dostawców, głównie koncernu Tokyo Electric Power. W samym regionie Tōhoku jeżdżące tam pociągi przewoźnika zużywają co roku ok. 1,1 TWh. W 2030 r. zasilane one będą przez elektrownie generujące zieloną energię należące do przewoźnika, który tym samym na tym obszarze będzie mieć zerowy ślad węglowy ¹¹. Również inni operatorzy kolejowi jeżdżący w Japonii planują zmniejszyć swoją emisję dwutlenku węgla. Tokyu chce zredukować ją o 30% do 2030 r., a West Japan Railway już w 2015 r. uruchomiła dużą elektrownię słoneczną w prefekturze Yamaguchi. Natomiast pod koniec marca 2021 r. Seibu Railway zaczęła obsługiwać linię w prefekturze Saitama (na północ od Tokio) przez pociąg napędzany energią solarną. Korzystać ma z niego ok. miliona osób rocznie, a wykorzystanie OZE umożliwi zaoszczędzenie środowisku naturalnemu corocznej emisji ok. 300 ton dwutlenku węgla do atmosfery ¹².

¹¹ JR East to boost renewable energy use in railway operations, Nikkei Asia, 5 marca 2021.

¹² Seibu Railway to debut solar-powered train, NHK World-Japan, 31 marca 2021.



Japoński pociąg
dużych prędkości
Kyushu Shinkansen
serii 800



Zielona Kolej jako element paradygmatu zielonej i niebieskiej gospodarki



Dr hab. Danuta Kisperska-Moroń

prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach

Paradygmat zielonej i niebieskiej gospodarki jest kompleksową koncepcją aktualnej dbałości o naturę. W tych warunkach wszelkie projekty zmierzające do maksymalizacji wykorzystania odnawialnych źródeł energii, takie jak „Zielona Kolej”, jawią się jako bardzo sensowne rozwiązania zabezpieczające dalszy rozwój społeczno-gospodarczy. Zielona czy niebieska gospodarka wymaga kompromisów społecznych i ekonomicznych, które można zapewnić poprzez integrację systemową podejmowanych działań w zakresie realizowanych „zielonych” programów. Kompromisy te godzą różne cele działania przedsiębiorstw i instytucji uczestniczących w proekologicznych i prospołecznych projektach. „Zielona kolej” jest elementem zielonych łańcuchów dostaw, których priorytetem stają się cele związane z ochroną zasobów naturalnych. W tym sensie projekt „Zielonej kolei” jest także elementem koncepcji zrównoważonego rozwoju opartej na integracji aspektów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Założenia „Zielonej kolei” są wyrazem społecznej odpowiedzialności biznesu, zgodnie z którą liczą się nie tylko pieniądze, ale również trudne do wyceny działania firm na rzecz szeroko rozumianego otoczenia. Otoczenie to, a zwłaszcza klienci, stawia wysokie wymagania usługom kolei, co wymaga dużej elastyczności działania. Jeśli łańcuch dostaw zakładający wykorzystanie „Zielonej Kolei” ma mieć charakter adaptacyjny, to powinien być uzależniony od działania adaptowalnych zespołów ludzi, którzy traktują zmiany jako jednoznacznie wbudowaną część procesu dostarczania wartości kolejnym szczeblom klientów firm w łańcuchu dostaw. Projekt „Zielona Kolej” jest w tym zakresie wartościową koncepcją restrukturyzacji energetycznej w operacjach transportowych, adekwatną do nowoczesnych kierunków przekształceń takich jak Logistyka 4.0 czy logistyka wirtualna.

Współczesny rozwój w „zielonym i niebieskim kolorze”

Gospodarka i dobrobyt społeczeństwa są bardzo mocno uzależnione od najcenniejszego zasobu, czyli przyrody. Już słynny raport dla Klubu Rzymskiego z 1972 roku wskazywał takie zmienne rozwoju: ludność, produkcja żywności, wykorzystanie zasobów naturalnych, produkcja przemysłowa i zanieczyszczanie środowiska¹.

Wprawdzie tragiczne wizje tego opracowania² nie spełniły się tak szybko, jak w nim wskazywano, ale aktualne katastrofalne skutki aktywności ludzkiej wyraźnie sugerują, że we wszelkiej działalności bezwzględnie trzeba włączyć w proces jakiegokolwiek kalkulacji ekonomicznej czy społecznej usługi, jakie świadczone są przez naturę.

¹ Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers, William W. Behrens III: Granice Wzrostu. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, 1973.

² M. Sutek, M., Kasandryczne prognozy demograficzne – nauka, pseudonauka, czy ideologia?, Przegląd Geopolityczny, 19, 2017, s. 9-21.

³ Chodzi tu o raport P.Dasgupta: The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review – Full Report, luty 2021. W wersji angielskiej jest on dostępny na stronie Uniwersytetu w Cambridge: <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>

W myśl opracowania pt. „Ekonomia różnorodności ekonomicznej”³ natura jest kapitałem, podobnie jak znane dobrze kategorie kapitału produkcyjnego czy ludzkiego. Jest to wyraz koncepcji różnorodności biologicznej zakładającej, że ludzie i cała gospodarka są osadzeni wewnątrz natury, nie zaś w jej otoczeniu. Natura jako kapitał wymaga zatem ochrony i inwestycji, a więc każda inicjatywa ortodoksyjnych ekologów z gatunku: „Ani kroku dalej w niszczeniu Matki Ziemi” wydaje się słusznym kierunkiem postępowania. Jest to jednak całkiem wbrew powszechnej szkolnej teologii, sprowadzającej się do takiej interpretacji cytatu z Genesis: „Czyńcie sobie ziemię poddaną!”. Daje ona usprawiedliwienie do eksploatacyjnego charakteru poczynić całych społeczeństw i ich krajów.

Konsekwencje osłabienia kondycji naszej planety już są widoczne, a przykładowym skutkiem jest m.in. pandemia COVID-19 i inne zjawiska, które mogą pojawić się jako „czubek góry lodowej” przy kontynuacji rozwoju gospodarczego w dotychczasowym kształcie. Zatem logicznym wyrazem przeciwdziałania tym destrukcyjnym trendom są koncepcje „zielonej” i „niebieskiej” gospodarki, które są wyrazem instrumentalizacji dbałości o zasoby naturalne Ziemi. Zakładając, że ogólna filozofia funkcjonowania organizmów gospodarczych i politycznych, oparta o realizację wzrostu finansowego, nie jest możliwa do

gruntownej modyfikacji w krótkim okresie, nawet pomimo powszechnych nawoływań w tym kierunku, paradygmat zielonej i niebieskiej gospodarki jest chyba najbardziej kompleksową koncepcją aktualnej dbałości o naturę.

Nie wdając się w definicyjne spory, **zielona gospodarka (green economy)** ogólnie odnosi się do gospodarki, w której przy podejmowaniu decyzji dotyczących produkcji i konsumpcji uwzględnia się szeroko pojętą jakość życia ludzi i stan środowiska naturalnego. Reasumując, „zielona gospodarka” oznacza wprawdzie idealistyczną koncepcję (ale wdrażaną konsekwentnie w praktyce), która ma na celu zapewnienie wzrostu dobrobytu i jakości życia oraz równości społecznej przy jednoczesnym zahamowaniu wyczerpywania się zasobów naturalnych i ograniczaniu zagrożeń ekologicznych⁴.

Niebieska gospodarka obejmuje nie tylko tradycyjną działalność, taką jak rybołówstwo czy transport, ale także pozyskiwanie energii z morskich źródeł odnawialnych. UE, będąca światowym liderem w dziedzinie technologii wykorzystujących energię morską i oceanów, ma szansę, aby do 2050 r. wkład źródeł morskich w produkcję energii elektrycznej osiągnął poziom nawet 35 proc.⁵ Mają w tym pomóc nowoczesne technologie jak pływające elektrownie wiatrowe i instalacje fotowoltaiczne.

Rok 2021 – przełomowy czas dla budowy zielonej gospodarki

Kryzys finansowy z lat 2008-2010 sprawił, że bardzo widoczne stały się problemy wynikające z immanentnych cech całych gospodarek i modeli konsumpcji. Oczywiście stało się, że aby zapewnić sobie minimum bezpieczeństwa i przewidywalności, nie można dalej funkcjonować w dotychczasowy sposób, zwłaszcza jeśli chodzi o postępujące zmiany klimatyczne i uzależnienie od tradycyjnych surowców energetycznych. Koncepcja zielonej gospodarki (green economy) objawiła się wówczas jako jedno z głównych rozwiązań tej sytuacji. Opiera się ona na poprawie efektywności materiałowej i energetycznej (oddzielenie zużycia zasobów od wzrostu gospodarczego), przejściu do tzw. gospodarki o obiegu zamkniętym, przenoszeniu kosztów na sprawców zanieczyszczeń i emisji gazów cieplarnianych oraz transformacji energetycznej i zastąpieniu przez OZE źródeł nieodnawialnych⁶. Ekspertki wskazują, że rok 2021 będzie pełen wyzwań dla przedsiębiorców, zwłaszcza jeśli chodzi o obszar działań związanych z klimatem, energią i ochroną środowiska. Wszystko to w kontekście przede wszystkim unijnych procesów legislacyjnych

i po decyzji Rady Europejskiej (grudzień 2020 r.) ws. zwiększenia celu redukcji emisji gazów cieplarnianych przez UE (z 40 do co najmniej 55% w 2030 r.). Kolejnymi wyzwaniami będą więc planowane rewizje dyrektyw dotyczących OZE i efektywności energetycznej, norm emisji CO₂ dla samochodów oraz wejście w życie w lipcu 2021 r. tzw. dyrektywy „plastikowej” (zakaz obrotu częściami plastikowych produktów jednorazowego użytku). Wszystko to sprawia, że przedsiębiorcy coraz większą uwagę przywiązują do budowy tzw. „zielonych łańcuchów dostaw”, tak aby każde z ich ogniw cechowało się jak najmniejszym śladem węglowym. Kolej ma tutaj do odegrania ogromną rolę – wymagać ona jednak będzie dużego wsparcia ze strony środków publicznych, również w kontekście „pocovidowej” odbudowy unijnych gospodarek. To szczególnie istotne w czasie uruchamiania ogromnych środków na transformację energetyczną, technologiczną, czy społeczną. Rok 2021 będzie tutaj kluczowy, zwłaszcza jeśli chodzi o unijny Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF) czy Fundusz Sprawiedliwej Transformacji⁷.

³ Chodzi tu o raport P.Dasgupta: The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review – Full Report, luty 2021. W wersji angielskiej jest on dostępny na stronie Uniwersytetu w Cambridge: <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>

⁴ K. Górka, M. Łuszczek: „Zielona gospodarka” i gospodarka oparta na wiedzy a rozwój trwały, Optimum. Studia ekonomiczne nr 3 (69) 2014.

⁵ RNiebieska gospodarka w UE, Komisja Europejska Przedstawicielstwo w Polsce, 15 czerwca 2020 r., https://ec.europa.eu/poland/news/200615_blueinvest_pl.

⁶ Polska na mapie „zielonego handlu”, Polski Instytut Ekonomiczny, grudzień 2020 r.

⁷ Prognozy 2021. Zielona gospodarka zacznie się rozpędzać, Konfederacja Pracodawców Lewiatan, 7 stycznia 2021.

W tych warunkach wszelkie projekty zmierzające do maksymalizacji wykorzystania odnawialnych źródeł energii, czyli tzw. „zielonej energii”, jawią się jako jedyne sensowne rozwiązania zabezpieczające dalszy rozwój społeczno-gospodarczy. Do odnawialnych źródeł energii zalicza się m.in. energię słoneczną, wodną, wiatrową czy geotermalną pobieraną przy wykorzystaniu paneli fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych, turbin wiatrowych czy pomp ciepła. Wykorzystanie tego rodzaju naturalnych zasobów środowiska, w celu ich zamiany na prąd lub ciepło zapewne jest jedynym sposobem dalszego przetrwania ludzkiej cywilizacji. Realizacja rozsądnych projektów w tym obszarze pozwala m.in. na skorzystanie z darmowej i praktycznie nieskończonej odnawialnej energii ze słońca, wody, wiatru czy skał, osiąganie wysokiej wydajności w zestawieniu z tradycyjnymi paliwami, prawie całkowitą eliminację emisji do środowiska szkodliwych produktów ubocznych spalania. Tego rodzaju projekty to dobra inwestycja w przyszłość, która dodatkowo może zmniejszać koszty wielu procesów i zapewnić niezależność od dużych komercyjnych czy państwowych dostawców energii.

Jednak bardziej zielony i niebieski „kolor” nowoczesnej gospodarki nie jest tak prosty do uzyskania jak mogłoby

się wydawać. Odnawialne źródła energii mają także pewne mankamenty, jak na przykład: ograniczona dostępność uzależniona od lokalizacji czy kaprysów pogody lub ingerencja w krajobraz i środowisko naturalne. Tak więc dbając o dobrą kondycję natury i tak w nią ingerujemy, a po części ryzykujemy zanieczyszczanie wód głębinowych (np. w przypadku energii geotermalnej) lub też wyjąławiamy glebę (np. poprzez zakładanie farm fotowoltaicznych). Niemniej jednak korzyści wynikające z wdrażania zasad zielonej i niebieskiej gospodarki zdecydowanie przewyższają straty wynikające z dotychczasowej gospodarki typu rabunkowego.

W ogólnym rozrachunku zielona czy niebieska gospodarka wymaga kompromisów społecznych i ekonomicznych, chociażby z powodu wysokich kosztów początkowych „zielonych” inwestycji czy długiego okresu zwrotu kosztów na nie poniesionych. Rozważania na temat „zielonego” transportu i – szerzej – „zielonej” logistyki, muszą brać pod uwagę kompromis korzyści i kosztów. W ten sposób można uczynić działania innowacyjne sprawniejszymi w sensie prakseologicznym, biorąc pod uwagę ich skuteczność, korzystność i ekonomiczność.

Integracja procesów w systemach logistycznych

Konieczność szukania właściwych, wspomnianych wyżej, kompromisów w realizacji różnorodnych projektów w zakresie zielonej i niebieskiej gospodarki nakazuje zastosowanie systemowego podejścia do funkcjonujących procesów jako cennego sposobu badania i rozważania każdej struktury i organizacji⁸. Podejście systemowe wiąże się z całościowym postrzeganiem zjawisk, a nie z analitycznym rozpatrywaniem poszczególnych elementów składowych oddzielnie. Teoria systemów okazuje się niezwykle przydatna dla analizy procesów logistycznych, wśród których transport i wszystkie gałęzie tego sektora zajmują istotne miejsce.

Części systemu logistycznego stanowią nierozzerwalną całość, w której zmiana jednej części pociąga za sobą zmianę pozostałych. „Zielona kolej”, jako konsekwencja ekologicznego podejścia do procesów przemieszczania produktów i ludzi, będzie wywierać wielopoziomowy wpływ na swoje otoczenie logistyczne i na szerzej rozumiane otoczenie mezo- i makroekonomiczne, ale jednocześnie znajdzie się także pod wpływem kompleksowego oddziaływania tego otoczenia. Warunkiem optymalizacji tych wzajemnych relacji, unikających suboptymalizacji podejmowanych decyzji, jest integracja wielu części sy-

stemu logistycznego oraz elementów jego otoczenia w jedną całość.

Zastosowanie podejścia systemowego do zarządzania procesami logistycznymi w jakiegokolwiek skali prowadzi do integracji działań i funkcji, dobitnie podkreślającej wszechaspektowe scalanie całości⁹. Taki sposób patrzenia na procesy logistyczne, w tym także transport, nakłada specjalne wymagania dla realizacji innowacyjnych projektów w tej sferze.

Integracja w sensie zarządczym jest jednym ze sposobów rozwiązywania konfliktów, opartym o ideę wzajemnego łączenia sił w miejsce przeciwstawiania ich sobie. W związku z tym integracja, czyli scalanie, pozwala wszystkim swoim podmiotom na odnalezienie właściwego miejsca we wzajemnym związku i żaden z tych podmiotów nie musi poświęcać w tym celu niczego znaczącego¹⁰. Dopiero w tych warunkach powstają możliwości sprawnego i efektywnego wdrażania zakrojonych na szeroką skalę kompleksowych projektów zmian w zakresie elementów systemu logistycznego, których przykładem jest koncepcja „zielonej kolei”.

⁸ W. G. Scott: *Organization Theory*. Homewood 1967.

⁹ W języku angielskim termin „integracja” znajduje swoje bliskoznaczne określenie w słowie „networking”, które nie ma odpowiednika w języku polskim, a oznacza aktywną współpracę osób wzajemnie powiązanych elementami określonej sformalizowanej sieci (np. elektronicznej, komputerowej, instytucjonalnej, itp.).

¹⁰ W tym sensie integrację należy odróżnić od takich metod jak dominacja czy kompromis. Służą one wyłącznie tagodzeniu konfliktów, ale ich nie rozwiązują. Por. R. Lessen: a Foreword, in: P. Graham: *Integrative Management. Creating Unity from Diversity*, Basil Blackwell, Oxford 1991, s. XIV.

Program „zielonej kolei” powinien zakładać także integrację takich celów działania jak coraz lepsze zaspokojenie potrzeb klientów, szybsze dostawy produktów i zmniejszone koszty logistyczne. Te wszystkie elementy razem wzięte tworzą niewątpliwie ogromne „zalety konkurencyjne” na rynku. „Zielona kolej” będzie

zobowiązana do zharmonizowania celów częściowych. Szeroki sposób myślenia systemowego ułatwia eliminację konfliktu celów, wpływając tym samym korzystnie na ogólny wynik funkcjonowania wielorakich procesów społeczno-gospodarczych.

„Zielony łańcuch dostaw” jako ekosystem społeczno-gospodarczy

„Zielony łańcuch dostaw” to ekosystem obejmujący „Zielone zamówienia, zieloną produkcję, zieloną dystrybucję, zielony transport czy logistykę odwrotną. Funkcjonowanie „zielonego łańcucha dostaw” związane jest z realizacją nadrzędnego celu tego ekosystemu, jakim jest oszczędność energii i zasobów naturalnych przy racjonalnym wymiarze korzyści ekonomicznych i społecznych. „Zielone łańcuchy dostaw” wykorzystują wiele narzędzi i metod pozwalających na zmniejszanie tempa pozyskiwania zasobów i ograniczania ilości odpadów, m.in. przez zwiększenie produktywności zasobów, recykling i ponowne wykorzystanie. W efekcie końcowym łańcuchy te redukują presję na środowisko naturalne i zwiększają zdolność ekosystemów do dostarczania tego, co jest społecznie potrzebne.

W dużej mierze „zielony łańcuch dostaw” związany jest z koncepcją „gospodarki obiegowej” (ang. *circular economy*), zakładającej stworzenie takiego systemu produkcji i konsumpcji, który generuje możliwie najmniejsze straty. W idealnym świecie prawie wszystko zostałoby ponownie wykorzystane, poddane recyklingowi lub odzyskane i potraktowane jako nowe zasoby produkcyjne.

Kolej, jako ważna gałąź transportu, zajmuje poczesne miejsce w łańcuchach dostaw produktów oraz przewozach osób. Pomimo wielu deklaracji dotyczących sukcesów kolei w Polsce, faktem jest, że jej konkurencyjność w relacji do innych gałęzi transportu w najbardziej rozwojowych segmentach rynku jest o wiele niższa. Kolej jest w Polsce wykorzystywana w znacznie niższym stopniu niż u naszych sąsiadów: dwukrotnie mniejsze jest wykorzystanie naszych linii kolejowych w porównaniu z Czechami oraz aż 4,6 razy mniejsze w stosunku do Niemiec. Jak wskazuje serwis internetowy „Rynek Kolejowy”, prędkość handlowa pociągów towarowych w Polsce (średnio 21 km/h) jest jedną z najniższych w Europie (choć w transporcie intermodalnym to około 29 km/h). Także w transporcie pasażerskim nie opanowano do tej pory elementów zachęcających do korzystania z kolei, jak sprawne przesiadki, wysoka częstotliwość kursów czy taktowy rozkład jazdy. Jak twierdzi Piotr Malepszak, ekspert ds. kolei, były wiceprezes CPK i Kolei Dolnośląskich,

przedsiębiorstwa kolejowe wydają setki milionów złotych na infrastrukturę, nie uzyskując znacznie lepszego efektu dla swoich klientów: pasażerów i firm zlecających przewóz produktów¹¹. Czy zatem kolej odnajdzie ważne miejsce w zielonym łańcuchu dostaw?

Realizując przekrojowe projekty, takie jak np. Zielona Kolej, konieczne zatem jest wzięcie pod uwagę całości systemów społeczno-gospodarczych, a nie tylko jednego sektora gospodarki, jakim jest transport. Na przykład, system energetyczny Zielonej Kolei obejmuje rodzaje wykorzystywanej energii (węgiel, energia wiatrowa, słoneczna, ropa naftowa, gaz ziemny itp.), sposoby jej produkcji (turbiny wiatrowe, szyby naftowe, gaz łupkowy, itp.), kierunki wykorzystania (przemysł, transport, ogrzewanie domów itp.) i dystrybucję.

Zgodnie z założeniami zielonej i niebieskiej gospodarki, długoterminowym celem transportu, jako elementu ekosystemu „zielonego łańcucha dostaw”, jest zatem zwiększenie wykorzystania transportu kolejowego, morskiego czy śródlądowego. Drogą do osiągnięcia zamierzonego celu jest m.in. odpowiedni dobór partnerów (firm transportowych, spedycyjnych, dostawców) i sukcesywne zastępowanie wykorzystania transportu drogowego kolejowym. Ważne zatem jest nie tylko wydanie pieniędzy na potencjalnie pożyteczne projekty, ale także zwrócenie należytej uwagi na takie wskaźniki efektywności inwestycji, jak skracanie czasu przejazdu czy zwiększanie liczby pasażerów. Te efekty nie mogą znajdować się na uboczu procesu ponoszenia nakładów inwestycyjnych.

Filozofia „zielonego łańcucha dostaw” wywodzi się z koncepcji zrównoważonego rozwoju, która w istocie rzeczy oznacza osiąganie celów działania organizacji w ramach określonych ograniczeń ekologicznych, bez narażania przyszłych generacji na brak możliwości zaspokajania ich potrzeb¹². Zrównoważony w ten sposób łańcuch dostaw posiada trzy istotne wymiary: ekonomiczny, społeczny i środowiskowy. Nie polega to na kreowaniu i realizowaniu działań prospołecznych i proekologicznych, które z pewnym prawdopodobieństwem wspomogą wyniki ekonomiczne (a przynajmniej im nie zaszkodzą). Odwrotnie,

¹¹ M. Jamroz: Kolej marnuje swoją szansę, *Gazeta Wyborcza*, 4 lutego 2021

¹² United Nations (UN), United Nations World Commission on Environment and Development (WCED): *Our Common Future*. 1987

trzy aspekty zrównoważenia wskazują menedżerom konieczność podejmowania tych działań, które poprawiają wyniki ekonomiczne, a jednocześnie pozwalają na realizację celów społecznych i środowiskowych. W ten sposób zrównoważone zarządzanie łańcuchem dostaw wiąże się z długoterminową poprawą podstaw ekonomicznych, spo-

łecznych i środowiskowych organizacji gospodarczych, a jednocześnie pomaga w odpowiedzi na pytanie: „Co firma powinna zrobić nie tylko w celu przetrwania, ale godnego utrzymania się, nie przez rok, 3 czy 5 lat od chwili obecnej, ale w okresie 10-20 lat, a nawet dłużej?”¹³.

Czynnik ludzki i kultura organizacyjna jako czynnik rozwoju zielonej kolei

Społecznie odpowiedzialne postępowanie w łańcuchu dostaw obejmuje wszystkie dobrowolne działania przedsiębiorstwa, które są ukierunkowane na rozwiązanie społecznie ważnych problemów (np. ochrona i zachowanie środowiska naturalnego oraz podstaw życia). Ogólnie rzecz biorąc, postępowanie społecznie odpowiedzialne w łańcuchach dostaw to takie działanie, które nie wynika wyłącznie z interesów własnych firmy, lecz ze zrozumienia określonych oczekiwań społecznych. Odpowiedzialny biznes to nowe podejście do robienia interesów, zgodnie z którym liczą się nie tylko pieniądze, ale również trudne do wyceny działania firm na rzecz otoczenia. Taki kierunek reprezentuje także koncepcja „Zielonej Kolei”.

Wzajemne powiązania firm w ramach łańcuchów dostaw, a zwłaszcza ich integracja i scalanie działań powodują, że skutki funkcjonowania jednych przedsiębiorstw mają wyraźny wpływ na reputację pozostałych uczestników łańcucha¹⁴. Podstawowymi cechami charakterystycznymi społecznie odpowiedzialnych łańcuchów dostaw, potencjalnie wykorzystujących „Zieloną Kolej”, są:

1. determinacja firm w całym łańcuchu dostaw do osiągania korzyści społecznych i środowiskowych,
2. uprawnienie i możliwość prezentowania i egzekwowania własnego stanowiska przez każde ogniwo łańcucha,
3. prawdziwe podejście partnerskie,
4. akceptacja różnych aspektów etyki charakterystycznych dla odmiennych form organizacyjnych pojawiających się w łańcuchu dostaw¹⁵.

Łańcuchy dostaw ewoluują, podobnie jak w ewolucji biologicznej, choć ich ewolucja jest znacznie szybsza. Schemat tej ewolucji jest bardzo podobny: mutacje i rekombinacja elementów, przetrwanie najsilniejszych organizmów i powielanie tych, które przeżyją. Pozwala to traktować łańcuchy dostaw jako „**żywy**” obiekt zarządzania, posiadający określone związki z otoczeniem, samookreślający swoje cele w ramach istniejących ograniczeń oraz decydujący o sposobach realizacji założonych celów działania.

Z tego względu przyjęcie tego paradygmatu zarządzania koncentruje uwagę na zagadnieniach przystosowania się „organizmu” do zmienności otoczenia.

Pełna realizacja adaptacyjności „żywych” łańcuchów dostaw nieuchronnie prowadzi do oparcia zarządzania w jego obrębie na idei stałego zarządzania projektami jako specyficznym podejściu do problemu zarządzania zmianą w organizacjach. W tej koncepcji projekt może być określonym sposobem postępowania, adaptowanym do nowych warunków działania lub nowego zakresu problemów.¹⁶ Tak zapewne należy postrzegać projekt Zielonej Kolei.

W gruncie rzeczy, jeśli łańcuch dostaw zakładający wykorzystanie „Zielonej Kolei” ma mieć charakter adaptacyjny, to jest uzależniony od działania adaptowalnych zespołów ludzi, którzy traktują zmiany jako jednoznacznie wbudowaną część procesu dostarczania wartości kolejnym szczeblom klientów firm w łańcuchu dostaw. Często mechaniczna reinżynieria procesów biznesowych powodowała, że procesy te stały się ważniejsze niż ludzie. W przeciwieństwie do tego adaptacyjność oznacza konieczność skupienia się na ludziach i ich wzajemnej interakcji po to, aby łańcuch i sieć dostaw produktów w sposób innowacyjny kreowała możliwie najwyższy poziom wartości dla klientów.

Z tego względu adaptowalne łańcuchy dostaw zyskują miano „żywych” również z tego względu, że ich ekosystemowe przystosowywanie się do zmian otoczenia jest ściśle uzależnione od specyficznych umiejętności menedżerów i personelu operacyjnego, umiającego funkcjonować na granicy uporządkowania i chaosu oraz w warunkach stałej improwizacji przy realizacji pozornie sprzecznych celów działania.

W praktyce nadal jednak wśród menedżerów dominuje pogląd, że tworzenie kultury proekologicznej oraz podejmowanie działań przyjaznych środowisku prowadzi do

¹³ C. R. Carter, D. S. Rogers: A framework of sustainable supply chain management, management: moving toward new theory”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38 Issue: 5, pp. 360-387

¹⁴ R.A. Eltantawy, G.L. Fox, L. Giunipero: Supply management ethical responsibility: reputation and performance impacts, *Supply Chain Management: An International Journal* 2009, Vol. 14 No. 2, s. 99-108.

¹⁵ L. Spence, M. Bourlakis: The evolution from corporate social responsibility to supply chain responsibility: the case of Waitrose, *Supply Chain Management: An International Journal* 2009, vol.14, nr 4, s. 295

¹⁶ R.B.Chase, F.R.Jacobs, N.J.Aquilano: *Operations Management for Competitive Advantage*, McGraw-Hill, New York 2007, s.73

wzrostu kosztów. Dlatego upowszechnienie koncepcji „zielonych łańcuchów dostaw”, a w tym Zielonej Kolei wymaga posiadania odpowiedniej wiedzy i determinacji kadry zarządzającej. Do 7 czynników krytycznych, które mogą stać się czynnikami sukcesu „zielonego łańcucha

dostaw”, zalicza się: zaangażowanie kierownictwa, zaangażowanie pracowników, szkolenia, projektowanie zielonych produktów, właściwe zarządzanie dostawcami produktów i usług, pomiar procesów, zarządzanie szeroko rozumianą informacją¹⁷.

Zielona Kolej dla zielonych łańcuchów dostaw

W obecnych warunkach tylko kolej może stać się prawdziwie zeroemisyjnym środkiem transportu będącym elementem „zielonego łańcucha dostaw”. Coraz większa liczba klientów usługodawców logistycznych zwraca uwagę na konieczność ograniczania śladu węglowego wykonywanych przez nich czynności przewozowych. W odpowiedzi na to, przewoźnicy kolejowi zwiększają swoje zainteresowanie zakupem energii trakcyjnej pozyskiwanej z OZE. W Polsce stało się to udziałem DB Cargo Polska i CTL Logistics – czołowych towarowych przewoźników kolejowych, którzy tym samym przystąpili do realizacji programu Zielona Kolej. W lutym i kwietniu 2021 r. oba podmioty podpisały z integratorem programu, firmą PKP Energetyka, listy intencyjne dotyczące m.in. wypracowanie zasad zasilania przewozów kolejowych energią

trakcyjną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii. W przypadku DB Cargo już od stycznia 2022 roku połowa energii trakcyjnej dostarczanej do przewoźnika będzie przyjazna dla środowiska, a docelowo, od stycznia 2023 roku będzie to 100% wolumenu. Obecnie odsetek zielonej energii w miksie energetycznym na kolei w Polsce wynosi zaledwie 12%. Dzięki zrealizowaniu postanowień podpisanych porozumień, obaj przewoźnicy będą mogli zaoferować swoim klientom jeszcze bardziej ekologiczny transport towarów. Oznaczać to będzie „zazielenienie” sporej części polskich kolejowych przewozów towarowych. W 2020 r. DB Cargo Polska i CTL Logistics wykonali łącznie ponad aż 20% kolejowych przewozów towarowych jeśli chodzi o masę przewiezionych ładunków i niemal 9,5% całości pracy przewozowej¹⁸.

Nowoczesne koncepcje logistyki jako kierunki profilowania zielonej kolei

Czwarta rewolucja przemysłowa (*Industry 4.0*) oznacza nastanie nowej epoki odznaczającej się wielkim ilościowym i jakościowym zaawansowaniem procesów zarządzania łańcuchami wartości. Polega ono na połączeniu fizycznych i cyfrowych procesów w gospodarce i wprowadzeniu przejrzystości informacji. Raport „Logistyka przyszłości 2019” przygotowany przez Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Logistyki i Magazynewania¹⁹, podkreśla takie zjawiska rewolucji przemysłowej jak Internet rzeczy, analizę Big Data, sztuczną inteligencję, koncepcje Smart Factory, automatyzację i robotyzację, zarządzanie informacją w chmurze. Mają już one skalę światową, w dużym stopniu wzmocnione zostały gwałtownym rozwojem e-commerce, jako odpowiedzi systemów dystrybucji na zagrożenia pandemiczne wywołane przez Covid-19. Wszystkie te nowe trendy gwałtownie przełożyły się na koncepcję Logistyki 4.0 zmierzającej do digitalizacji i szerokiego stosowania innowacji w technikach realizacji procesów logistycznych. Przedsiębiorstwa i instytucje, w tym także te zajmujące

się wdrożeniem „zielonej kolei”, muszą zmierzyć się z wejściem w epokę Logistyki 4.0 stając przed następującymi wyzwaniami:

- skrócenie czasu realizacji zamówień poprzez elastyczność działania i szybką reakcję,
- cyfryzacja i automatyzacja łańcuchów dostaw, także w wersji „zielonej”,
- strategia wszechkanaowości (*omnichannel*),
- wykorzystanie analizy Big Data do przewidywania potrzeb klientów,
- kontrola i identyfikowalność każdego łańcucha dostaw łącznie z koncepcją *blockchain*, czyli rozproszonej bazy danych, zapewniającej pełną transparentność i większe bezpieczeństwo danych przesyłanych w obrębie systemów logistycznych.

Niestabilność współczesnych dynamicznych łańcuchów dostaw i niepełne wykorzystanie zasobów magazynowych i transportowych stwarza podwaliny pod wykorzystanie stosunkowo nowej koncepcji tzw. gospodarki współ-

¹⁷ B. Tundys: Zielony łańcuch dostaw w gospodarce o określonym obiegu-zatożenia, relacje, implikacje [w:] A. Skowrońska, J. Witkowski (red.), Ekonomiczne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania logistyki, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2015, nr 383.

¹⁸ Dane eksploatacyjne w 2020 r., Urząd Transportu Kolejowego 2021.

¹⁹ <https://raport.ilim.lukasiewicz.gov.pl/>

dzielenia (*sharing economy*) nadmiernych zasobów (także energetycznych), które są przekazywane do dyspozycji innym organizacjom w zamian za uzyskanie określonych korzyści. W efekcie może prowadzić to do obniżenia

kosztów korzystania z określonych zasobów wskutek ich lepszego wykorzystania. Również ta koncepcja zostaje wykorzystana w założeniach projektu „zielona kolej”.

Logistyka 4.0 w czasach Przemysłu 4.0

Żyjemy w czasach czwartej rewolucji przemysłowej. Pierwsza z nich związana była z wynalezieniem silnika parowego i początkiem produkcji masowej (przełom XVIII i XIX w.), druga – z elektryfikacją i rozwojem taśmy produkcyjnej, a trzecia – rozpoczęta w drugiej połowie XX w. – z pojawieniem się komputerów. Przemysł 4.0 oznacza upowszechnienie w gospodarce systemów cyber-fizycznych (zakładających odwzorowanie procesów realnych w systemie informatycznym z jednoczesną daleko idącą automatyzacją), internetu rzeczy (IoT, Internet of Things), technologii mobilnych, big data, technologii blockchain, botów, wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości (Virtual i Augmented Reality), pojazdów autonomicznych czy przetwarzania chmurowego, dzięki czemu możliwe jest powstawanie inteligentnych fabryk wykorzystujących inteligentne sieci, budynki, mobilność i logistykę w celu komputeryzacji całego procesu wytwórczego²⁰. Logistyka 4.0 wychodzi poza granice pojedynczego przedsiębiorstwa, tworząc sieć wzajemnych powiązań w łańcuchu dostaw. Dochodzi do powiązania niezależnych systemów logistycznych, przy wykorzystaniu ogromnej ilości danych, określających automatyzację, organizację i przebieg procesów. Logistyka 4.0 wykorzystuje urządzenia autonomiczne, systemy automatyczne,

drony, czy technologie RFID (identyfikacja oraz komunikacja obiektów i osób przy pomocy fal radiowych). Wszystko to po to, aby przewoźnicy mogli w lepszy sposób planować swoje procesy, lepiej wykorzystywać swoje floty i krócej oczekiwać w punktach ładowania. W powstających łańcuchach logistycznych znaczenie kolei będzie się zwiększać – to jedyny środek transportu, który będzie w stanie w najbliższej przyszłości zapewnić zerowy ślad węglowy wykonywanych przez siebie przewozów. Jako że jest on jednak wciąż mocno powiązany z tradycyjnym modelem gospodarki (np. przewozami masowymi paliw kopalnianych), szczególnie istotne są dla niego inwestycje w digitalizację i cyfryzację. Efekty widoczne są u największych europejskich przewoźników – np. w przypadku DB Cargo funkcjonuje serwis Track&Trace, zbierający dane GPS z inteligentnych wagonów towarowych operatora (klienci mogą śledzić je online i sterować swoimi procesami logistycznymi i produkcją). Podmiot jest także w trakcie realizacji projektu cyfryzacji automatycznego sprzęgania wagonów. Wyposażenie niemal 500 tys. jednostek znajdujących się na torach w całej Europie umożliwi automatyczne zestawianie pociągów i wyeliminuje dużo pracy potrzebnej na ich przetaczanie i sprzęganie²¹.

Można także przywołać nieco zapomnianą koncepcję logistyki wirtualnej, która powinna pozwolić na realizację korzyści skali poprzez użytkowanie wspólnych zasobów przy jednoczesnym zachowaniu korzyści z realizacji indywidualnych zadań i transakcji poszczególnych firm²². Logistyka wirtualna opiera się na traktowaniu zasobów logistycznych (zapasów i transportu) jak towarów w sposób podobny do tego, jak banki traktują walutę. Oznacza to, że zasoby logistyczne mogą być pożyczane lub sprzedawane, konsolidowane w sposób elastyczny, dzielone czy alokowane. Takie założenie zmienia całkowicie kształt systemów logistycznych oraz poziom ich efektywności.

Oprócz zapasów zabezpieczanych w tradycyjnych kanałach logistycznych, w logistyce wirtualnej pojawiają się także fizyczne wirtualne zapasy produktów, które mogą

zostać pozyskane niezależnie od ich umiejscowienia, poprzez transakcje kupna i sprzedaży, a także „pożyczania” produktów bez zmiany ich lokalizacji. Fizyczna lokalizacja poszczególnych zasobów nie jest tak istotna; jedyną barierą zdalnego wykorzystania tych zasobów jest koszt ich dostępności. W ten sposób wirtualna logistyka, opierająca się o rozległe systemy informacyjne i Internet, może dokonywać **substytucji transportu** poprzez szereg transakcji, doprowadzających do szybkiego dotarcia fizycznego produktu do zainteresowanego odbiorcy. W ten sposób **eliminuje się kosztowne procesy transportu** i zwiększa się opłacalność procesów zaopatrzenia i dystrybucji, poprawia się poziom obsługi klienta oraz skraca się okresy dostawy. Tego typu rozwiązania w sposób komplementarny mogą skutecznie wesprzeć skuteczność „zielonej kolei”, eliminując częściowo potrzebę transportu produktów. Praktyka wskazuje, że

²⁰ K. Nowicka, M. Szymczak, Logistyka i łańcuchy dostaw w obliczu czwartej rewolucji przemysłowej, [w:] „Studia Biura Analiz Sejmowych”, nr 3(63)/2020, s. 61-84.

²¹ Potrzebujemy kolei, jeśli chcemy osiągnąć europejskie cele klimatyczne, Polska Gazeta Transportowa, 8 kwietnia 2021.

²² M. P. Clarke: Virtual logistics. An introduction and overview of the concepts, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 28 No. 7, 1998, s. 486-507.

wirtualizacja logistyki w zakresie fizycznych produktów to na razie koncepcja dość futurystyczna, choć całkowicie możliwa w dobie dzisiejszej techniki. W wyżej przedstawionej sytuacji dynamika systemów transportowych znacznie rośnie, zaś wzrost skali działania operacji transportowych jest niepewny. Przykładowo, wirtualny handel zasobami logistycznymi nie gwarantuje stałego wzrostu wolumenu przewożonych ładunków (co ogranicza nie tylko koszty, ale też niepożądane emisje), bowiem może w dużym stopniu ograniczyć zapotrzebowanie na fizyczne przemieszczanie zasobów. Wirtualizacja następuje także w obrębie zasobów ludzkich choćby poprzez szersze zastosowanie pracy czy nauki zdalnej, a także zmianę nawyków zakupowych społeczeństwa w kierunku e-commerce. Trudno przewidywalne zjawiska jak np. pandemia i inne zagrożenia powodują różny stopień zahamowania przemieszczania się ludzi. Czy zatem w tych okolicznościach można spodziewać się jednoznacznie wzrostu zapotrzebowania na usługi transportowe, w szczególności na przewozy kolejowe?

Przewozy ładunków nie maleją, choć z pewnością nastąpiła rekonfiguracja kierunków przewozów oraz wykorzystania środków transportu. Rodzi się zatem pytanie, czy transport kolejowy w Polsce jest w stanie sprostać wymogom przemieszczania towarów i ludzi we współczesnych warunkach społeczno-gospodarczych? Potencjalni klienci transportu kolejowego stawiają bardzo wysokie wymagania takim usługom i tylko sprostanie przedstawionym powyżej wyzwaniom społeczno-gospodarczym może zmienić percepcję w zakresie tej gałęzi transportu. Jednak znaczny wzrost efektów skali w polskim transporcie kolejowym wskutek zmiany preferencji załadowców i pasażerów niekoniecznie musi być prawdopodobny.

Projekt Zielona Kolej jest jednak wartościową koncepcją restrukturyzacji energetycznej w operacjach transportowych. Poprzez realizację tego programu istnieje możliwość ograniczenia kosztów transportu, lepsze zabezpieczenie środowiska naturalnego i zainteresowanie opinii publicznej problemami zrównoważonej gospodarki, proekologicznych operacji logistycznych czy rzeczywistego wkładu w dobro natury i przyrody. Zielona Kolej to projekt wieloletni i przyszłościowy, a jego prawdziwa skuteczność i ekonomiczność będzie w pełni możliwa do oceny w bardziej zaawansowanych etapach wdrożenia. Z pewnością projekt ten jest wyrazem społecznej odpowiedzialności jego inicjatora i współrealizatorów. Powtarzając za Konfucjuszem, należy pamiętać, że „podróż tysiąca mil zaczyna się od jednego kroku”.

Autorzy raportu



Dr hab. Halina Brdulak **Prof. Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie**

Profesor Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, przewodnicząca komisji rektorskiej ds. społecznej odpowiedzialności SGH, kierowniczka studiów podyplomowych „Lean w usługach”. Członkini Rady UN Global Compact Network Poland (UN GCNP Board) na kadencję 2021-2024, Rady Naukowej Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego, Rady Programowej miesięcznika „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, kwartalnika „Transport and Logistics”, „Kobieta i Biznes”. Ekspertka UNGC i Polskiego Instytutu Transportu w zakresie zrównoważonych łańcuchów dostaw. Inicjatorka wdrażania filozofii Lean w firmach logistycznych. Propagatorka EDI. Autorka rankingu branży TSL, publikowanego w cyklu corocznym od 26 lat, obecnie we współpracy z Dziennikiem Gazetą Prawną. Prezesa Międzynarodowego Forum Kobiet (2006-2012), obecnie honorowa prezeska. Ściśle współpracuje z praktyką. Autorka wielu publikacji z zakresu handlu zagranicznego, logistyki, zarządzania różnorodnością, negocjacji, zrównoważonego rozwoju i nowych technologii. Globtroterka, joginka, miłośniczka żeglarstwa i turystyki rowerowej.



Natalia Hatałska **analityczka trendów, publicystka, założycielka** **i prezeska instytutu badań nad przyszłością infuture.institute**

Uznawana za jeden z 10 najważniejszych autorytetów polskiego biznesu. Nagrodzona tytułem Digital Shaper w kategorii wizjoner – przyznawanym osobom, które mają ponadprzeciętny wkład w rozwój gospodarki cyfrowej w Polsce. Financial Times umieścił ją na liście New Europe 100 – listy 100 osób z Europy Środkowo-Wschodniej, które zmieniają społeczeństwo, politykę i biznes, prezentując nowe podejście do dominujących problemów. Autorka książki „Wiek paradoksów. Czy technologia nas ocali?”.



Dr Michał Wolański **adiunkt w Instytucie Infrastruktury, Transportu** **i Mobilności Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie**

Przebywał na stypendiach i stażach w University of Leeds, University of Sydney, Fachhochschule Gelsenkirchen oraz na Uniwersytecie Gdańskim. Specjalizuje się w kwestiach ekonomiki transportu i budownictwa infrastrukturalnego, polityki infrastrukturalnej, ewaluacji oraz zrównoważonej mobilności. W ramach działalności na SGH jest twórcą i kierownikiem czterech edycji studiów podyplomowych Zarządzanie w transporcie kolejowym / Raliway Manager realizowanych dla PKP Intercity i DB Cargo Polska.

Uczestnik międzynarodowych projektów badawczych, dotyczących elektromobilności, takich jak Trolley, TIDE, Eliptic i Trolley 2.0. Prowadzi również działalność doradczą w ramach firmy Wolański sp. z o.o., współpracując z takimi podmiotami, jak Bank Światowy, Centrum Unijnych Projektów Transportowych, czy ministerstwo właściwe do spraw rozwoju regionalnego.



Paulina Kozłowska **analityk transportowy i ekonomiczny**

Absolwentka Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie. Od 6 lat jest związana z Wolański sp. z o.o., gdzie pracuje jako analityk i kierownik projektów. Specjalizuje się w wykorzystaniu ilościowych metod badawczych, m.in. metod kontrfaktycznych. Jej zainteresowania naukowe, zawodowe i prywatne koncentrują się na transporcie i mobilności.

Uczestniczyła w ponad 20 badaniach naukowych i ewaluacyjnych. Ponadto współpracowała z różnymi podmiotami, takimi jak Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Polska Akademia Nauk, międzynarodowe firmy doradcze, ministerstwa i instytucje publiczne czy jednostki samorządu terytorialnego.



Dr hab. inż. Krzysztof Perlicki
prof. ndzw. Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechniki Warszawskiej

Krzysztof Perlicki jest zatrudniony w Politechnice Warszawskiej od roku 1996. Początkowo jako asystent, następnie po obronie doktoratu (w roku 1999) na stanowisku adiunkta i po uzyskaniu tytułu doktora habilitowanego na stanowisku profesora uczelni (od roku 2011). Pracuje w Instytucie Telekomunikacji, Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej; pełnił funkcję Kierownika Zakładu Systemów Telekomunikacyjnych w kadencji 2016-2020; jest członkiem Rady Wydziału i członkiem Prezydium Rady Dyscypliny Informatyki Technicznej i Telekomunikacji. Od września 2020 roku sprawuje funkcję prodziekana ds. ogólnych Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych. W latach 2015-2019 był ekspertem Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN, a w bieżącej kadencji pełni funkcję sekretarza tego komitetu. Krzysztof Perlicki jest autorem ponad 100 publikacji naukowych, 4 książek oraz autorem 9 patentów polskich i europejskim.



Dr hab. Danuta Kisperska-Moroń
prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach

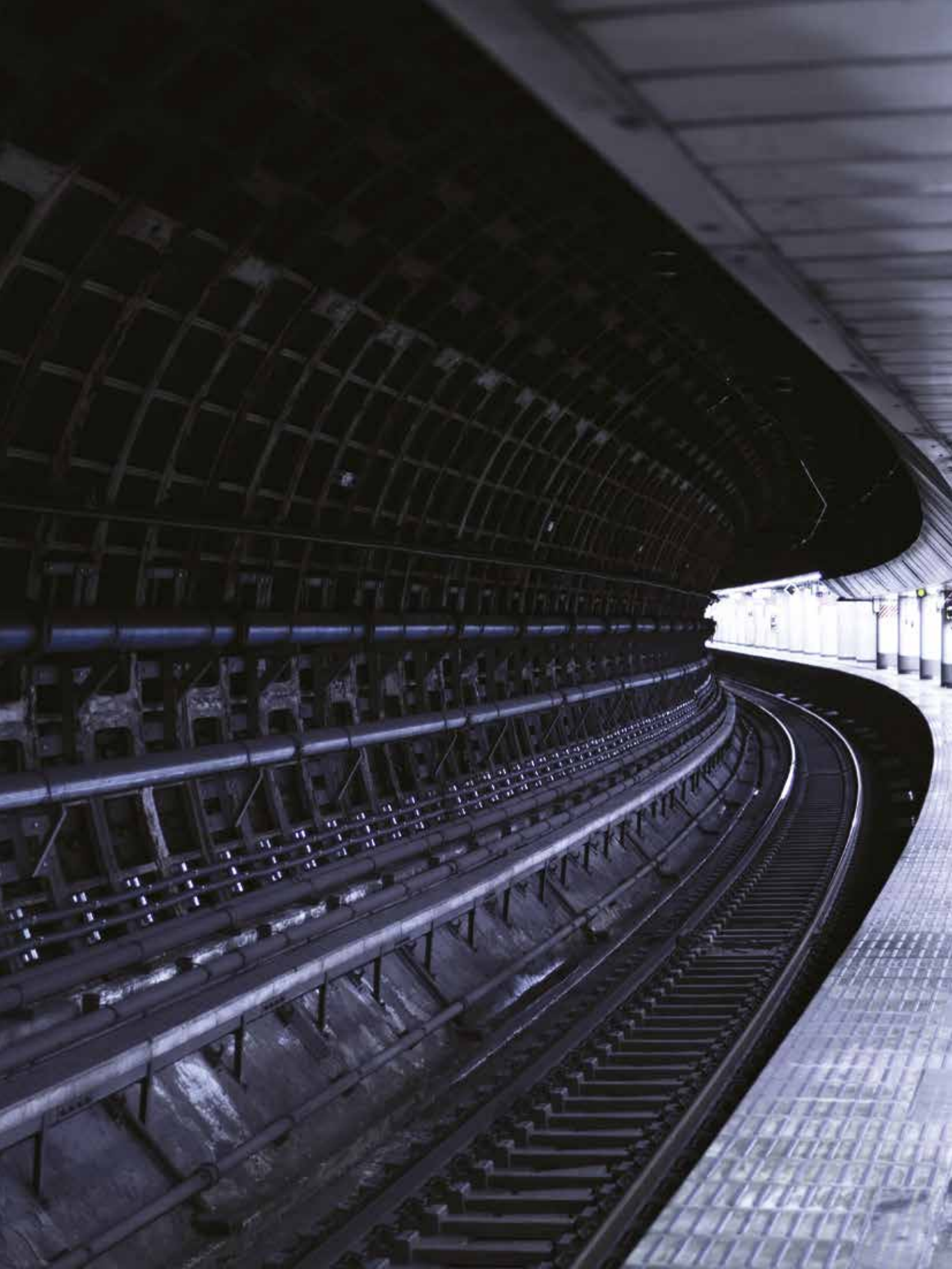
Danuta Kisperska-Moroń jest profesorem w Katedrze Logistyki Ekonomicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.

Oprócz doświadczenia w polskiej gospodarce posiada bogate doświadczenie międzynarodowe, m.in. jako stypendystka Fulbrighta w Pennsylvania State University (USA), kierownik programu badawczego nt. benchmarkingu łańcuchów dostaw w Cranfield University (Wielka Brytania), badacz w Lund University (Szwecja). Kierowała dwoma międzynarodowymi programami dydaktycznymi TEMPUS w dziedzinie opracowania programów kształcenia w zakresie logistyki, sponsorowanymi przez Komisję Europejską. Kierowała wieloma projektami naukowymi w Polsce i na arenie międzynarodowej. Jest autorem i redaktorem naukowym wielu publikacji w dziedzinie logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw. Jest wice-przewodniczącą Zarządu Polskiego Towarzystwa Logistycznego, a także członkiem Zarządu European Logistics Association oraz członkiem Research & Development Committee ELA.



Dr Andrzej Piotrowski

Od 30 lat zajmuje się kreowaniem rozwiązań dla gospodarki opartej o innowacje i zaawansowane technologie. W 1989 kierował zespołem, przygotowującym dla Komisji Wspólnot Europejskich program telefonizacji wsi na zasadach rynkowych. Powołany przez KWE (1990) na przewodniczącego grupy ekspertów, a następnie Dyrektora Generalnego programu (6 mln ECU). Doradzał Rządowi Łotwy w prywatyzacji i Regionalnemu Rządowi Flamandii w aktywizacji usług multimedialnych. Z inwestorami amerykańskimi powołał przedsiębiorstwo Joint-Venture, wytwarzające PABX-y. Z Rand Corporation Group współtworzył studium podsumowujące realizację programów PHARE (poczta i telekomunikacja). W Centrum im. Adama Smitha kierował Instytutem eGospodarki. Pełnił obowiązki Prezesa Zarządu Exatel S.A. (2007/8). Podsekretarz stanu w Ministerstwie Gospodarki (2007). Wykładowca Instytutu Telekomunikacji WEiTI Politechniki Warszawskiej (1993-2012). Podsekretarz stanu w Ministerstwie Energii (2016-2018) odpowiedzialny za elektroenergetykę, OZE i energetykę jądrową. Wiceprezes PGE Systemy (2018-2020) odpowiedzialny za program LTE450.





UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT

Największa na świecie inicjatywa skupiająca biznes działający na rzecz zrównoważonego rozwoju. Zainaugurowana przez Sekretarza Generalnego ONZ w 2000 r. Skupia firmy tworzące strategie i działania w oparciu o dziesięć uniwersalnych zasad (10 Principles) w obszarach praw człowieka, standardów pracy, ochrony środowiska, przeciwdziałania korupcji oraz podejmowania działań pomagających osiągnąć Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ (SDGs).

UN GLOBAL COMPACT NETWORK POLAND

Sieć krajowa z niezależnym sekretariatem prowadzonym oraz zarządzanym przez Fundację Global Compact Poland. Stanowi biuro projektowe oraz lokalny punkt kontaktowy i informacyjny dla polskich członków oraz sygnatariuszy UN Global Compact. Identyfikuje wyzwania i możliwości w zakresie zrównoważonego rozwoju. Zapewnia praktyczne wskazówki oraz promuje działania na rzecz realizacji celów ONZ. Dodatkowo UN GCNP wspiera merytorycznie polskich członków UN Global Compact w wypełnianiu rocznego obowiązku raportowania niefinansowego, z podejmowanych przez firmę działań i osiągniętych rezultatów.

KNOW-HOW HUB

Think-tank i ośrodek naukowy założona w 2011 roku jako element składowy UNDP w Polsce. Know-How Hub to platforma wiedzowa gromadząca szereg ekspertów, którzy tworzą oraz wdrażają projekty rozwojowe na poziomie krajowym. Think-tank jako niezależny komitet doradczy sprawuje funkcję Rady Naukowej przy Global Compact Network Poland.



Global Compact
Network Poland



Know-How Hub
Centrum Transferu Wiedzy

WYDAWCA:



UN Global Compact
Network Poland
ul. Emilii Plater 25/64
00-688 Warszawa

Network Poland



Know-How Hub
Centrum Transferu Wiedzy

REDAKCJA:

Kamil Wyszowski
Zofia Piwowarek
Marta Rogalska
Michał Grobelny

Projekt graficzny i skład:

Agnieszka Skopińska
www.rebelzoo.eu

Zdjęcia:

unsplash.com
str. 31: Łódzka Kolej Aglomeracyjna
str. 55: Koleje Śląskie

Druk:

PrintPoint – Centrum Produkcyjne

PROGRAM ACTIVITIES SUPPORTING IMPLEMENTATION OF SDG TARGETS:



Network Poland

ul. Emilii Plater 25/64
00-688 Warszawa
www.ungc.org.pl

ISBN 978-83-958559-4-8



9 788395 855948

