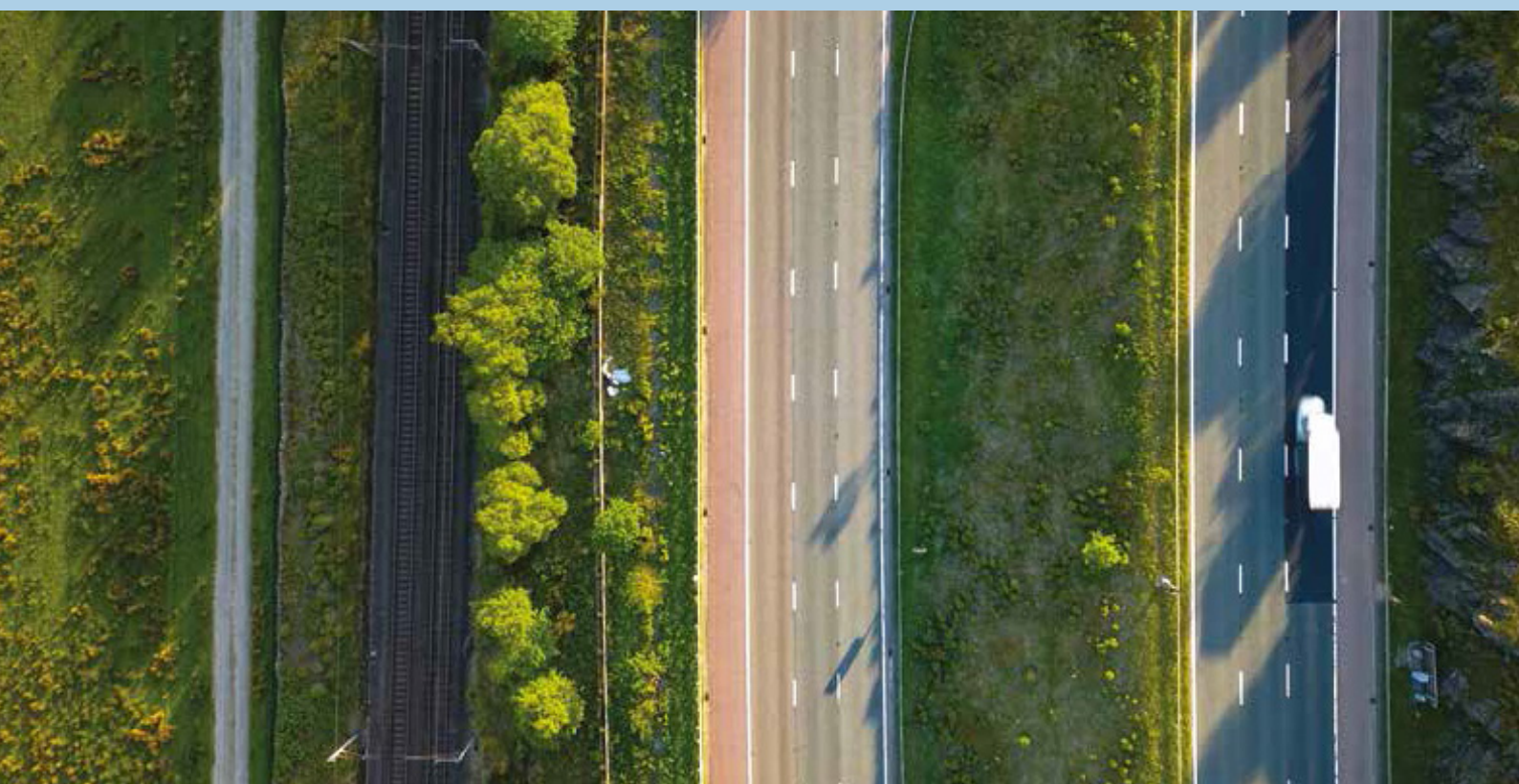
ZRÓWNOWAŻONY TRANSPORT – droga do neutralności klimatycznej

Global Compact Network Poland

Know-How Hub Centrum Transferu Wiedzy

PARTNER: WOLAŃSKI



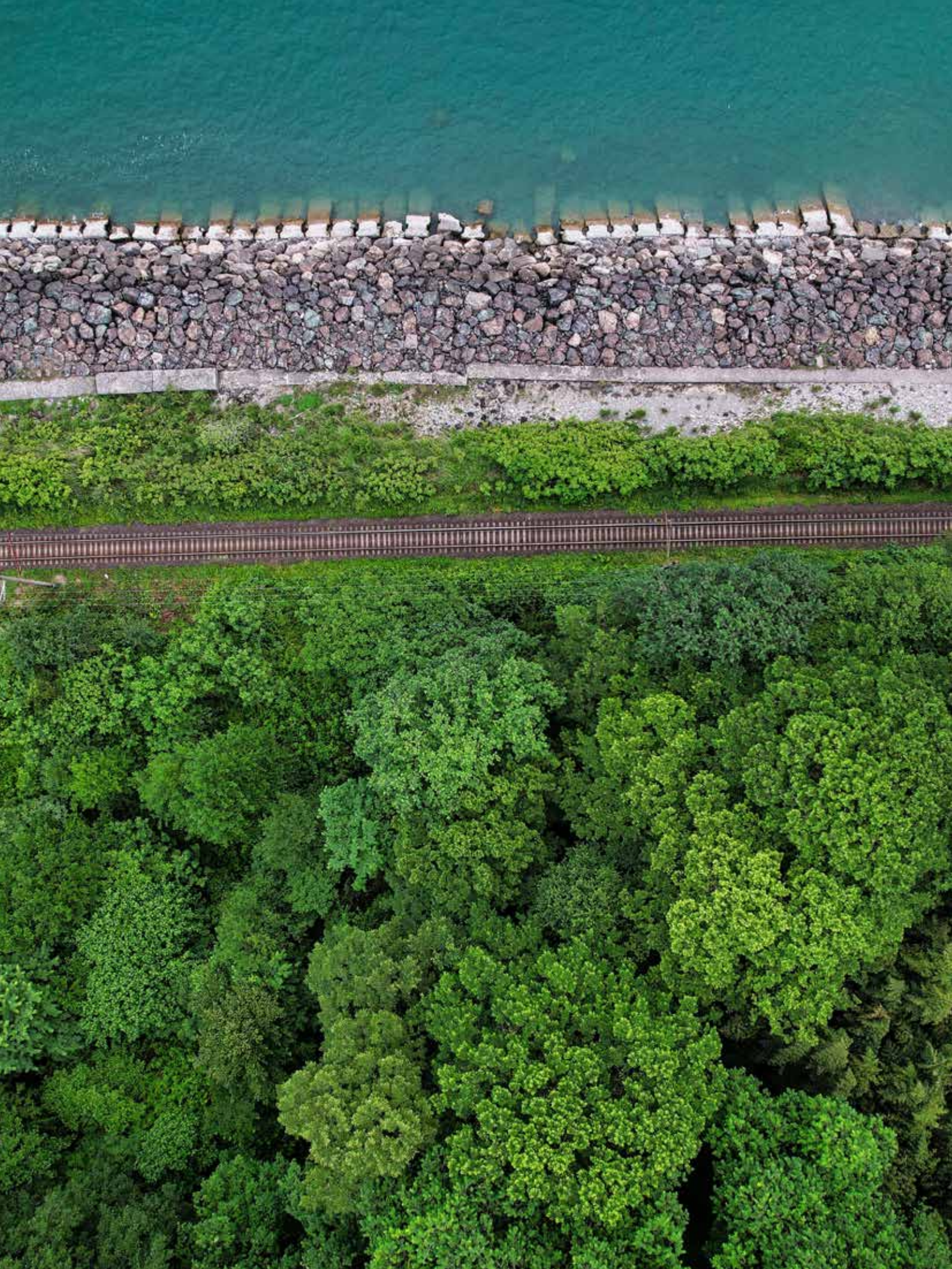
Network Poland

ZRÓWNOWAŻONY TRANSPORT – droga do neutralności klimatycznej

Global Compact Network Poland

Know-How Hub Centrum Transferu Wiedzy

PARTNER: WOLAŃSKI



RAPORT POWSTAŁ W WYNIKU POROZUMIENIA RAMOWEGO UN GLOBAL COMPACT NETWORK POLAND Z:

Ministerstwem Funduszy i Polityki Regionalnej na rzecz realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ w szczególności Celu 7 dotyczącego czystej energii (Affordable and Clean Energy).

Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej

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

THE TEN PRINCIPLES OF THE UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT

HUMAN RIGHTS

1 Businesses should support and respect the protection of internationally proclaimed human rights; and

2 make sure that they are not complicit in human rights abuses.

LABOUR

3 Businesses should uphold the freedom of association and the effective recognition of the right to collective bargaining;

4 the elimination of all forms of forced and compulsory labour;

5 the effective abolition of child labour; and

6 the elimination of discrimination in respect of employment and occupation.

ENVIRONMENT

7 Businesses should support a precautionary approach to environmental challenges;

8 undertake initiatives to promote greater environmental responsibility; and

9 encourage the development and diffusion of environmentally friendly technologies.

ANTI-CORRUPTION

10 Businesses should work against corruption in all its forms, including extortion and bribery.

We are already close to the 1.5 degrees Celsius upper limit agreed in Paris. The door is closing for action on climate, nature and pollution.

We must act together, smartly, and quickly, to make the next nine years count. Transport, which accounts for more than one quarter of global greenhouse gases, is key to getting on track.

We must decarbonize all means of transport, in order to get to net-zero emissions by 2050 globally.

António Guterres
Secretary-General of the United Nations
Chair of the UN Global Compact Board

WOR
ECON
FOR

The climate crisis is going to affect all of us in some way, shape and form. It is imperative that businesses look at what their emissions footprint is and therefore what the right type of action is. It may be in the mitigation space, or the adaptation space or the resilience space, or it may be that a company has an enormous opportunity to shift its financing in favour of climate action.

Sanda Ojiambo
Assistant Secretary-General of the United Nations Global Compact, CEO & Executive Director UN Global Compact

DANE WPROWADZAJĄCE

57%

popytu na ropę naftową pochodziło z transportu w 2020 r.

Źródło: IEA Global Energy Review 2020

24%

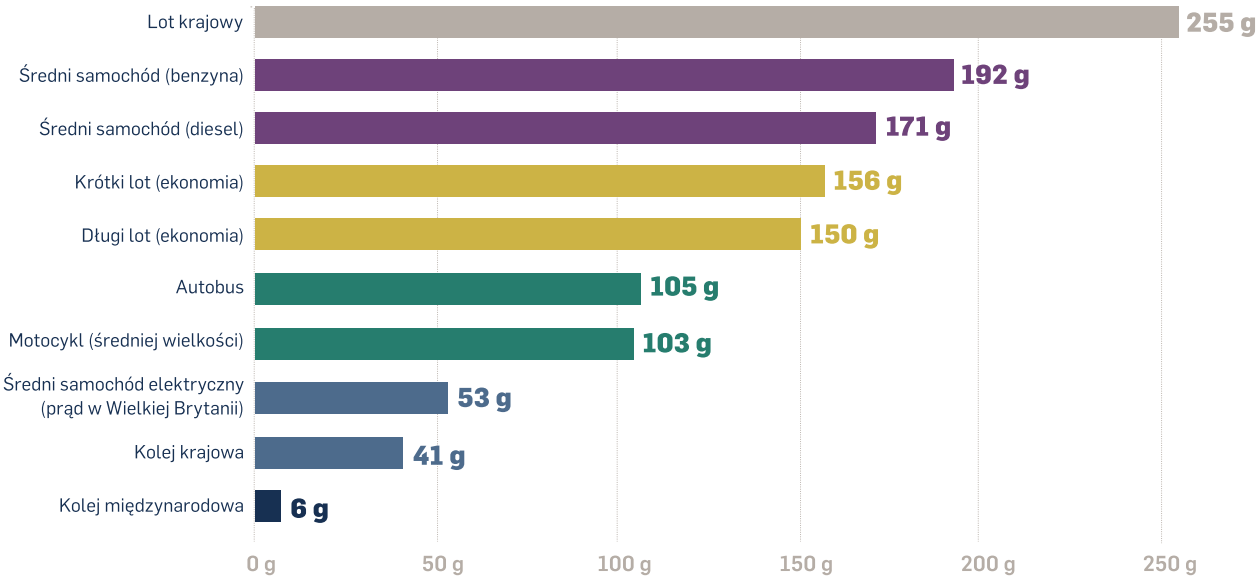
bezpośrednich emisji CO_2 ze spalania paliw pochodziło z sektora transportu w 2020 r.

Źródło: IEA Transport- improving the sustainability of passenger and freight transport. 2020

Europejski Zielony Ład zakłada redukcję emisji gazów cieplarnianych **o 90% do 2050 roku**

Ślad węglowy podróży w przeliczeniu na kilometry

Ślad węglowy podróży mierzony w gramach ekwiwatentu CO_2 na pasażero-kilometr (w 2018 r.)
Wliczono w niego efekt cieplarniany związany z wysokością emisji w lotnictwie



Note: Data is based on official conversion factors used in UK reporting. These factors may wary slightly depending on the country, and assumed occupancy of public transport such as buses and trains.

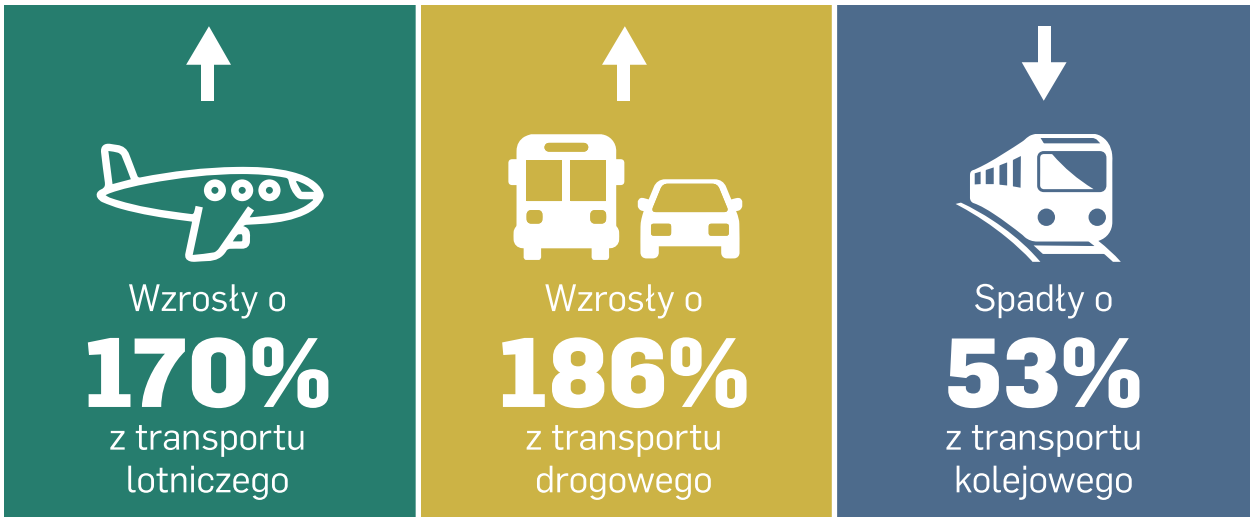
Źródło: UK Department for Business, Energy & Industrial Startegy, Greenhouse gas reporting: conversions factors 2019.

20,4%

wszystkich emisji CO_2 w Polsce w 2019 r. pochodziło z transportu

Źródło: KOBiZE 2021

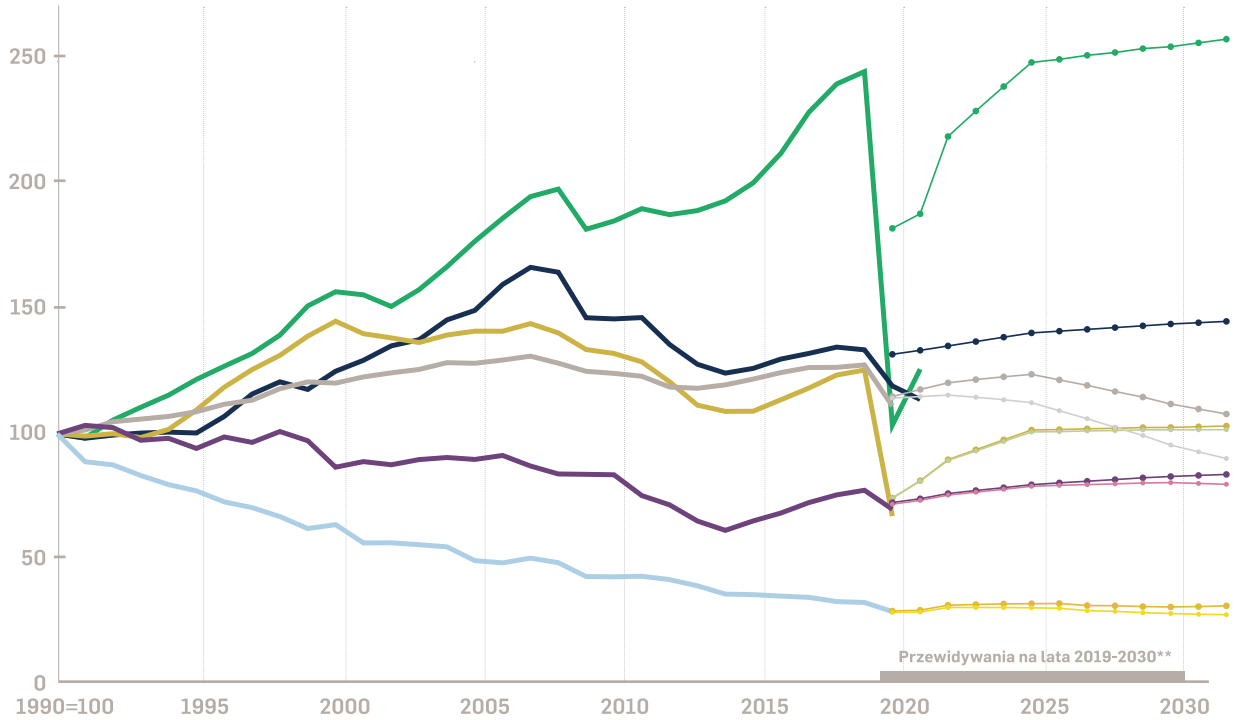
W Polsce w latach 2005-2019 emisje CO_2:



Źródło: KOBiZE 2021

Emisja gazów cieplarnianych ze środków transportu w UE*

– zmiana poziomu emisji od 1990 roku



*z wyłączeniem Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanii
** Przewidywania z użyciem istniejących pomiarów
*** Spadek liczby lotów w 2020 roku spowodowany restrykcjami Covid-19

Źródło: Europejska Agencja Środowiska (2022), Eurostat [avia_paoc] (2022)

PODSUMOWANIE

Transport oparty na paliwach kopalnych stanowi nieodłączną częścią życia w nowoczesnym świecie, dlatego dekarbonizacja transportu stawiana jest jako jeden z najważniejszych celów związanych z ochroną klimatu. Badania Międzynarodowej Agencji Energetyki wskazują, że sektor transportowy w 2020 r. odpowiadał za 57% światowego popytu na ropę. W konsekwencji udział tego sektora w światowej emisji dwutlenku węgla sięga aż 24%.

Niniejsza publikacja przedstawia drogę do dekarbonizacji sektora transportowego i rozpowszechnienia niskoemisyjnego transportu. Droga, którą sugerujemy, została opracowana w oparciu o trzy niezbędne do zmiany filary, które można nakreślić następująco: zmniejszenie popytu na transport, zastąpienie środków transportu mniej emisyjnymi oraz – najbardziej złożona – transformacja energetyczna w transporcie drogowym, morskim, kolejowym i lotniczym.

Pierwszy, zarazem najważniejszy z nich, można osiągnąć dzięki zmianie indywidualnych nawyków transportowych czy systemów logistycznych przedsiębiorstw. Dekarbonizacja transportu nie jest możliwa bez współpracy i wzajemnego zrozumienia pomiędzy producentami, dostawcami i klientami, a także bez odpowiedniego zorganizowania samego procesu transportowego. Prawdziwym wyzwaniem staje się sposób organizacji łańcuchów dostaw, który maksymalizuje efektywność przewozów i w jak najmniejszym stopniu negatywnie oddziałuje na środowisko. Rozwiązaniem może okazać się dystrybucja oparta o sieć magazynów i połączeń, która sprzyja bardziej efektywnemu wykorzystaniu samochodów ciężarowych. Nowoczesność w projektowaniu przestrzeni wewnątrz pojazdów pozwala w dużo większym stopniu ograniczyć niekompletne wypełnienie w transporcie drogowym towarów przeznaczonych dla wielu klientów. To, w połączeniu ze skróceniem łańcuchów dostaw, przy jednoczesnym utrzymaniu krótkiego terminu dostawy i optymalizacją przestrzeni może prowadzić do zmniejszania emisji śladu węglowego w branży. W przewozach osobowych zmniejszenie popytu na transport można osiągnąć, przenosząc spotkania biznesowe czy nawet pracę do sieci, co eliminuje potrzebę przemieszczania się fizycznie.

Drugim filarem podtrzymującym opisane przez nas dążenia do dekarbonizacji sektora jest systemowa zmiana środków transportu na mniej emisyjne. Za środek transportu o najmniejszym śladzie środowiskowym uznawana jest kolej. Wybór transportu kolejowego, poza oczywistym zmniejszeniem emisji, może ograniczyć koszty przedsiębiorstwa, co w rezultacie oznacza zwiększenie budżetu przeznaczonego na planowanie logistyczne. Zmiana przewozu towarów z ciężarówek na kolej pozwala obniżyć emisję CO_2 nawet o 200 ton rocznie na niektórych trasach. Przydatnym narzędziem w dekarbonizacji łańcucha dostaw jest organizacja przewozu ładunków w sposób intermodalny, czyli inkorporujący różne środki transportu, takie jak transport kolejowy, morski lub śródlądowy w zależności od warunków miejscowych. Średnio takie zmiany mogą zmniejszyć o połowę ślad klimatyczny danej trasy. Na szczególną uwagę w zwiększeniu udziału ekologicznych dostaw zasługuje również transport działający przy wykorzystaniu energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnego źródła, który odgrywa szczególnie ważną rolę w dekarbonizacji transportu na ostatniej mili. Jednak aktualnie, ze względu na problem z dostępnością punktów ładowania, wykorzystanie tego typu rozwiązań na szeroką skalę w Polsce mogłoby być trudne.

Ostatnim filarem, na którym skupiła się publikacja, jest transformacja energetyczna w transporcie drogowym, morskim, kolejowym i lotniczym. Dekarbonizacja każdego z wymienionych sektorów wiąże się ze szczególnymi wyzwaniami i nie jest równomiernie wymagająca. Elektromobilność ląd-

dowa staje się globalnym trendem, a coraz tańsze i jednocześnie bardziej pojemne akumulatory trakcyjne przekładają się na wzrost zasięgów pojazdów oraz ich przystosowywanie do ładowania z coraz wyższą mocą. Wątek ten dotyczy wciąż przede wszystkim transportu lądowego. Według danych Międzynarodowej Agencji Energetyki w 2021 r. łączna liczba zarejestrowanych na świecie pojazdów osobowych i dostawczych o napędzie elektrycznym (BEV) wyniosła ok. 11,2 mln szt. To oznacza, że od 2016 r. park samochodów całkowicie elektrycznych zwiększył się ponad 9-krotnie.

O ile transport drogowy odpowiada za około 70% emisji pochodzącej z transportu w krajach UE, to wciąż największym wyzwaniem pozostają transport morski i lotniczy, dla których nie ma równo dostępnych alternatywnych źródeł niskoemisyjnego napędu. Chociaż transport morski stanowi najbardziej efektywny pod względem emisji sposób transportu ładunków na duże dystanse, to ten prężnie rozwijający się sektor wciąż w 99% napędzany jest ciężkim olejem opałowym. Potrzebna jest pilna zmiana na alternatywne paliwa i systemy napędowe, a to stanowi wyzwanie ze względu na duże koszty oraz międzynarodowy charakter przewozów drogą morską, gdzie przepisy w tym zakresie musiałyby mieć charakter ogólnoświatowy. Wykorzystywanie jednostek napędzanych na wodór, amoniak, metanol czy nawet silniki elektryczne powinno stać się branżowym celem.

W odróżnieniu od transportu morskiego transport lotniczy należy do najbardziej oddziałujących na środowisko z uwagi na intensywność emisji. Mimo że w 2019 r. odpowiadał za 2,1% emisji gazów cieplarnianych na całym świecie, co może wydawać się małym odsetkiem, to szacuje się, że jedynie 20% populacji świata kiedykolwiek leciało samolotem. Długodystansowy transport lotniczy jest szczególnie trudny do dekarbonizacji ze względu na brak rozwiniętych technologii paliw alternatywnych oraz brak możliwości użycia silników elektrycznych z bateriami odpowiedniej wielkości. Mimo ciągle zwiększanej efektywności paliwowej w sektorze sektorze, emisje cieplarnianych z branży nieustannie rosną. Dlatego sposobem na natychmiastowe zmniejszenie emisji z lotnictwa jest ograniczenie niepotrzebnych przelotów. W dalszej perspektywie branża powinna na szeroką skalę zaadaptować alternatywne paliwa lotnicze oraz wprowadzić dalsze rozwiązania optymalizujące zużycie paliwa.

Z kolei dążenie do zrównoważonego rozwoju transportu kolejowego będzie jednym z kluczowych narzędzi do osiągnięcia celów klimatycznych Unii Europejskiej. Kolej to bowiem najbardziej ekologiczna forma transportu, której znaczenie powinno rosnąć. Po przeliczeniu na pasażera okazuje się, że pociągi produkują 3 razy mniej dwutlenku węgla niż samochody i aż 8 razy mniej niż samoloty. Dla zrównoważonego rozwoju sektora niezbędne jest zwiększenie przepustowości linii kolejowych, zmniejszenie kosztów dostępu do infrastruktury kolejowej, dalsza elektryfikacja trakcji lub zastosowanie wodoru lub biometanu w lokomotywach.

Przy rosnącej świadomości dotyczącej zmiany klimatu i skutków emisji CO_2 branża transportu wypracowuje coraz to nowsze narzędzia dla osiągniecia neutralności klimatycznej w perspektywie najbliższych lat. Przedstawienie w raporcie obecnych praktyk oraz planów biznesu w zakresie zmniejszania emisji z transportu daje dowód na szeroki wachlarz dostępnych rozwiązań, które muszą zostać wprowadzone możliwie szybko, jeśli chcemy osiągnąć cel Porozumienia Paryskiego, pozwalającego na ograniczenie wzrostu temperatury do 1,5°C w porównaniu do czasów przedprzemysłowych.

Wstęp do raportu

Żyjemy w świecie, który jest uzależniony od paliw kopalnych. Ta zależności nigdzie nie ujawnia się tak dobitnie jak w sektorze transportowym, który – według wyliczeń Międzynarodowej Agencji Energetyki – w 2020 r. odpowiadał za 57% światowego popytu na ropę. W rezultacie 24% światowych emisji dwutlenku węgla można przypisać temu sektorowi. Transport oparty na paliwach kopalnych jest nieodłączną częścią życia w nowoczesnym świecie. Jeśli sami nie korzystamy na co dzień z pojazdów spalinowych, to możemy być pewni, że produkty, które kupujemy, są nimi transportowane w oparciu o międzynarodowy łańcuch dostaw, a jedzenie, które spożywamy, wyrosło dzięki pracy maszyn rolnych zasilanych paliwem kopalnym. Nasze systemowe związanie z transportem zasilanym paliwem kopalnym podkreśla, jak ważne jest, aby w sposób zdecydowany dążyć do dekarbonizacji tego sektora.

W publikacji, którą składam na Państwa ręce, UN Global Compact Network Poland we współpracy z ekspertami oraz firmami partnerskimi przedstawia drogę do niskoemisyjnego transportu w oparciu o trzy filary. Pierwszym i najważniejszym jest zmniejszenie popytu na transport. Indywidualne nawyki transportowe czy systemy logistyczne firm są często nieefektywne i małym kosztem lub wręcz z zyskiem jesteśmy w stanie ograniczyć podróże, a tym samym emisje gazów cieplarnianych. Pandemia Covid-19 pokazała nam, że jesteśmy zdolni przenieść spotkania biznesowe do świata wirtualnego, a na wakacje pojechać w najbliższą okolicę zamiast na drugą półkulę. Skorzystajmy z tej lekcji.

Drugim filarem podtrzymującym opisane przez nas dążenia do dekarbonizacji sektora jest systemowa zmiana środków transportu na mniej emisyjne. Nie każdy rodzaj transportu ma taką samą intensywność emisji i niniejszy raport dobitnie pokazuje potrzebę, ale i możliwość, jaką daje zmiana samochodu ciężarowego czy osobowego na kolej.

Ostatnim filarem, na którym skupiamy się w publikacji, jest transformacja energetyczna w transporcie samochodowym, morskim, kolejowym i lotniczym. Dekarbonizacja każdego z wymienionych sektorów wiąże się ze osobnymi wyzwaniami i nie jest równomiernie wymagająca. O ile zmniejszenie emisyjności transportu kolejowego czy drogowego jest proste i dostępne za pomocą technologii funkcjonujących od dziesięcioleci, to transport morski i lotniczy stanowią większe wyzwanie ze względu na brak szeroko dostępnego niskoemisyjnego napędu odpowiadającego potrzebie pełnomorskich statków lub samolotów o międzykontynentalnym zasięgu. Co więcej, w ostatnich latach emisje z tych dwóch sektorów rosły najszybciej. To dobrze ilustruje. jak ważne jest podjęcie natychmiastowych działań dążących do ich dekarbonizacji.

Szczególnie cenne w niniejszym raporcie jest przedstawienie obecnych praktyk, jak i planów biznesu w zakresie zmniejszania emisji z transportu. Głos biznesu przypomina nam, że zmiany już zachodzą i na rynku istnieje wiele rozwiązań, które muszą zostać szerzej wprowadzone. Rozwiązania opracowane w raporcie pozwalają uwierzyć, że uda się osiągnąć cel redukcji 90% emisji z transportu do 2050 r., który postawiła przed sobą Unia Europejska, jak i spełnić cel Porozumienia Paryskiego zatrzymania wzrostu temperatury do 1,5°C. Jedyne, co nam pozostało, to wdrożyć ambitne wizje w życie. I tego sobie i Państwu życzę.

Kamil Wyszkowski
Representative and Executive Director,
UN Global Compact Network Poland

Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej

Grzegorz Puda
Minister Funduszy i Polityki Regionalnej

Szanowni Państwo,

Dążąc do osiągnięcia efektywnego, odpornego i zrównoważonego systemu transportowego, Polska podejmuje szereg działań, które mają na celu zminimalizowanie negatywnych skutków rozwoju tego sektora dla środowiska. Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej wspiera te działania, wykorzystując do tego dostępne w Polsce fundusze unijne. Kładziemy przy tym szczególny nacisk na rozwój transportu niskoemisyjnego i bezemisyjnego, wykorzystującego technologie cyfrowe, które umożliwiają racjonalne funkcjonowanie transportu publicznego, sprawniejsze zarządzanie taborem oraz integrację środków transportu, co służy bezpośredniemu ograniczaniu emitowanych zanieczyszczeń.

Przejście w stronę zrównoważonej mobilności wiąże się przede wszystkim z większym wykorzystaniem transportu kolejowego, zarówno na poziomie krajowym, regionalnym, jak i lokalnym. Działania podejmowane w ramach tego sektora dotyczą przede wszystkim zapewnienia stosownej infrastruktury dla płynnego i bezpiecznego ruchu kolejowego, elektryfikacji linii kolejowych oraz wdrożenia efektywnych systemów zarządzania ruchem. Inwestycje w sprawną i nowoczesną infrastrukturę, w tym poprawiającą dostępność i komfort podróży dla pasażerów, przyczyniają się do wzrostu udziału transportu kolejowego, a co za tym idzie – do ograniczenia emisyjności sektora transportu.

Swoimi działaniami wspieramy rozwój transportu miejskiego, który koncentruje się na stworzeniu warunków dla zrównoważonej mobilności przez zapewnienie sprawnego, efektywnego, inteligentnego i bezpiecznego nisko- i zeroemisyjnego systemu transportu publicznego w miastach, który jest dostępny dla wszystkich użytkowników. Stawiamy na integrację systemów transportowych w miastach i ich obszarach funkcjonalnych oraz uprzywilejowanie transportu publicznego w ruchu miejskim. Działania te mają zachęcić ludzi do częstszego korzystania z komunikacji zbiorowej, co przełoży się na ograniczenie szkodliwego wpływu transportu na środowisko.

Duże wyzwanie stanowi też zrównoważony rozwój transportu drogowego. Planowane działania z wykorzystaniem środków unijnych mają na celu uzupełnienie brakujących elementów sieci TEN-T oraz poprawę bezpieczeństwa na drogach. Usprawnienie ruchu i wyprowadzenie jego części poza centra miast przyczynią się do zmniejszenia presji na środowisko i poprawy warunków życia mieszkańców miast i miasteczek. Naszym celem jest również zwiększenie liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych i na wodór, co przełoży się na wzrost liczby samochodów zeroemisyjnych.

Wyzwaniem jest również ograniczenie oddziaływania na środowisko oraz zapewnienie odpowiednich standardów ochrony i bezpieczeństwa sektora lotniczego. W programie FEnIKS zawarte są działania zmierzające do zmniejszenia emisyjności i poprawy bezpieczeństwa transportu lotniczego. Zakres wsparcia będzie zgodny z kierunkami wyznaczonymi w krajowych i unijnych dokumentach strategicznych oraz będzie odpowiadał na potrzeby portów lotniczych, które dotyczą m.in. wykorzystania paliw alternatywnych, rozwijania technologii ekologicznych czy też ochrony środowiska i adaptacji do zmian klimatu.

W zakresie transportu morskiego jednym z wyzwań, jakie stoi przed tym sektorem, jest wpisywanie się inwestycji w cele Zrównoważonej Niebieskiej Gospodarki UE oraz wdrażanie przez porty morskie rozwiązań ekologicznych, bezemisyjnych oraz dekarbonizacyjnych. Zapewnienie takich standardów będzie priorytetem projektów, które zostaną zrealizowane w najbliższych latach.

Wierzę, że środki z funduszy europejskich wzmocnią zrównoważony rozwój systemu transportowego, dostosowanego do uwarunkowań otoczenia oraz potrzeb ludzi, którzy tam mieszkają i korzystają z różnych środków transportu. Ograniczenie negatywnego oddziaływania tego sektora na środowisko, w tym redukcja emisji gazów cieplarnianych, przyczyni się do poprawy jakości życia mieszkańców Polski.

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Przemysław Ligenza
Prezes Zarządu
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Cel: ekologiczny transport i zrównoważony rozwój

Transport przyszłości będzie zeroemisyjny – wokół tego perspektywicznego założenia w Europie i Polsce panuje zgodność. Pytanie brzmi tylko: w jaki sposób oraz w jakim tempie ma być osiągany ten strategiczny – ekologiczny i ekonomiczny, ale zarazem również społeczny – cel? Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, jako największa w Polsce instytucja finansów publicznych wspierająca ekorozwój kraju, prowadzi kilka programów priorytetowych, które pomagają wdrażać ideę czystego, „zielonego", zrównoważonego transportu. I to zarówno zbiorowego, jak i indywidualnego – wolnego od emitowania do atmosfery szkodliwych substancji (m.in. tlenków azotu, siarki i węgla), pyłów zawieszonych oraz CO_2.

Obecnie w Polsce sektor komunikacyjny odpowiada za około 15 proc. emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych. Programy realizowane przez NFOŚiGW mają na celu zwiększenie udziału pojazdów zeroemisyjnych (elektrycznych i wodorowych) w transporcie publicznym oraz indywidualnym, a przez to wydatnie wpłynąć na poprawę jakość powietrza. Elektromobilność to współczesny trend technologiczny, który odpowiada na główne wyzwania komunikacyjne: eliminuje problem smogu i rosnącej koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, a jednocześnie ogranicza hałas.

„ZTP", CZYLI ZEROEMISYJNE AUTOBUSY MIEJSKIE

„Zielony Transport Publiczny" to prowadzony w NFOŚiGW wieloletni program priorytetowy (odbyły się już dwa nabory wniosków), który realizuje potrzeby związane z transformacją polskiej komunikacji zbiorowej. Jego celem jest finansowe wspieranie przedsięwzięć prowadzących do obniżenia wykorzystania paliw emisyjnych. Dzięki dofinansowaniom w ramach tego projektu transport publiczny w Polsce ma być wzbogacony o ponad 600, ekologicznych autobusów – elektrycznych lub wodorowych.

Dotacje i pożyczki z programu „Zielony Transport Publiczny" na zakup autobusów zeroemisyjnych i tworzenie punktów ładowania oraz przeszkolenie kierowców i kadry technicznej nowo zakupionych pojazdów kierowane są do miast – zarówno metropolii, jak i mniejszych ośrodków, które również borykają się z problemem smogu. To także wsparcie dla samorządów, które eliminują zjawisko wykluczenia transportowego przez

rozwój komunikacji lokalnej. Zgodnie z założeniami rządowej strategii „Polska polityka energetyczna do 2040 r.", już od 2025 r. każdy przetarg na autobus w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców dotyczyć będzie pojazdów zeroemisyjnych. Program „ZTP" wspiera realizację tego celu, a to oznacza, że – biorąc pod uwagę cykl życia autobusów miejskich oraz dodatkowe zobowiązanie wynikające z „PEP 2040" – do 2030 r. w największych polskich miastach nie powinny jeździć autobusy inne niż zeroemisyjne.

Modernizacja (elektryfikacja i wodoryzacja) transportu zbiorowego w ramach „ZTP" ogranicza zanieczyszczanie powietrza poprzez wycofywanie z użytkowania pojazdów przestarzałych, wysokoemisyjnych, szkodliwych dla ludzi, klimatu i środowiska. Budżet programu to 2 mld zł, z czego 1,6 mld zł przypada na dotacje, a pozostałe 0,4 mld zł na preferencyjne pożyczki. Beneficjentami są organizatorzy transportu publicznego (samorządy) i operatorzy komunikacji zbiorowej (przedsiębiorstwa miejskie).

DOTACJE DO ZAKUPU AUT ELEKTRYCZNYCH

W ramach programu „Mój elektryk" osoby fizyczne mogą składać wnioski o dotacje do zakupionych nowych pojazdów zeroemisyjnych. Kwota wsparcia wynosi 18 750 zł, a w przypadku rodzin wielodzietnych – nawet 27 000 zł. Dofinansowanie jest przyznawane na zasadzie refundacji części poniesionych kosztów zakupu auta. Aby ją uzyskać, wystarczy przedstawić fakturę zakupu i przejść kilka prostych kroków w formularzu online. Procedura ubiegania się o dotację na „elektryka" jest prosta, szybka i odbywa się przy minimum formalności.

Program „Mój elektryk" przewiduje, że z bezzwrotnego dofinansowania do zakupu samochodów napędzanych energią elektryczną lub wodorem mogą korzystać także przedsiębiorcy i podmioty inne niż osoby fizyczne (różnorodne instytucje i organizacje). Wnioskodawcy niebędący osobami prywatnymi mają możliwość ubiegania się o dofinansowanie więcej niż jednego pojazdu, a wysokość dotacji jest uzależniona od rodzaju auta i przewidywanego przebiegu. Wsparcie zakupu pojazdów dostawczych kategorii N1 wynosi nawet do 70 tys. zł. Warunkiem jest zadeklarowanie średniorocznego przebiegu powyżej 20 tys. km.

Jednocześnie w ramach programu „Mój elektryk" odbywa się udostępnianie środków finansowych z przeznaczeniem na dopłatę do opłat ustalonych w umowach leasingu. System ich dystrybucji zaplanowany został jako przyjazny dla przedsiębiorców, zintegrowany z biznesowym modelem finansowania aut. Wnioski o dopłaty do leasingu pojazdów zeroemisyjnych składa się w firmie leasingowej, która przekazuje dokumenty do Banku Ochrony Środowiska S.A., a ten – w imieniu Narodowego Funduszu – podejmuje decyzję o przyznaniu dotacji i udziela dopłat ze środków powierzonych przez NFOŚiGW.

Budżet programu „Mój elektryk" wynosi obecnie 700 mln zł, z czego na dotacje dla osób fizycznych przeznaczono 100 mln zł, dla przedsiębiorców i innych podmiotów – 200 mln zł, a pozostałe 400 mln zł to dotacje ze środków udostępnionych BOŚ S.A. z przeznaczeniem na dopłaty do leasingu.

STACJE ŁADOWANIA „ELEKTRYKÓW” I TANKOWANIA WODORU

Szybki wzrost liczby samochodów elektrycznych i wodorowych w Polsce musi pociągać za sobą liczebny przyrost stacji i punktów zasilania tych pojazdów. Dlatego NFOŚiGW wdraża program pod nazwą „Wsparcie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury do tankowania wodoru”. Budżet programu wynosi 870 mln zł, co pozwoli znacznie zwiększyć dostępność ładowarek, również zlokalizowanych w małych i średnich miejscowościach. Z dotacji na budowę infrastruktury ładowania mogą korzystać samorządy, firmy, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe oraz rolnicy indywidualni. Celem jest upowszechnienie w Polsce samochodów zeroemisyjnych oraz rozwój przemysłu i usług w sektorach działających na rzecz elektromobilności. NFOŚiGW równolegle oferuje wsparcie dla operatorów sieci dystrybucyjnej na inwestycje związane z budową linii energetycznych oraz stacji transformatorowych, które są niezbędne do budowy punktów ładowania pojazdów. Na ten cel zostanie dodatkowo przeznaczony 1 mld zł.

„KANGUR” – BEZPIECZNA I EKOLOGICZNA DROGA DO SZKOŁY

Warto jeszcze dodać, że z programu „System Zielonych Inwestycji (GIS – *Green Investment Scheme*) – KANGUR – Bezpieczna i ekologiczna droga do szkoły” NFOŚiGW wspierał przedsięwzięcia zmniejszające zużycie paliw w transporcie w gminach. Dofinansowanie udzielone w ramach tego programu można było uzyskać na zakup nowych, elektrycznych autobusów szkolnych, przeszkolenie kierowców oraz modernizację lub budowę stacji ładowania pojazdów. W ramach dwóch naborów wniosków w programie „Kangur” udzielono dofinansowania (dotacje i pożyczki) ze środków NFOŚiGW dla 20 gmin w łącznej wysokości ponad 64 mln zł.

Spis treści

Dane wprowadzające.....12

Podsumowanie.....14

Kamil Wyszkowski
Przedstawiciel i Dyrektor Wykonawczy UN Global Compact Network Poland
Wstęp do raportu.....16

Grzegorz Puda
Minister Funduszy i Polityki Regionalnej.....18

Przemysław Ligenza
Prezes Zarządu, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
Cel: ekologiczny transport i zrównoważony rozwój.....22

I. Co to jest zrównoważona mobilność?

dr hab. Halina Brdulak
Przewodnicząca Rady Klimatycznej przy UN Global Compact Network Poland
Dekarbonizacja transportu – perspektywy i wyzwania.....34

dr Michał Wolański
Dominik Makurat
Wolański sp. z o.o.
Dekarbonizacja i efektywność energetyczna transportu w łańcuchach dostaw.....36

dr Michał Beim
adiunkt na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu,
członek Głównej Komisji Urbanistyczno-Architektonicznej
Perspektywy zrównoważonego transportu.....44

Joanna Lech
Edyta Boratyńska-Karpiej
Paweł Engel
Centrum Unijnych Projektów Transportowych
Dekarbonizacja transportu – cel na 2050 rok.....46

Agnieszka Szymczyk
James Falzon
European Bank of Reconstruction and Development
EBRD perspective on financing transport decarbonisation in Poland.....50

II. Zmniejszanie popytu na transport

dr Michał Wolański
Dominik Makurat
Wolański sp. z o.o.
Ograniczanie przewozów w Grupie Raben.....54
Ograniczanie śladu węglowego w spółce BSH.....55
Przeniesienie produkcji do Europy na przykładzie Northvolt.....56
Rynek elektroniki użytkowej rozwija się też w Polsce.....57
Santander Bank Polska, czyli jak branża usługowa może dekarbonizować transport....57
Amazon, czyli jak wozić dużo, ograniczając transport.....58
Maksymalizacja wydajności transportu w sieci sklepów Ikea.....59
Pozostałe praktyki w zakresie ograniczania zapotrzebowania na transport.....60

Aleksandra Robaszkiewicz
Lidl Polska
Nowoczesna technologia kluczem do sukcesu: jak Lidl Polska ogranicza emisję CO_2...64

Jacek Hutyra
Hanna Jaworska-Orthwein
Norbert Matuszewski
Orange.....66

III. Systemowa zmiana środków transportu na mniej emisyjne

dr Michał Wolański
Dominik Makurat
Wolański sp. z o.o.
Wykorzystanie ekologicznych środków transportu.....70

IV. Transformacja energetyczna: transport samochodowy

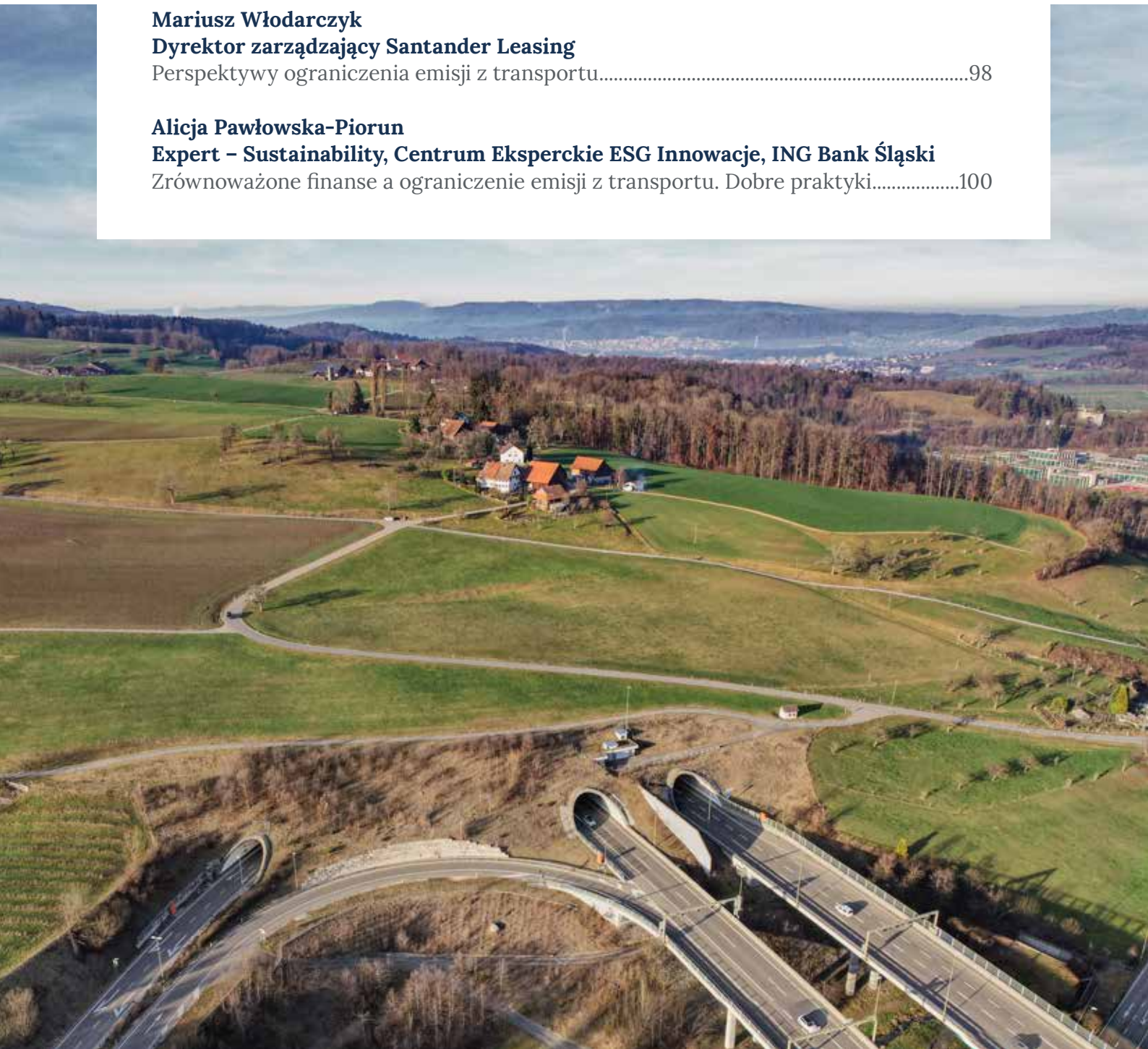
Prof. Marcin Ślęzak
Dyrektor Instytutu Transportu Samochodowego
Perspektywy rozwoju transportu drogowego w kontekście aktualnych wyzwań środowiskowych.....80

Jan Wiśniewski
Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych
Elektromobilność jako kluczowy megatrend w światowym sektorze transportu.....82

mgr inż. Wojciech Kusek
dr inż. Iwona Rackiewicz
Atmoterm SA
W jaki sposób samorządy miast i gmin kształtują swoją politykę zrównoważonego transportu?.....94

Mariusz Włodarczyk
Dyrektor zarządzający Santander Leasing
Perspektywy ograniczenia emisji z transportu.....98

Alicja Pawłowska-Piorun
Expert – Sustainability, Centrum Eksperckie ESG Innowacje, ING Bank Śląski
Zrównoważone finanse a ograniczenie emisji z transportu. Dobre praktyki.....100



V. Transformacja energetyczna: transport ciężarowy

Paulina Nesteruk
Sustainability Developer, IKEA Supply Chain Operations.....104

Piotr Ziółkowski
Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych
Transport ciężarowy.....106

VI. Transformacja energetyczna: transport morski

Bank Gospodarstwa Krajowego
Program BGK „Infrastruktura, Transport, Logistyka”.....116

Michał Grobelny
Zespół Doradców Gospodarczych TOR sp. z o.o.
Transport morski – paliwa alternatywne i efektywność energetyczna.....118

VII. Transformacja energetyczna: transport kolejowy

dr inż. Ignacy Góra
Prezes Urzędu Transportu Kolejowego
Kolej szansą na dekarbonizację transportu.....140

Janusz Malinowski
Przewodniczący Prezydium Rady Programowej
Centrum Efektywności Energetycznej Kolei
Program zielona kolej® podstawą zrównoważonego transportu.....142

Michał Grobelny
Zespół Doradców Gospodarczych TOR sp. z o.o.
Transport kolejowy – stworzony dla elektryczności i… wodoru?.....144

VIII. Transformacja energetyczna: transport lotniczy

Piotr Samson
Prezes Urzędu Lotnictwa Cywilnego
Perspektywy zrównoważonego rozwoju transportu lotniczego.....162

Zuzanna Pałejko
UN Global Compact Network Poland
Lotnictwo wobec kryzysu klimatycznego – wyzwania i rozwiązania.....164

I.
Co to jest zrównoważona mobilność?

dr hab. Halina Brdulak
Przewodnicząca Rady Klimatycznej przy UN Global Compact Network Poland

DEKARBONIZACJA TRANSPORTU – PERSPEKTYWY I WYZWANIA

Wzrostu temperatury, który skutkuje ociepleniem i w efekcie prowadzi do zmiany klimatu, nie da się powstrzymać bez dekarbonizacji transportu. Według różnych źródeł transport jest odpowiedzialny za około ¼ emisji dwutlenku węgla. W krajach UE transport (włączając żeglugę i lotnictwo) odpowiadał w 2019 r. za 32% emisji gazów cieplarnianych, co oznacza 24% wzrost w stosunku do roku 2000. Jeśli nie zostaną podjęte natychmiastowe działania w kierunku dekarbonizacji, to udział procentowy transportu w emisji może wzrosnąć do 40% w 2030 r., ponieważ w ciągu ostatnich 50 lat emisje w tej branży rosły szybciej niż w innych. Wynika to przede wszystkim z uwarunkowań geopolitycznych. Rozwój globalnych łańcuchów dostaw połączony z off shoringiem wpływał na poszukiwania przez przedsiębiorstwa tanich rynków surowcowych i rynków pracy bez uwzględnienia efektów środowiskowych. Czynnikiem kluczowym decyzji zarządczych i strategii był ciągły wzrost przychodów i zysków. Odległości między rynkami produkcji, rynkami zbytu, a także dywersyfikacja dostawców (w różnych częściach świata) spowodowała, że wykorzystywano w coraz większym stopniu różne gałęzie transportu do przewozu ładunków, ponieważ koszt transportu, a także energii stanowił kilka do kilkunastu procent całości kosztów, ponoszonych przez przedsiębiorstwo. Należy dodać, że w wyliczeniach kosztów nie uwzględniano kosztów zewnętrznych, związanych z negatywnym wpływem transportu na środowisko i na jakość życia.

Ponieważ w kolejnych latach oczekiwany jest dalszy wzrost popytu na środki transportowe (na bazie dotychczasowych trendów), udział emisji CO_2 może nawet wzrosnąć do 60% w 2050 r. (*Decarbonizing Transport in Europe. The Way Forward.* OECD -ITF, 2021). Transport w ponad 90% opiera się na ropie, tak więc perspektywa dekarbonizacji jest szczególnie trudna do realizacji w tej branży. W szczególności dotyczy to transportu ciężarowego, lotniczego oraz morskiego w przypadku przewozu ładunków oraz transportu samochodowego i lotniczego, a także statków wycieczkowych (cruiserów) w transporcie pasażerskim.

Dlatego też działania zmierzające do dekarbonizacji transportu wymagają decyzji politycznych, regulacyjnych, fiskalnych i powinny być powiązane ze zmianami strategii działania przedsiębiorstw oraz zmianami nawyków pasażerów. Zgodnie z opracowaniem ITF, które dotyczyło zarówno transportu pasażerskiego, jak też przewozów towarowych w miastach i poza miastem, wyodrębniono dwa scenariusze działania: ambitny i bardzo ambitny. Oba scenariusze zakładały, że niektóre zachowania związane z pandemią znikną, ale z kolei inne, jak przykładowo: praca zdalna, jazda na rowerze czy handel internetowy, zostaną na stałe. W scenariuszach uwzględniono również zmiany demograficzne, gospodarcze, makrotrendy, a także analizy i prognozy Banku Światowego, ONZ i OECD. Nie uwzględniano natomiast efektów wybuchu wojny w Ukrainie i związanych z tym kryzysów energetycznego i surowcowego. Przy czym przyjęto dwa kluczowe założenia: uznano, że scenariusze powinny odzwierciedlać ambitną, ale realistyczną politykę w zakresie oczekiwań redukcji CO_2 oraz że wnioski powinny wspierać cele Zielonego Ładu oraz Strategii Zrównoważonej i Inteligentnej Mobilności Unii Europejskiej.

Wyodrębniono 6 rodzajów narzędzi, niezbędnych do realizacji powyższych scenariuszy:

1. **Instrumenty ekonomiczne** (opłaty, w tym m.in. cena CO_2, opłaty portowe i lotnicze, opłaty za użytkowanie dróg, opłaty za parkingi i ograniczenia z tym związane)

2. **Instrumenty regulacyjne** (m.in. zachęty dla zerowej emisji, limity prędkości na drogach, ekonomiczny standard paliwa, zakaz używania pojazdów w mieście)

3. **Wzmocnienie infrastruktury** (rozwój szybkich kolei, poprawa planowania przestrzennego i planowanie rozwoju tranzytu, rozwój transportu publicznego)

4. **Zarządzanie operacyjne** (zachęty do optymalizacji ruchu samolotów, ekonomia współdzielenia: udostępnianie zasobów, integracja biletów różnych środków transportu publicznego)

5. **Stymulacja innowacji** (zachęta do współdzielenia samochodów, pooling, aplikacja Mobility as a Service – aplikacja pozwalająca na planowanie podróży przy uwzględnieniu różnych środków transportu, optymalizacji czasu, kosztów i minimalizacji negatywnego oddziaływania na środowisko, wsparcie dla elektrycznych i hybrydowych samochodów i syntetycznego paliwa w samolotach, wdrożenia eco-drivingu)

6. **Czynniki zewnętrzne** (pojazdy autonomiczne, dekarbonizacja źródeł energii, większe wykorzystanie druku 3D i handlu internetowego, ograniczanie podróży lotniczych – zmiana nawyków, wzrost znaczenia pracy zdalnej).

W przypadku transportu ciężarowego, którego udział w emisji gazów cieplarnianych pochodzących z transportu sięga ponad 70%, podjęcie działań w zakresie dekarbonizacji jest jednak znacznie utrudnione i nie gwarantuje osiągnięcia założonych celów zgodnie z opracowanymi scenariuszami. Przykładowo raport dotyczący wykorzystania 3 różnych technologii do napędu: akumulatorowych pojazdów elektrycznych, elektrycznych systemów drogowych oraz pojazdów napędzanych wodorowymi ogniwami paliwowymi pokazuje duże ograniczenia analizowanych technologii (*ITF – OECD 2022, Decarbonising Europe's Trucks: How to Minimise Cost Uncertainty", International Transport Forum Policy Papers, No. 107, OECD Publishing, Paris*).

W kontekście powyższych rozważań i raportów rysuje się scenariusz realistyczny związany ze zmianą strategii działania przedsiębiorstw po wprowadzeniu przez UE nakazu raportowania w zakresie realizacji celów ESG, koncentracji w pierwszej kolejności na ograniczeniu negatywnego wpływu działań firm na środowisko, a dopiero w dalszej kolejności na kwestiach finansowych (zmiana paradygmatu wzrostu na zrównoważony rozwój, zmiana nawyków związanych z ograniczeniem konsumpcji i wzrostem świadomości ekologicznej przez wszystkie grupy społeczne). Powyższe działania powinny być wspierane przez narzędzia ekonomiczne, a także przez synchronizację polityk, przygotowanych przez poszczególne resorty we wszystkich krajach.

WOLAŃSKI

dr Michał Wolański
Dominik Makurat
Wolański sp. z o.o.

DEKARBONIZACJA I EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA TRANSPORTU W ŁAŃCUCHACH DOSTAW

WSTĘP

Prawdziwym wyzwaniem w świetle współczesnych potrzeb konsumentów staje się taki sposób organizacji łańcuchów dostaw, aby w jak najmniejszym stopniu negatywnie oddziaływały one na środowisko. Nie bez znaczenia jest fakt, że współczesny konsument oczekuje, aby dane zamówienie dostarczono do niego jak najszybciej. Niestety, dla wielu osób kwestie ograniczania wpływu CO_2 na środowisko są obce, co potwierdzają badania dotyczące świadomości ekologicznej Polaków. Wynika z nich, że ok. 40% badanych nie dostrzega problemu zanieczyszczeń powietrza jako problemu środowiska naturalnego w kraju. Wyczerpywanie się zasobów naturalnych postrzega jako problem jedynie 5% badanych. Co ważne, część badanych zauważa, że problemy z jakością powietrza wynikają głównie z działalności państw sąsiadujących[1]. W 2021 r., w okresie pandemii, medialnym tematem była kwestia opóźnień dostaw towarów przez firmy. Klienci skarżyli się nawet na jednodniowe opóźnienia. Fora internetowe pełne były wpisów rozżalonych osób, które wręcz żądały natychmiastowych dostaw. Firmy prowadziły szereg działań marketingowych, przepraszając za opóźnienia, jednocześnie wycofując towary obarczone największym ryzykiem opóźnienia dostawy. W rozdziale 2 i rozdziale 3 skupiono się na przedstawieniu dobrych praktyk przedsiębiorstw (o zasięgu krajowym i międzynarodowym), które w ocenie zespołu badawczego są zdecydowanymi liderami w podejmowaniu działań na rzecz dekarbonizacji transportu. Przedstawiciele zespołu badawczego spotkali się z przedstawicielami firm w celu poznania najlepszych praktyk, zebrania doświadczeń, co zostało przedstawione na pierwszych miejscach[2]. W kolejnych częściach rozdziałów przedstawiony został także przegląd literatury, w tym źródeł branżowych – w związku z trudnościami w dotarciu do przedstawicieli przedsiębiorstw, ale uznane przez badaczy za interesujące – z potencjałem do dalszych prac badawczych.

NOWOCZESNE PODEJŚCIE DO TRANSPORTU W ŁAŃCUCHACH DOSTAW

Dekarbonizacja transportu stawiana jest za jeden z najważniejszych celów związanych z ochroną klimatu. Galopujący postęp technologiczny czy wdrażanie coraz to nowych rozwiązań przyczyniają się do przyspieszenia rozwoju gospodarczego oraz idącej za nim globalizacji. Oczywistym stało się, że będzie to za sobą niosło szereg problemów obniżających komfort i jakość życia. Obecnie dużą uwagę przykłada się do życia mieszkańców miast – to oni z powodu dużej gęstości zaludnienia oraz skondensowania wielu usług na ograniczonym obszarze są szczególnie narażeni na negatywny wpływ transportu. Hałas, kongestia, koszty zewnętrzne wypadków – to tylko niektóre z podnoszonych aspektów. Warto jednak zwrócić uwagę, że ludność nie mieszka tylko w miastach, zaś towary, które do nich trafiają – wytwarzane są na całym świecie. Stawia to więc przed wszystkimi decydentami (czy na poziomie władz publicznych, ale też zarządzających przedsiębiorstwami produkcyjnymi i transportowymi) pytanie – **czy tylko wdrażanie ekologicznych środków transportu, biopaliw i innych elementów obracających się wokół nowych technologii może wpływać na ograniczanie negatywnego wpływu transportu na środowisko?**

Bez wątpienia można stwierdzić, że ruch zmierzający do całkowitego ograniczenia emisji CO_2 w transporcie ma swój początek w idei zrównoważonego rozwoju. Minęło już ponad 50 lat, od kiedy pierwszy raz użyto pojęcia

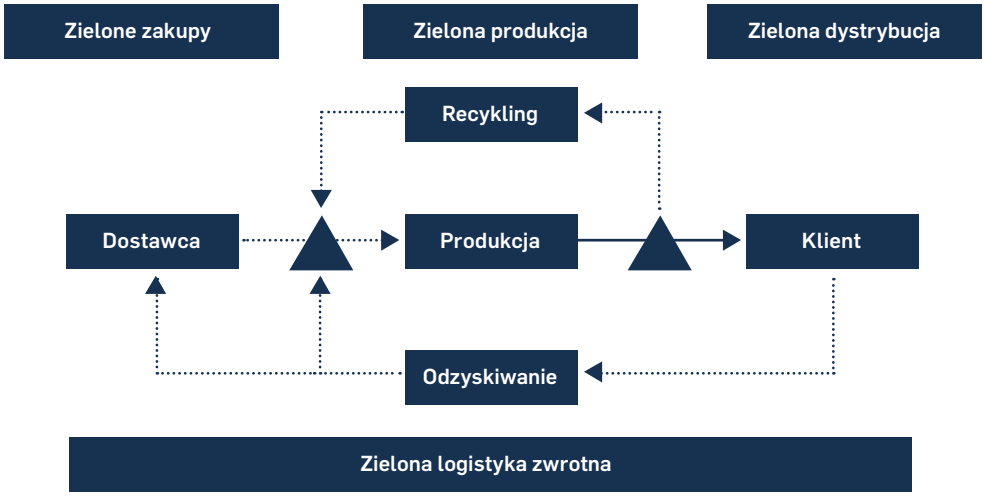
1 Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Badania świadomości ekologicznej, https://www.gov pl/web/klimat/badania-swiadomosci-ekologicznej [dostęp 9.11.2022].
2 W przypadku braku odwołań literaturowych przy przedstawianiu działań firm dane zostały pozyskane w wyniku wywiadów indywidualnych przeprowadzonych z przedstawicielami przedsiębiorstw.

„zrównoważony rozwój" (ang. sustainable development) – miało to miejsce na konferencji Organizacji Narodów Zjednoczonych w Sztokholmie w 1969 r[3]. Efektem szczytu stała się Deklaracja Sztokholmska. Co prawda, określenie to nie zostało oficjalnie zapisane, jednak bardzo wyraźnie zaakcentowano m.in. zabezpieczenie zasobów, prawo do środowiska, sprawiedliwość międzypokoleniową, racjonalność planowania i zarządzanie zasobami[4].

Szerokie omówienie pojęcia zrównoważonego rozwoju po raz pierwszy można znaleźć w dokumencie pt. Agenda 21, uchwalonym jako rezolucja podczas Szczytu Ziemi w 1992 r. w Rio de Janeiro, określanym jako Deklaracja z Rio. Według tego zapisu zrównoważony rozwój może być definiowany na dwa sposoby. Pierwszy z nich wskazuje na proces rozwoju, który bezwarunkowo łączy potrzeby teraźniejszego pokolenia z potrzebami przyszłych pokoleń. Bardziej interesujący jest jednak drugi sposób, który wskazuje na ciąg zmian, które łączą korzystanie z zasobów z kierunkami postępu technicznego[5]. Do tego sposobu rozumowania bez wątpienia należałoby dodać kwestie związane z postrzeganiem problemu.

Znaczący wpływ na kwestie zrównoważonego rozwoju mają łańcuchy dostaw. Oddziałują na emisje, zanieczyszczenia, zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi. Przedsiębiorstwa stawiają więc na podejmowanie działań prośrodowiskowych do swoich łańcuchów dostaw, co można określić „zielonym łańcuchem dostaw" (ang. *Green Supply Chain Management*)[6]. Sam termin można rozumieć jako odnoszący się do integracji zrównoważonych procesów środowiskowych w tradycyjnym łańcuchu dostaw. Może obejmować takie obszary, jak wybór dostawcy (zakup materiałów), projektowanie produktów, wytwarzanie i montaż, dystrybucja czy zarządzanie wycofywaniem z eksploatacji. Nie można zaprzeczyć, że zmniejszeniu zanieczyszczeń (co jest głównym celem zielonych łańcuchów dostaw) towarzyszą pozytywne oddziaływania dla przedsiębiorstwa, jak np. mniejsza ilość odpadów, obniżenie kosztów produkcji, większa wydajność wykonywanej pracy, co w ostateczności może przenieść się na zwiększenie zadowolenia klientów[7] (por. Rysunek 1).

Rysunek 1.
Uproszczony schemat zarządzania zielonym łańcuchem dostaw



Źródło: opracowanie własne na podstawie S.A.R. Khan, Introductory Chapter: Introduction of Green Supply Chain Management [w:] Green Practices and Strategies in Supply Chain Management, https://www.intechopen.com/chapters/63678 [dostęp: 12.11.2022].

Zarządzanie zielonym łańcuchem dostaw w procesach produkcyjnych jest szczególnie mocno rekomendowane przez np. Światową Organizację Handlu (WTO). Dotyczy to zarówno kwestii środowiskowych, ekonomicznych oraz społecznych. W przypadku Chin, które są potentatem światowej produkcji, trudno oczekiwać wdrażania. Chociaż organizacje handlowe kładą nacisk na te aspekty, kontrola jest trudna, a czasami wręcz niemożliwa. Trudno

3 R. Rosicki, Międzynarodowe i europejskie koncepcje zrównoważonego rozwoju, Przegląd Naukowo-Metodyczny, nr 4, 2010, s. 44–56.
4 Treść Deklaracji [w:] J. Ciechanowicz-McLean, Międzynarodowe prawo ochrony środowiska, Warszawa 2001, s. 22–23.
5 Dokumenty Końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój", Rio de Janeiro, 3–14 czerwca 1992 r., Szczyt Ziemi, Warszawa 1993, s. 13.
6 M.-L. Tseng i inni, A literature review on green supply chain management: Trends and future Challenges, Resources, Conservation & Recycling 141, 2019, s. 145.
7 S.A.R. Khan, Introductory Chapter: Introduction of Green Supply Chain Management, [w:] Green Practices and Strategies in Supply Chain Management, https://www.intechopen.com/chapters/63678 [dostęp: 12.11.2022].

więc oczekiwać, że produkcja w krajach Azji będzie realizowała aspekty zielonego łańcucha dostaw[8]. Jej wdrażanie przebiega zdecydowanie łatwiej w krajach Europy, Ameryki Północnej, gdzie bardziej poważa się rangę aspektów środowiskowych, ale i także społecznych. Dlatego ważne jest tworzenie zakładów produkcyjnych np. w Europie. W zarządzaniu zielonymi łańcuchami dostaw ważną rolę odgrywa zrównoważony transport. Według U. Motowidlak, musi być on przystępny cenowo, wspierać gospodarkę, oferować szeroki wybór środków transportu, ograniczać odpady i emisję, minimalizować zużycie zasobów nieodnawialnych, a także wykorzystanie gruntu oraz ograniczać natężenie hałasu[9]. Próżno jednak szukać odważnego definiowania zrównoważonego rozwoju transportu mówiącego o zmianie samych nawyków i ograniczaniu potrzeb przewozowych.

Pewnego rodzaju problem może stanowić określenie, czym jest łączenie potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń. Często nie ma możliwości wpływania technologicznie na zachodzące procesy rozwoju gospodarczego. Najlepszym przykładem może być postpandemiczna rzeczywistość, w której się znaleźliśmy w roku 2022. Wszelkiego rodzaju rozwiązania technologiczne zostały zahamowane przez brak komponentów elektronicznych na rynkach. Zmusza to jednocześnie do podjęcia dyskusji: **Czy powinniśmy dążyć tylko do wdrażania nowych technologii ograniczających emisję CO_2, czy powinny iść z tym zmiany postrzegania problemu – co robić, aby wytwarzać go mniej.** Rzeczywistość, o której mowa, postawiła świat przed ogromną szansą, związaną ze skracaniem łańcuchów dostaw.

Podejmując się dalej analizy pojęcia zrównoważonego rozwoju, warto zauważyć, że przedstawione wcześniej definicje przedstawiają go jako wyznacznik **międzypokoleniowej „sprawiedliwości ekologicznej".** Musi być ona podstawą do wszelkich umów międzynarodowych, zawieranych w kwestiach ochrony środowiska.

Jednym z podstawowych pojęć, które pojawia się w kontekście pewnego rodzaju „sprawiedliwości ekologicznej", jest dekarbonizacja – to termin używany do prezentowania zjawisk związanych z usuwaniem lub redukcją emisji dwutlenku węgla (CO_2) do atmosfery. Można ją osiągać poprzez przejście na korzystanie z niskoemisyjnych źródeł energii[10], wśród których wyróżnia się np. energię pochodzącą z wiatru, słońca, geotermii czy biomasy.

W tym miejscu nie sposób nie wspomnieć o definicji efektywności energetycznej, która jest podstawą niniejszego opracowania. Ustawodawca definiuje ją jako „stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji (...), do ilości zużycia energii(...)"[11]. Sama efektywność określa rezultat podjętych działań, opisany relacją uzyskanych efektów do poniesionych nakładów[12]. Efektywność energetyczna w transporcie będzie więc odnosiła się do tego, jakie nakłady należy ponieść, aby przewieźć osoby/towary na daną odległość. Chcąc uzyskiwać wyższą efektywność, musimy ponosić mniejsze nakłady, aby osiągać coraz większe efekty.

---

8 Q. Zhu, J. Sarkis, K. Lai, Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry, Journal of Cleaner Production, vol. 15, 2007, s. 1041-1052.
9 U. Motowidlak, Rozwój transportu a paradygmat zrównoważonego rozwoju, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 337, 2017.
10 Deloitte, What is decarbonisation?, https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/energy-resources- industrials/articles/what-is-decarbonisation.html, [dostęp 4.10.2022].
11 Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej.
12 Słownik języka polskiego, https://sjp.pwn.pl/slowniki/efektywno%C5%9B%C4%87.html [dostęp 4.10.2022].

KOLEJNOŚĆ DZIAŁAŃ DEKARBONIZACYJNYCH

Niezwykle ważne w świetle współczesnych wyzwań jest odwrócenie kolejności podejmowanych powszechnie działań. Główne działanie – zmierzające do zmiany środków transportu na te uchodzące za bardziej ekologiczne – powinno zostać zastąpione działaniami u podstaw. Najważniejszą bowiem kwestią, która może przyczynić się do dekarbonizacji transportu, jest redukcja jego zapotrzebowania (por. Rysunek 2).

Rysunek 2.
Schemat wzorcowej dekarbonizacji transportu

Źródło: opracowanie własne.

Decydenci odpowiedzialni za kreowanie polityk transportowych powinni bowiem postawić sobie pytanie, co robić, aby wozić mniej. Problemem staje się bowiem globalizacja – powszechna potrzeba posiadania coraz większej liczby produktów, działania producentów sprzętów zmierzające do ograniczania jego żywotności[13]. Być może więc trudno wozić mniej. Dlatego też na szczególną uwagę zasługują działania w kierunku inicjowania zielonych łańcuchów dostaw, ich skracania, odpowiedzialnego planowania przewozów.

Dopiero wtedy kolejnym krokiem powinno być wykorzystywanie ekologicznych środków transportu. Należy tu skupić się na jak najlepszym rozplanowaniu przestrzeni ładunkowych, podejmowaniu decyzji o zmianie gałęzi transportu. Dopiero na końcu powinno stawiać się na zmianę źródeł napędu – stosować tam, gdzie jest to efektywne, paliwa syntetyczne, energię elektryczną. Jednak decyzje te należy podejmować nie wcześniej niż po maksymalnym ograniczeniu zapotrzebowania na transport.
Tego typu działania zostały poparte przez Radę Doradczą Europejskich Akademii Nauk (EASAC – ang. *European Academies' Science Advisory Council*). Raport, który został opracowany przez Radę w 2019 r., jednoznacznie podkreśla, że nie ma jednego, uniwersalnego rozwiązania pozwalającego na szybką redukcję gazów cieplarnianych. Podjęte przez naukowców badania jasno wskazały, że obecna polityka i praktyki gospodarcze są dalekie od osiągnięcia celów Porozumienia Paryskiego[14]. Eksperci stwierdzili, że zmiany powinny obejmować przede wszystkim ograniczenie zapotrzebowania na transport. Na drugim miejscu wskazano przeniesienie pojazdów o wysokiej emisji na bardziej wydajne, zaś rozwój i wykorzystanie pojazdów bezemisyjnych wskazuje się na ostatnim miejscu (biorąc oczywiście pod uwagę dekarbonizację sektora energetycznego)[15].

Zagadnienie nowoczesnego podejścia do łańcuchów dostaw było tematem wywiadów fokusowych w ramach zajęć z przedmiotów „Zrównoważony rozwój branży TSL" oraz „Technologie transportowe" prowadzonych w jednej z trójmiejskich uczelni. Studenci, najczęściej związani z branżą transportową, spedytorzy, logistycy, osoby odpowiedzialne za dostawy, zgodnie przyznawali, że nieograniczanie zapotrzebowania na transport jest rzeczą trudną do osiągnięcia. Ich doświadczenia zawodowe wskazują przede wszystkim na silną potrzebę szybkiego dostarczenia ładunków. Kwestie redukcji emisji szkodliwych dla środowiska substancji są pomijane. Zlecający transport ładunku stawiają na jak najszybsze jego dostarczenie, następnie na koszty. Jak przyznali uczestnicy badań focusowych – w politykach firm bardzo często

13 Planowane postarzanie produktu (ang. planned obsolescence) jest to strategia producenta, która polega na ograniczeniu czasu użyteczności swojego produktu, najczęściej sprzętu AGD i RTV. Zabieg taki ma na celu zapobiegnięcie wieloletniego użytkowania danego produktu, a co się z tym wiąże – generuje potrzebę dokonania ponownego zakupu, www.mfiles.pl/pl/index.php/Planowane_postarzanie_produktu [dostęp 9.11.2022].
14 Porozumienie Paryskie, przyjęte podczas COP21 w 2015 r. porozumienie zakładające, że wszystkie państwa będą, począwszy od 2020 r., ogłaszać dobrowolne cele redukcji emisji gazów cieplarnianych.
15 Polska Akademia Nauk, Dekarbonizacja transportu: wyzwania i rozwiązania, https://informacje.pan.pl/informacje/nauki-scisle-i-nauki-o-ziemi/2717-dekarbonizacja-transportu-wyzwania-i- rozwiazania [dostęp 9.11.2022].

pojawiają się górnolotne stwierdzenia dotyczące dekarbonizacji transportu (ograniczania emisji CO_2), jednak próżno szukać działań zmierzających do rzeczywistych prób jej ograniczania. Jako najczęściej spotykany w ich doświadczeniach sposób wskazuje się wykorzystywanie ciężarówek spełniających normy Euro 6. Uznano to za skuteczne działanie, które jest realnie wymagane przez niektórych przewoźników. Rzadko jednak zdarza się, aby klient był żywo zainteresowany tematami środowiskowymi. Doszukiwać się można tu oddziaływania pandemii oraz niepewnej sytuacji gospodarczej w kraju. Pracownicy przedsiębiorstw wykazują bowiem świadomość negatywnego wpływu transportu na środowisko. Wiedzą jednak, że na poziomie niższej kadry zarządzającej nie mają realnego wpływu na decyzje przedsiębiorstw transportowych czy ich klientów.

NEARSHORING W ZIELONYM ŁAŃCUCHU DOSTAW

Mówiąc o kwestii ograniczania zapotrzebowania na transport, można doszukiwać się kilku rodzajów działań związanych ze skracaniem łańcuchów dostaw. Whirlpool już pod koniec lat 80. XX wieku produkował swoje urządzenia (sprzęty gospodarstwa domowego) przeznaczone na rynek amerykański i kanadyjski w Meksyku. Po nim takie działania podjęły też m.in. LG i Samsung, przenosząc swoją produkcję z Chin do Meksyku[16]. Na przestrzeni lat zjawisko to zostało nazwane *nearshoringiem*. Jest zbliżony do *outsorcingu*, czyli przenoszenia do tańszych, ale odległych geograficznie, kulturowo i mentalnie krajów produkcji czy usług. Nearshoring jest przenoszeniem produkcji do krajów bliskich danych firmie. W kontekście dekarbonizacji transportu owa bliskość wiąże się z bliskiego rynku zbytu, ograniczaniu kosztów transportu i czasu dostaw produktów. Może on powodować dla przedsiębiorstwa wyższe jednostkowe koszty finansowe, mogą być one jednak kompensowane wyższą efektywnością kosztową[17].

Skracanie łańcuchów dostaw wynikające z przenoszenia fabryk bliżej miejsc docelowego rynku zbytu zostało szczególnie dostrzeżone w czasie pandemii COVID-19. To w Azji, w której produkuje się najwięcej sprzętu elektronicznego czy półprzewodników restrykcje obowiązywały przez najdłuższy czas. Wstrzymana została praca fabryk, zaś *lockdowny* przyjęły charakter prawdziwych zakazów przemieszczania się. Efekt kilkutygodniowych przestojów w fabrykach jest odczuwalny do dziś dla wszelkiego rodzaju branż – od papierniczej przez *automotive* po nawet produkcję rowerów. Oprócz samej produkcji przestoje nastąpiły także w przewozie towarów. Ceny frachtu morskiego zwiększyły się kilkukrotnie, zaś klient do końca nie miał pewności, czy jego towar wypłynie w kierunku Europy. Transport kolejowy, który w przedpandemicznej rzeczywistości zapewniał szybsze, aczkolwiek droższe niż transport morski przewozy ładunków – cenowo zaczął być bardziej opłacalny. Nie wpłynęło to także obojętnie na czas dostawy, który się wydłużył. Sytuacja ta uświadomiła w jeszcze większym stopniu potrzebę budowania zakładów produkcyjnych w Europie. Nie wskazywano bowiem na kwestie ekologiczne, ale ekonomiczne wynikające ze skróconego czasu podróży.

Działania w tym kierunku podejmowane są przez **Intel**, światowego lidera w produkcji procesorów. W marcu 2022 r. ogłoszono, że druga europejska fabryka produkująca półprzewodniki powstanie w Niemczech. Intel planuje zainwestować na terenie Europy 80 mld euro w ciągu najbliższych 10 lat. Budowa nowoczesnej fabryki w Niemczech, mających bogatą historię w produkcji półprzewodników, ma ruszyć w 2023 r. Dodatkowo firma zapowiedziała budowę zakładów produkcyjnych w Irlandii, we Włoszech, Polsce oraz Hiszpanii. Wskazano przy tym potrzebę budowy zrównoważonego i odpornego na czynniki zewnętrzne łańcucha dostaw. Dodatkowo podkreśla się, że podejmowane działania przyczynią się do produkcji wydajniejszych chipów, które docelowo przyczynią się do zmniejszenia energii elektrycznej, co także może przyczynić się do dekarbonizacji transportu[18]. W ślad za Intelem może pójść firma **TSMC** specjalizująca się w produkcji układów scalonych oraz procesorów. Wszystko to ma doprowadzić nie tylko do ograniczenia negatywnego wpływu transportu komponentów na środowisko, lecz także zapewnić większe uniezależnienie od chińskich obostrzeń czy problemów ze wzrastającymi stawkami frachtu[19].

Wszelkie działania mają wiązać się z ograniczaniem wykorzystywania paliw kopalnych – także w transporcie. Niestety, działania te, chociaż uznane powszechnie za wpływające pozytywnie na środowisko, mogą przynosić odwrotne skutki, jako że powszechna elektryfikacja (wszelkich środków transportu) prowadzi do zwiększania zapotrzebowania na energię elektryczną[20].

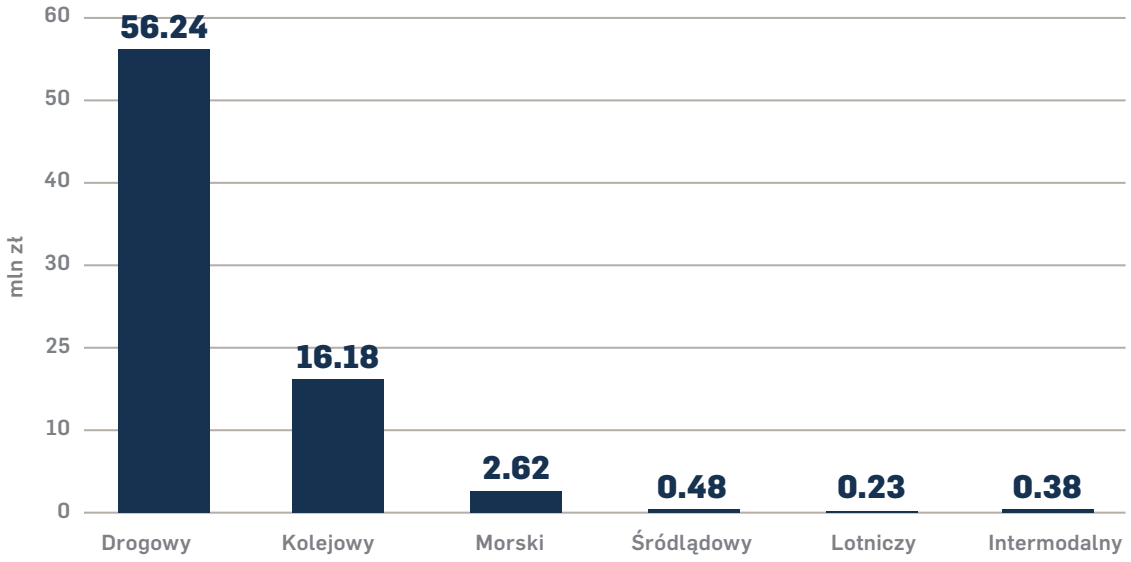
16 4 Successful Nearshoring Examples to Guide Your Business, https://biz30.timedoctor.com/nearshoring- examples/ [dostęp 11.05.2022].
17 Euvic, Offshoring vs nearshoring – kiedy i dlaczego?, https://www.euvic.com/pl/offshoring-vs-nearshoring- kiedy-i-dlaczego/ [dostęp 11.05.2022].
18 Intel Announces Initial Investment of Over €33 Billion for R&D and Manufacturing in EU [dostęp 08.11.2022].
19 Intel just committed billions to make chips in Europe. TSMC might be next, https://www.protocol.com/enterprise/intel-tsmc-europe-chip-manufacturing [dostęp 11.05.2022].
20 R. Cho, What is decarbonization, and how do we make it happen?, Columbia Climate School, https://news.climate.columbia.edu/2022/04/22/what-is-decarbonization-and-how-do-we-make-it-happen/ [dostęp 4.10.2022].

JAKA JEST ROLA ELEKTROMOBILNOŚCI?

Obecnie upowszechniło się hasło elektromobilności, ściśle powiązane z dekarbonizacją transportu. Niestety, w szeregu najważniejszych dokumentów wskazuje się, że „innowacje w zakresie nowych technologii przyczyniają się do zmniejszenia emisji CO_2 (...), wspierając przy tym proces dekarbonizacji sektora transportu. Większe upowszechnienie niskoemisyjnych i zeroemisyjnych pojazdów drogowych spowoduje zmniejszenie emisji CO_2"[21]. Dyrektywa unijna, odnosząca się do procesu dekarbonizacji, w całości skupia się na wymaganiach dotyczących środków transportu. Dużą uwagę poświęca się w niej na planowanie odpowiedzialnych zamówień publicznych. Próżno jednak szukać zapisów dotyczących samego ograniczania zapotrzebowania na transport. Nie można jednocześnie zaprzeczyć, że Komisja Europejska nie stawia na transport intermodalny – jest on szczególnie mocno promowany. Jednak brakuje skutecznych działań w zakresie ograniczania zapotrzebowania na transport. W Dyrektywie zwraca się uwagę na fakt, że „transport publiczny przyczynia się jedynie w niewielkim stopniu do emisji pochodzących z sektora transportu"[22]. Może to budzić spore wątpliwości i nasuwać pytania, dlaczego więc podejmuje się najwięcej działań zmierzających do dekarbonizacji transportu i polegających na wymianie taboru na elektryczny. W praktyce trudno natomiast znaleźć popularne rozwiązania dotyczące zmniejszania zapotrzebowania na transport. Zaskakujące może być więc też to, że Unia Europejska w swoich działaniach w największym stopniu skupia się na projektach związanych z budową dróg. Z badań przeprowadzonych w 2021 r. dotyczących transportu transgranicznego w Polsce wynika, że ponad 61% wartości projektów transportowych o znaczeniu transgranicznym stanowiły te polegające na modernizacji lub budowie dróg ekspresowych i autostrad (por. Rysunek 3)[23]. Działania te mogą stać w sprzeczności z oczekiwanymi efektami związanymi z ograniczaniem negatywnego wpływu transportu na środowisko.

21 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego.
22 Ibidem.
23 M. Wolański, P. Kozłowska, D. Makurat, M. Czerliński, Analiza wpływu projektów transportowych finansowanych z funduszy UE pod kątem ruchu transgranicznego, Warszawa 2021.

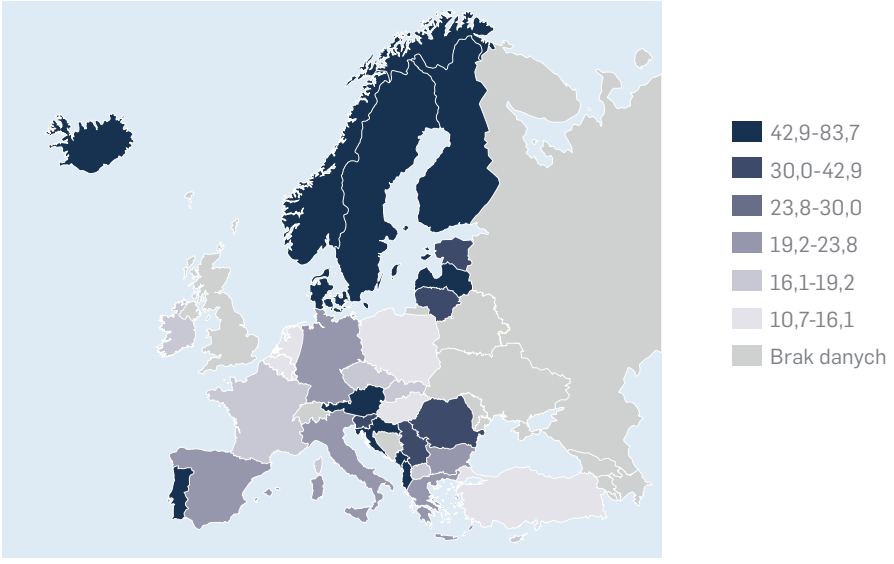
Rysunek 3.
Wartość projektów transgranicznych w podziale na gałęzi transportu



Źródło: M. Wolański, P. Kozłowska, D. Makurat, M. Czerliński, Analiza wpływu projektów transportowych finansowanych z funduszy UE pod kątem ruchu transgranicznego, Warszawa 2021.

Należy mieć także na uwadze, że wykorzystywanie energii elektrycznej do zasilania transportu może przyczyniać się do wyższej emisji CO_2 niż w przypadku tradycyjnych silników diesel. Szczególnie sytuacja dotyczy Polski, gdzie miks energetyczny wskazuje, że ponad 74% energii elektrycznej pochodzi ze spalania węgla kamiennego i brunatnego, zaś jedynie nieco ponad 15% pochodzi ze źródeł odnawialnych (por. Rysunek 4)[24].

Rysunek 4.
Udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 r. (%)



Źródło: Główny Urząd Statystyczny, Energia 2022, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-2022,1,10.html [dostęp 14.10.2022].

24 Główny Urząd Statystyczny, Energia 2022, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-2022,1,10.html [dostęp 14.10.2022].

Świadczyć o tym mogą także kalkulatory emisji – umieszczane np. na stronach internetowych instytucji rządowych (np. Centrum Unijnych Projektów Transportowych). Autobus miejski zasilany dieselem, spełniającym normy emisji spalin Euro VI emituje średnio 0,99 kg CO_2/km. Pojazd zasilany energią elektryczną (przy założeniach zużycia 139 kWh/100 km) – emituje 1,17 kg CO_2/100 km. Różnica wynosi 17%. Pamiętać należy natomiast, że w przypadku autobusów elektrycznych obserwuje się niższą emisję szkodliwych związków tlenków azotu, pyłów zawieszonych. Jednak emisja CO_2 jest dużo wyższa.

W polskich warunkach energetycznych emisja CO_2 dla autobusów elektrycznych jest o 17% wyższa niż pochodząca z silników diesla, spełniających normy Euro 6.

Nasuwa się więc pytanie, czy elektryfikacja jest jedynym sposobem dekarbonizacji transportu? Do czasu, kiedy nie będzie się wykorzystywało czystej energii elektrycznej – emisje będą wyższe (lub na zbliżonym poziomie). Rozwiązuje to poniekąd problem wykorzystania paliw kopalnych, jednak nie wpływa znacząco na ograniczanie emisji CO_2.

2022 rok jest niezwykle ciekawy pod kątem wykorzystywania środków transportu zasilanych paliwami alternatywnymi, w tym floty pojazdów elektrycznych (autobusów, trolejbusów, tramwajów). Kilka miast, w tym Gdynia nagradzana w poprzednich latach za rozwój sieci trolejbusowej (w tym zakupująca każdego roku kilkanaście nowych pojazdów), w związku z wysokimi cenami energii elektrycznej poddaje rozważaniom zasadność zamiany wykorzystywania trolejbusów na autobusy zasilane dieselem. Analiza kosztów wskazuje, że rozwiązanie to będzie zdecydowanie tańsze. Stawia to jednak w niekorzystnej sytuacji zwykłych mieszkańców miast, użytkowników komunikacji publicznej. Od kilku lat prowadzono szereg kampanii informujących o potrzebie wykorzystywania floty elektrycznej. Aktualnie, w kryzysie, działania te mają zostać całkowicie porzucone – kluczowa okazywać ma się ekonomia. Trudno będzie przekonywać w przyszłości mieszkańców do „ekologicznych" pojazdów elektrycznych, które w dobie kryzysu zostają porzucone przez tych, którzy sami promowali ich niezwykłą potrzebę użytkowania. Pokazuje to więc, że skupienie się jedynie na zmianie źródła napędu może być najmniej efektywnym elementem w walce o dekarbonizację transportu. Działania ukierunkowane na eliminację emisji szkodliwego dla środowiska CO_2 powinny być skupione na tym, aby można je było realizować w każdych warunkach społeczno-gospodarczych. Muszą być odporne na kryzysy finansowe, kryzysy humanitarne, odpowiadając jednocześnie wielorakim potrzebom zgłaszanym przez obywateli Europy.

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W POZNANIU

dr Michał Beim
adiunkt na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu,
członek Głównej Komisji Urbanistyczno-Architektonicznej

PERSPEKTYWY ZRÓWNOWAŻONEGO TRANSPORTU

Ostatnie dwa lata to czas radykalnych wyzwań dla systemu transportowego, zarówno w skali lokalnej, jak i w skali globalnej. Rok 2020 przyniósł pandemię COVID-19, w 2022 r. w efekcie wybuchu wojny na Ukrainie nastąpił szok cenowy nośników energii. 2022 rok i kolejne lata będą dotknięte wysoką inflacją obejmującą dotychczas stabilne gospodarki wysoko rozwiniętych państwa świata. Powyższa kumulacja doświadczeń ukazała, że najbardziej odporne są te systemy transportowe, które są najbliższe wdrożenia zasad zrównoważonego rozwoju. Przyszłością transportu jest więc umiejętne wyciągnięcie wniosków z ostatnich wydarzeń. Znajduje to również odzwierciedlenie w dokumentach politycznych, jak choćby w Fit-for-55.

REGIONALNOŚĆ W MIEJSCE GLOBALIZACJI

Dobry system transportowy cechuje się nie tylko niskimi jednostkowymi emisjami zanieczyszczeń środowiska czy wysoką efektywnością energetyczną środków lokomocji. Dobry system to taki, w którym popyt na transport jest redukowany. Dotychczas dominowało myślenie: dalej, szybciej i taniej. Ono stanowiło motor globalizacji, czyniąc wakacje pod palmą tańszymi od wakacji pod gruszą, a jabłka z drugiego końca świata tańszymi od jabłek zza miedzy. Choć oczywiście tani i coraz szybszy transport ma liczne korzyści, przykładowo przy przewożeniu produktów zaawansowanych technologii, masowość powoduje rosnące obciążenie środowiska.

Ograniczenia w przemieszczaniu stanowiące odpowiedź na pandemię COVID-19 wymusiły radykalną zmianę postrzegania łańcuchów dostaw. Wiele koncernów zadeklarowało stopniowe przenoszenie produkcji z państw Azji do krajów ojczystych lub sąsiednich, tj. Europy czy Ameryki Północnej, stawiając stabilność produkcji nad optymalizację kosztową[1]. Symbolicznym potwierdzeniem słuszności decyzji była tygodniowa blokada Kanału Sueskiego w marcu 2021 r., wynikająca z utknięcia statku Ever Given, który osiadł na mieliźnie. Na efekty skracania łańcuchów dostaw, które będą zauważalne w globalnym systemie transportowym, przyjdzie poczekać wiele lat. W strategiach biznesowych znalazły się jednak działania, które wcześniej wydawały się wyłącznie radykalnymi postulatami organizacji działających na rzecz ochrony środowiska.

LOKALNOŚĆ MIASTA NA KWADRANS

W skali lokalnej zmiany transportowe zachodzą szybciej. Już w czasie pierwszych lockdownów władze Mediolanu i Bogota wyznaczyły setkom miast na świecie kierunki interwencji w przestrzeni miejskiej – poszerzanie chodników oraz wyznaczanie dróg rowerowych. Wprawdzie działania podejmowano w sposób niskokosztowy – za pomocą oznakowania poziomego oraz prostych urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego, to jednak w przekonaniu, że po pandemii redystrybucja przestrzeni zostanie utrwalona, po ewentualnych korektach, za pomocą tradycyjnych działań inwestycyjnych. Choć najbardziej spektakularnym projektem jest berlińska koncepcja dróg rowerowych szybkiego ruchu, to jednak tamte doświadczenia przyspieszyły zmiany ku zrównoważonemu rozwojowi w polskich miastach, np. w Poznaniu czy Wrocławiu. Inwestycje w ruch pieszy i rowerowy mają bardzo wysoką efektywność ekonomiczną, przynosząc duże korzyści niewielkim nakładem finansowym, co jest niezmiernie istotne w sytuacji kryzysu finansów publicznych w dobie inflacji.

1 https://www.weforum.org/agenda/2022/01/5-ways-the-covid-19-pandemic-has-changed-the-supply-chain/

Ruch pieszy czy rowerowy zyskały na znaczeniu nie tylko dzięki walorom zdrowotnym i rosnącej świadomości mieszkańców w tym zakresie. Również kryzys energetyczny zapoczątkowany rosyjską agresją na Ukrainie dał impuls ekonomiczny, a także wskazał na aspekt moralny zachowań transportowych, uświadamiając, że ropa naftowa w większości nie jest importowana z krajów dojrzałych demokracji, szanujących prawa człowieka. Już w pierwszej połowie 2022 r. przewoźnicy kolejowi w Europie, w tym PKP Intercity, odnotowywali rekordowe przewozy[2]. Statystyki ruchu rowerowego[3] czy komunikacji miejskiej również ten trend potwierdzają.

Paryż, który już w pierwszych tygodniach pandemii podjął polityczną decyzję, iż planowanie przestrzenne nakierowane zostanie na koncepcję miasta piętnastominutowego, autorstwa Carlosa Moreno, stał się symbolem zmian w kierunku zrównoważonego rozwoju i wzorcem do naśladowania dla obszarów zurbanizowanych na całym świecie. Kluczowym założeniem koncepcji jest tworzenie wielofunkcyjnej przestrzeni miejskiej, dzięki której większość codziennych spraw można załatwić w dystansie odpowiadającym kwadransowi pieszo. W konsekwencji następuje redukcja popytu na transport w skali całego miasta, walnie przyczyniając się do poprawy jakości życia, ograniczania emisji zanieczyszczeń środowiska oraz gazów cieplarnianych.

PRZYSPIESZONE POSZUKIWANIE ALTERNATYW A EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA I PRZESTRZENNA

Decyzja brytyjskiego rządu z 2020 r., aby w perspektywie 2030 r. zakazać sprzedaży samochodów z silnikami benzynowymi lub diesla, a od 2035 r. dopuścić rejestrację tylko pojazdów bezemisyjnych wyznaczyła nowe standardy techniczne transportu[4]. Dwa lata później podobne zobowiązania przyjęła Unia Europejska[5]. Decyzje są bardzo ważne w kontekście poprawy środowiska miejskiego, choć nie rozwiązują problemu niskiej efektywności przestrzennej samochodu jako takiego. Napęd elektryczny czy wodorowy w samochodach nie może być traktowany jako alternatywa dla rozwoju infrastruktury ruchu pieszego i rowerowego czy transportu publicznego.

Efekt decyzji politycznych na zahamowania emisji gazów cieplarnianych będzie uzależniony w dużej mierze od przyjętych rozwiązań technicznych, w szczególności od pozyskiwania metali niezbędnych do budowy akumulatorów, a następnie ich recyklingu. Stawia to duże wyzwania przed nauką i przemysłem. Istnieje ryzyko, że do 2035 r. nie uda się w pełni przestawić motoryzacji na elektromobilność i wodór. Konieczna jest więc dyskusja o lepszym wykorzystaniu zasobów lokalnych, np. odpady produkcji rolnej jako paliwo w transporcie. Biometan, biodiesel mogą być przez wiele lat przyjazną środowisku alternatywą, pod warunkiem, że będą pochodzić z odpadów (np. biodiesel z norek wykorzystywany w komunikacji miejskiej w Aarhus[6]), a nie pochodzić z upraw powstałych kosztem lasów tropikalnych.

Wielka Brytania w perspektywie 2040 r. planuje zaprzestać dopuszczania nowych lokomotyw i pojazdów szynowych zasilanych dieslem. Radykalną zmianą jest nakierowanie badań przemysłowych na tworzenie ultralekkich konstrukcji pojazdów kolejowych, w celu walki z wykluczeniem transportowym prowincji, charakteryzującej się niekorzystnymi uwarunkowaniami demograficznymi[7]. To wyzwanie nie jest jeszcze zauważalne w kontynentalnej Europie, choć stanowi równie istotne działanie na rzecz zrównoważenia transportu co zmiana napędu.

Reasumując, zmiany społeczno-ekonomiczne, które zaszły na skutek pandemii COVID-19, kryzysu energetycznego oraz rozchwiania systemu finansowego, potwierdziły, że zrównoważony rozwój transportu oraz planowanie przestrzenne stawiające za cel ograniczanie transportochłonności to kierunek przynoszący nie tylko korzyści środowiskowe, ale również społeczne i gospodarcze.

2 https://dane.utk.gov.pl/sts/przewozy-pasazerskie/dane-eksploatacyjne/19409,Przewozy-pasazerskie.html#Dane%20miesięczne czy https://www.merkur.de/wirtschaft/deutsche-bahn-rekord-fahrgastzahlen-zuege-maroden-schienen-baustelle-sanierung-stellwerke-weichen-91582467.html
3 https://data.eco-counter.com/ParcPublic/?id=6113 , https://www.forbes.com/sites/carltonreid/2021/10/22/paris-to-become-100-cycling-city-within-four-years-reveals-new-plan/
4 https://www.gov.uk/government/news/government-takes-historic-step-towards-net-zero-with-end-of-sale-of-new-petrol-and-diesel-cars-by-2030
5 https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/economy/20221019STO44572/unijny-zakaz-sprzedazy-nowych-samochodow-spalinowych-od-2035-r-co-to-oznacza
6 https://www.economist.com/business/2014/05/03/adventures-in-the-skin-trade
7 https://www.railengineer.co.uk/very-light-rail-a-revolution/

Joanna Lech
Dyrektor Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT)

Edyta Boratyńska-Karpiej
Departament Analiz Transportowych i Programowania (CUPT)

Paweł Engel
Departament Analiz Transportowych i Programowania (CUPT)

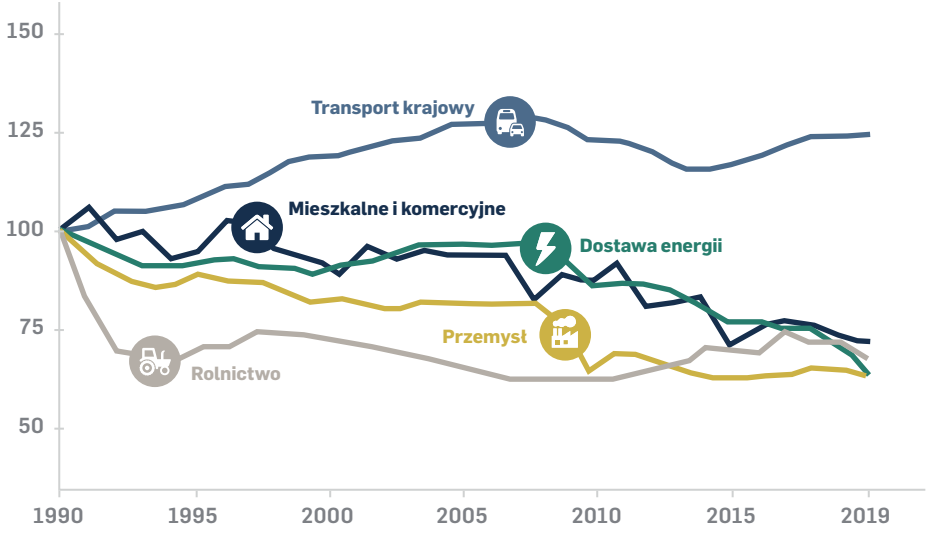
DEKARBONIZACJA TRANSPORTU – CEL NA 2050 ROK

Transport odpowiada za 21% globalnej emisji dwutlenku węgla. To obecnie najbardziej emisyjny sektor w wielu krajach rozwiniętych. Europa i Ameryka Północna są odpowiedzialne za największe w historii emisje z transportu. Co zrobić, aby zatrzymać te niebezpieczne trendy? Jak ograniczyć negatywny wpływ transportu na środowisko, a więc również na nas samych?

Europa przyjęła strategię do walki z degradacją środowiska m.in. przez zmiany w obszarze transportu. Europejski Zielony Ład, bo tak nazywa się ta strategia, ma pomóc przekształcić Unię Europejską w nowoczesną, zasobooszczędną i konkurencyjną gospodarkę, która w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto. Patrząc na dotychczasowe działania i powołując się na opinie ekspertów, wydaje się, że jest to bardzo ambitny plan, a zdaniem niektórych – wręcz zbyt ambitny. Transport wnosi około 5% do unijnego PKB i zatrudnia ponad 10 mln osób w Europie. Ma zatem kluczowe znaczenie dla europejskich przedsiębiorstw i globalnych łańcuchów dostaw. Z drugiej strony, obecne emisje z transportu stanowią około 25% łącznych emisji gazów cieplarnianych w UE, a ich wartość w ostatnich latach znacząco wzrosła. Komisja Europejska, przyjmując Zielony Ład, chciałaby stać się pierwszym kontynentem neutralnym dla klimatu. Celem jest osiągnięcie redukcji emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem o 90% do 2050 r.

Emisje CO_2 w UE*
Zmiany poziomu emisji wg sektora od 1990 r. (w ekwiwalencie CO_2)

* Dane z wyłączeniem Wielkiej Brytanii (UE-27)

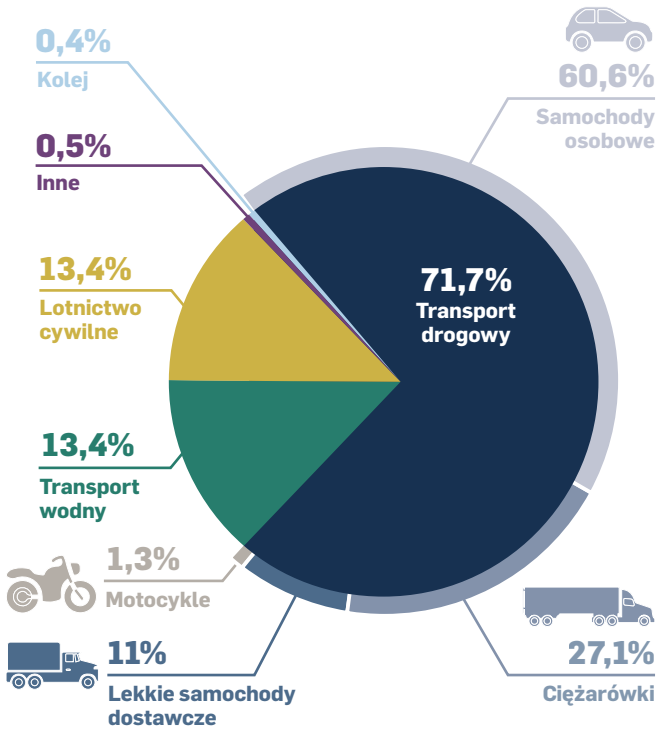


Źródło:Europejska Agencja Środowiska, 2022

Na razie transport jest jednak jedynym sektorem, w którym emisje gazów cieplarnianych wzrosły w ciągu ostatnich trzech dekad – w latach 1990-2019 aż o 1/3 (33,5%).

Według aktualnych prognoz spadek do 2050 r. wyniesie zaledwie 22%, co znacznie odbiega od obecnych ambicji Komisji Europejskiej.

Emisje w transporcie w UE
Podział emisji wg rodzaju transportu (2019)



Źródło:Europejska Agencja Środowiska, 2022

Patrząc na te dane, polityka przyjęta przez Komisję Europejską wydaje się ogromnym wyzwaniem, przede wszystkim ze względu na ciągły wzrost liczby rejestracji używanych, wysokoemisyjnych pojazdów. To jeden z powodów, dla których na poziomie poszczególnych krajów UE, w tym w Polsce, pilnie potrzebne jest stworzenie nowych strategii na rzecz wspierania niskoemisyjnego, a docelowo bezemisyjnego transportu. Jak wynika z załączonego wykresu, ze względu na ilość emitowanego CO_2 głównym obszarem zainteresowania i interwencji powinien być transport drogowy.

Osiągnięcie zakładanych celów możliwe będzie jedynie przy równoczesnym zastosowaniu wszystkich dostępnych narzędzi i działań ze strony krajów UE, w tym przede wszystkim: promocyjnych i informacyjnych, regulacyjnych i legislacyjnych, wsparcia finansowego oraz zachęt fiskalnych.

W każdym z tych obszarów możemy zaobserwować intensywne działania UE.

Z perspektywy Centrum Unijnych Projektów Transportowych, które jest jednostką wspierającą beneficjentów sektora transportu w efektywnym wykorzystaniu wsparcia ze środków UE, szczególnie interesujący jest obszar dofinansowania do przedsięwzięć z zakresu transportu niskoemisyjnego i bezemisyjnego.

Na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych – głównie w transporcie drogowym, choć sprawa na równi dotyczy transportu morskiego czy też lotniczego – może wpłynąć:

- ograniczenie zapotrzebowania na transport – sposoby mogą być różne np.: telepraca, przesunięcie modalne, optymalizacja cen i usprawnienia operacyjne
- poprawa parametrów pojazdów i udoskonalenie technologii silników spalinowych do czasu zaprzestania ich produkcji
- rozwój technologii bezemisyjnych w transporcie oraz wykorzystanie alternatywnych źródeł energii.

W sektorze transportowym istnieje niewiele skalowalnych możliwości dekarbonizacji. Wydaje się, że jedynymi technologiami, które realnie umożliwiają dekarbonizację na dużą skalę do 2050 roku, są wspomniane wcześniej elektryfikacja, biopaliwa oraz wodór. Z uwagi na postawione cele nie powinniśmy jednak zastanawiać się, które z narzędzi wybrać. Aby działanie okazało się skuteczne, upowszechnienia wymagają wszystkie technologie. Dopóki zużycie paliw kopalnych będzie wzrastać, intensywność emisji dwutlenku węgla z tego typu paliw będzie wyższa niż obecnie. Z kolei do osiągnięcia znacznego ograniczenia emisji dwutlenku węgla konieczne jest daleko idące wykorzystanie alternatywnych źródeł energii.

Jednocześnie należy wziąć pod uwagę, że elektryfikacji sektora transportu nie można rozpatrywać w oderwaniu od transformacji w innych dziedzinach, przede wszystkim w obszarze produkcji energii elektrycznej.

Tutaj znowu wracamy do tego, jak wielkim wyzwaniem jest Zielony Ład. Chodzi również o wpływ dekarbonizacji na nasze nawyki czy też otaczającą nas przestrzeń publiczną. Zmienić się bowiem muszą nie tylko pojazdy na ulicach, lecz przede wszystkim sektor producentów pojazdów i ich komponentów. Baterie trakcyjne pojawiły się w łańcuchu dostaw i wydaje się, że stały się niezwykle ważnym elementem w procesie dekarbonizacji. Istotnym elementem pojazdu elektrycznego jest także oprogramowanie do zarządzania energią i sterujące pracą wszystkich kluczowych układów.

Znaczenie drugiego paliwa przyszłości, czyli wodoru, rośnie wraz z rozwojem technologii, która przekłada się na wzrost efektywności, obniżenie kosztów produkcji i dostarczenia do odbiorcy końcowego. Już teraz mówi się o kilku źródłach wodoru – od wykorzystania wodoru powstającego jako produkt uboczny w branży paliwowej czy chemicznej po ten pozyskiwany w procesie elektrolizy, który może być w pełni ekologiczny. Wodór jako paliwo przyszłości może w niedługim czasie uzupełnić lub nawet zastąpić w transporcie napędy elektryczne. Napęd wodorowy wydaje się bardziej perspektywiczny. Wyposażone w niego autobusy mają większy zasięg niż pojazdy na baterie litowo-jonowe. Nie wymagają przy tym rozbudowanej sieci ładowarek, a tankowanie wodoru jest znacznie krótsze od ładowania baterii. Producenci w tym segmencie też dzielnie pracują na zwiększeniem potencjału i efektywności elektrycznego transportu publicznego.

W transporcie publicznym wodór powoli znajduje już zastosowanie także w napędzie pociągów. Byłby korzystnym rozwiązaniem np. na tych trasach, które nie zostały zelektryfikowane. Warto wspomnieć o działającej w UE inicjatywie H2Accelerate, która łączy różnych strategicznych dostawców i innowatorów w celu masowego wprowadzenia na rynek europejski samochodów ciężarowych napędzanych wodorem.

Każde z rozwiązań – wodór, biopaliwa, pojazdy elektryczne – ma swój bilans wad i zalet oraz kosztów i korzyści. Pozytywnym aspektem jest niewątpliwie fakt, że postęp technologiczny daje szansę na obniżenie kosztów produkcji i rozwiązanie problemów, które obecnie hamują rozwój pojazdów zeroemisyjnych.

Członkostwo Polski w UE wiąże się z wieloma zobowiązaniami. Jednym z obszarów stanowiącym ogromne wyzwanie jest wypełnienie zobowiązań w zakresie celów klimatycznych, wynikających z Europejskiego Zielonego Ładu. W związku z tym celem wszystkich podejmowanych działań finansowanych z funduszy UE ma być zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych, przestawienie produkcji energii na źródła odnawialne i wykorzystanie nowych, przyjaznych dla środowiska technologii. Dotyczy to również, a może nawet przede wszystkim, działań w zakresie transportu. W związku z powyższym, w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko przeznaczono kwotę ok. 2,3 mld euro w formie dotacji na budowę i modernizację infrastruktury oraz zakup i modernizację taboru niskoemisyjnego, w tym szynowego i elektrycznego w 13 miastach wojewódzkich realizujących Strategie Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych. Wchodzą w to również projekty konkursowe w zakresie taboru elektrycznego. W latach 2021-2027 w ramach programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko również przewidziano pulę środków na transport miejski z priorytetem na transport nisko- i zeroemisyjny. Ponadto w ramach Instrumentu Infrastruktura Paliw Alternatywnych (*Alternative Fuels Infrastructure Facility*) ubiegać się mogą projekty dotyczące rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w sieci TEN-T.

Ważnym instrumentem, którego zadaniem jest promowanie zrównoważonego transportu i do którego CUPT przykłada duże znaczenie, jest SUMP (*Sustainable Urban Mobility Plan*), czyli Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej. W większych miastach od przyjęcia SUMPa będzie uzależnione przyznanie dofinansowania z UE w perspektywie 2021-2027.

Wszystkie te działania mają na celu dekarbonizację transportu, a co za tym idzie – zdrowsze środowisko dla nas wszystkich. Będzie to korzyść dla nas i przyszłych pokoleń.

Agnieszka Szymczyk
Associate Director, Sustainable Infrastructure Group, European Bank of Reconstruction and Development

James Falzon
Principal, Climate Strategy and Delivery, European Bank of Reconstruction and Development

EBRD PERSPECTIVE ON FINANCING TRANSPORT DECARBONISATION IN POLAND

Poland's future economic development will need to be decoupled from increasing transportation related GHG emissions. As the Polish economy recovered after the fall of communism, over the next 30 years it experienced an unprecedented period of growth, with its GDP increased tenfold. GHG emissions in the transportation sector rose by a factor of three over the same period, and today transport contributes around 17% of total Polish GHG emissions, the vast majority of which comes from road fleet emissions. The EUs ambition for carbon neutrality by 2050 and the proposed package of measures in the Fit for 55[1] means that over the next 30 years, this trend in transport emissions will need to be fully reversed.

Decarbonising transportation will require a major, coordinated mobilization of industry, government, consumers and financial institutions. EBRD, as a private sector-focused development bank, sees the decarbonisation of transport in Poland and elsewhere as a major opportunity, as well as a global challenge. In the context of EBRD's Green Economy Transition, green transport is a key focus area. The EBRD has invested about EUR 1.12 billion in Poland greening transport since 1991. The EBRD anticipates that there will be increasing emphasis on green transport and connectivity in the coming years given the reversal in emissions that is required. We present below some of the EBRD's past engagements in Poland in areas where we expect to see continued growth.

Financing municipal transport in Warsaw

Shifting passengers to low-carbon public transportation in urban centres is a priority. Tram, train, bus and bicycle networks are far less emitting than traditional private vehicles. For these transport modes to compete with private cars, services need to be attractive - and to be attractive they may need to be expanded, reliable and comfortable. While Poland already has an extensive public transport system, the EBRD is helping green it further. In 2020 the EBRD provided PLN 196.25 million for the expansion of Warsaw's metro, Warsaw's single largest investment project to alleviate congestion. Up to 45 new metro trains are put on the tracks of the extended Metro Line II, which is currently under construction, and will partially replace the old rolling stock operating on Line I. With daily traffic expected to reach 200,000 passengers, the new metro line will connect the city centre with residential and commercial areas that host over 40 per cent of Warsaw's population. This financing is a reflection of the Bank's continuous support of the public transport modernisation and expansion in Warsaw where the Bank in the past financed the first stage of II metro line expansion by financing of the procurement of Warsaw Metro trains and acquisition of new tramways procured by Warsaw Tram Company.

Financing for freight and logistics infrastructure

Greening freight and logistics will also be important to reduce the reliance on heavy goods vehicles. Similarly, freight and logistics operators need a reliable, efficient and cost-effective low-carbon alternative. This can be achieved by improving rail connectivity, enhancing intermodal hubs, and investing in electric and non-motorised last mile logistics last-mile logistics. Addressing port infrastructure bottlenecks also allows for goods to be shipped closer to their final destination, reducing heavy duty vehicle transport of goods from other ports farther afield. A recent €100 million EBRD loan for Polish firm DCT Gdansk is a good example of this. The loan will be used to finance the construction of a new Terminal 3 in the Port of Gdansk. Gdansk is the only deep-water terminal port in Poland and the only port in the Baltic Sea able to receive ultra-large container vessels (ULCVs) of 24,000 twenty-foot equivalent units (TEUs), which handle shipments between Europe and Asia. This brings goods closer to their final destination with a lower overall carbon footprint.

1 A set of proposals to revise and update EU legislation allowing the EU to reach the climate goal of reducing EU emissions by at least 55% by 2030.

Financing the electric vehicle ecosystem in Poland

Last but not least, road fleets will need to transition to zero-emission vehicles. EU policy (such as the Fit for 55 package) indicates that road fleets will need to be zero-emission in the relatively near term (given the production cycle for new vehicles), and the most advanced zero-emission technology for vehicles is electric vehicle (EV) technology. Transitioning to EVs will require significant investment through new business models and complete reconfiguration of supply chains. For Poland, the supply side is arguably a more pressing concern given that 8% of its GDP is linked to automotive manufacturing sector, with 175,000 people employed. Re-tooling Polish automotive manufacturing sector for EVs is an area of focus of the EBRD. For example, the EBRD provided a long-term loan of €250 million to support the construction of a battery gigafactory in Wrocław by LG Chem, one of the world's leading chemical groups. With a total investment of €2.8 billion in three stages, when completed in 2022 the factory is expected to reach a production capacity of around 65-70 GWh a year, supplying batteries for up to 1 million electric vehicles per year (approximately six per cent of cars sold in Europe), resulting in the reduction of over 1 million tonnes of CO_2 emissions per year. The plant expansion in Wrocław will result in an additional 1,000 skilled employees by 2022. In addition, the EBRD has supported regional equity funds focusing on the roll-out of EV charging stations across Central Europe, including Poland.

Looking forward, with a clear policy direction to decarbonise transport, an increase in investments will subsequently follow. Policy and regulatory frameworks are needed to enable new business models and associated supply chains in the coming decade, and if successful, would represent a major opportunity for investors and the Polish economy. In order to be effective, decarbonisation of transport will need to move in tandem with other sectors – in particular the power sector for low-carbon charging of EVs. Whole economy approaches are thus critical, enabled by close collaboration between government (local and national) in partnership with private sector and financial institutions.

Background:

The European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) was created in April 1991 to foster the transition towards open market-oriented economies and to promote private and entrepreneurial initiative. The EBRD is the largest single investor in the region of operations (nearly 40 countries from Central Europe to Central Asia and the SEMED). In Poland, the EBRD has invested over €12 billion in 488 projects, across infrastructure, industry and the financial sector.

II. Zmniejszanie popytu na transport

Rozdział powstał na podstawie spotkań z przedstawicielami biznesu

WOLAŃSKI

dr Michał Wolański
Dominik Makurat
Wolański sp. z o.o.

OGRANICZANIE PRZEWOZÓW W GRUPIE RABEN

Jak przyznają przedstawiciele Grupy Raben, lidera w zakresie najnowocześniejszych rozwiązań logistycznych, dekarbonizacja transportu nie jest możliwa bez współpracy i wzajemnego zrozumienia pomiędzy producentami, dostawcami i klientami, a także bez odpowiedniego zorganizowania samego procesu transportowego.

Redukcja emisji zaczyna się od odpowiedniego planowania przesyłek. Wewnętrzna sieć dystrybucji oparta o sieć magazynów i połączeń sprzyja bardziej efektywnemu wykorzystaniu samochodów ciężarowych. Samochody-wahadła pozwalają w dużo większym stopniu ograniczyć niepełne wypełnienie w transporcie drogowym towarów dla wielu klientów, przy jednoczesnym utrzymaniu krótkiego terminu dostawy. W takim przypadku transport nie odbywa się na trasie między jednym czy dwoma klientami (co nie zawsze gwarantowało maksymalne zapełnienie przestrzeni ładunkowej), ale ładunki przewożone są na krótszych odcinkach między centrami logistycznymi. Pracujący w nich magazynierzy (których pracy nie widać gołym okiem) dbają o to, aby poruszające się zestawy były maksymalnie załadowane, pilnując oczywiście nieprzekroczenia dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu, a także bezpieczeństwa ładunku. Warto podkreślić, że w poprzednim roku Grupa Raben osiągnęła wskaźnik 94% wypełnienia na wahadłach. Średnio, jedynie 6% całkowitej powierzchni nie było zagospodarowane ładunkami, co w znacznym stopniu pozwoliło ograniczać intensywność emisji CO_2 na tonę ładunku.

Szczególną uwagę zwraca wskaźnik ogólnego wypełnienia przestrzeni ładunkowej w przewozach grupy Raben, który wynosi 140%. W jaki sposób zostało to osiągnięte? Wszystko możliwe dzięki zastosowaniu naczep „*double deck*", czyli naczep z podwójną podłogą (por. Rysunek 1).

Rysunek 1.
System naczepy „*double-deck*" stosowany w zestawach drogowych

Źródło: Double deck Trucks, Efficiency at a fair cost, https://hagero.com/fleet/double-deck-trucks/ [dostęp: 21.09.2022].

Przewóz towarów w systemie podwójnej podłogi stawia przed klientami dodatkowe wyzwania, związane m.in. z zapewnieniem odpowiedniej wysokości ładunku na palecie czy jego odpowiedniej masy. Taki przewóz umożliwia także łączenie przesyłek dwóch lub więcej klientów. Jest to jeden z lepszych sposobów ograniczania dostaw – można przewozić więcej towarów przy jednoczesnym ograniczeniu liczby kursów. Aktualnie firma posiada ponad 2000 takich naczep.

Raben prowadzi szereg działań związanych z poprawą efektywności transportu, a co za tym idzie – ograniczeniem emisji CO_2. Analityka emisyjności możliwa jest dzięki prowadzonym systematycznie pracom nad Kalkulatorem CO_2, który pozwala precyzyjnie określić emisyjność, przy uwzględnieniu szeregu czynników jak np.: rodzaj i zużycie paliwa, typ i ładowność pojazdu, rodzaj pokonywanej drogi czy wagę przesyłki i procent wypełnienia pojemności ładunkowej podczas całej jazdy.

OGRANICZANIE ŚLADU WĘGLOWEGO W SPÓŁCE BSH

Redukcja zapotrzebowania na transport nie będzie możliwa do osiągnięcia bez wzmacniania roli produkcji towarów przeznaczonych na rynek europejski w krajach Europy. Jednym z przykładów może być branża AGD. Produkowane w Polsce pralki, zmywarki czy lodówki odpowiadają za 2% światowego zapotrzebowania na sprzęt AGD. W światowych rankingach produkcji Polskę wyprzedzają tylko Chiny (Azja), Meksyk (Ameryka Północna) i Niemcy (Europa)[1]. Poczyniony został ogromny krok w celu skrócenia łańcucha dostaw.

Jedną z firm mającą swoje fabryki m.in. w Polsce – a dostarczającą produkty do polskich i europejskich domów – jest założona w 1967 r. **spółka BSH** (znana powszechnie pod marką Bosch), znana z produkcji sprzętów gospodarstwa domowego[2]. Grupa BSH produkuje swoje urządzenia w 41 fabrykach na świecie. Bliskość rynków jest ważnym czynnikiem, branym pod uwagę podczas lokalizowania zakładów produkcyjnych BSH. Około 90% produkowanych przez BSH w Polsce urządzeń trafia do Europy Zachodniej. Pozostała część trafia na rynki na wszystkich pozostałych kontynentach. Stawia to przed firmą wyzwanie – w obliczu chęci niepozostawiania śladu węglowego ze swojej działalności – takiej organizacji transportów, aby nie zwiększały emisji CO_2 (w szczególności w dobie powszechnego konsumpcjonizmu). BSH nieustannie poszukuje możliwości dalszych optymalizacji przestrzeni ładunkowych. Dzięki wprowadzonej zmianie sposobu załadunku suszarek i wykorzystaniu specjalnie do tych celów przygotowanej konstrukcji naczep firma zwiększyła w przypadku kilku odbiorców wykorzystanie powierzchni załadunkowej o około 40%. W działalności przedsiębiorstw zatrudniających tysiące pracowników ważna jest także kwestia ograniczania ich indywidualnych podróży. BSH zapewnia transport autokarami z pobliskich miejscowości dla części pracowników w Łodzi i we Wrocławiu. Firma stworzyła 11 takich połączeń, z których łącznie każdego dnia korzysta około 1200 pracowników. Autobusy te pokonują łącznie codziennie około 2200 km. Zakładając, że ci sami pracownicy dojeżdżaliby samochodami (przy pełnym obłożeniu) potrzeba byłoby do tego 240 pojazdów, jeśli zaś zakładać optymistycznie 2 osoby na samochód – potrzeba byłoby ich 600.

600 samochodów osobowych każdego dnia potrzebuje powierzchni większej niż połowa pełnowymiarowego boiska piłkarskiego, aby zaparkować! Ograniczana jest nie tylko zajętość terenu, ale także emisja CO_2. Zakładając, że jeden pojazd pokonuje średnio 50 km (w obie strony), udaje się ograniczyć emisję o 3,6 tysięcy tony CO_2 dziennie. W skali roku to blisko 1,3 mln ton CO_2 mniej wyemitowanego do atmosfery!

Warto także podkreślić, że fabryki BSH w Łodzi i we Wrocławiu są dobrze skomunikowane transportem zbiorowym. Dodatkowo pracownicy centrali BSH w Warszawie od czerwca 2022 r. mogą korzystać z 10 elektrycznych hulajnóg i 4 rowerów elektrycznych. Ekologiczne pojazdy służą do codziennych dojazdów do pracy oraz weekendowych wycieczek. Hulajnogi i rowery mogą być rezerwowane przez pracowników za pomocą aplikacji. Od czerwca do października rowery zostały wypożyczone blisko 400 razy i mogły w tym czasie przejechać nawet 10 000 km. W pobliżu wszystkich swoich lokalizacji w Polsce firma BSH zbudowała wiaty na rowery i stacje do naprawy jednośladów. Obecnie firma instaluje też stacje do ładowania samochodów elektrycznych. W pobliżu zakładów przy ulicy Żmigrodzkiej 143 we Wrocławiu firma wybudowała też 600 m ścieżki rowerowej dla mieszkańców i zasadziła około 100 drzew.

1 Polska jest czwartym największym eksporterem sprzętu AGD na świecie, https://www.bankier.pl/wiadomosc/Polska-jest-czwartym-najwiekszym-eksporterem-sprzetu-AGD-na-swiecie-8125977.html [dostęp 15.10.2022].
2 Fakty i liczby o BSH, https://www.bsh-group.com/pl/spolka/portret-spoki [dostęp 15.10.2022].

PRZENIESIENIE PRODUKCJI DO EUROPY NA PRZYKŁADZIE NORTHVOLT

Podręcznikowym przykładem działania na rzecz dekarbonizacji transportu są działania firmy Northvolt, światowego lidera w zakresie produkcji baterii do pojazdów elektrycznych. Już samo powstanie przedsiębiorstwa było osobistą wizją Petera Carlssona, byłego wiceprezesa Tesli, który dostrzegł ogromną potrzebę skracania łańcuchów dostaw. To w nich, w połączeniu z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, zauważył potencjał do zmniejszania śladu węglowego, co w efekcie ma przełożyć się na światową redukcję CO_2, a co za tym idzie – jego negatywnego wpływu na środowisko.

Jest to doskonały przykład przenoszenia produkcji jak najbliżej odbiorców końcowych. Dotychczas produkcja elektroniki, w tym baterii, kojarzona była z rynkiem azjatyckim – to tam produkowano komponenty, z których następnie składano baterie. Powstanie firmy spowodowało, że procesy produkcyjne, które pozwalają pokryć europejskie zapotrzebowanie na baterie do pojazdów elektrycznych – zostały w całości zlokalizowane na tym kontynencie.

Obecność fabryki nie spowodowała automatycznego zatrzymania importu baterii z krajów azjatyckich. Ważną rolę odgrywają jednak kwestie ekonomiczne. To jednak wymusza na branży motoryzacyjnej, która często nie ma wielkiego pola do popisu w kwestiach ekologicznych, wyboru najbardziej ekologicznego sposobu produkcji i dostaw baterii do samochodów.

Przedsiębiorstwo swoje fabryki ulokowało przede wszystkim w Szwecji. Ma to związek z dostępem do odnawialnych źródeł energii – wytwarzanej głównie z wody, wiatru oraz słońca. W produkcji baterii ma to znaczenie szczególne – do wytworzenia baterii o pojemności 1 kWh potrzeba zużyć 60-70 kWh energii elektrycznej. Wykorzystanie OZE pozwala więc znacznie ograniczyć emisję z produkcji baterii, zwłaszcza że Szwecja planuje, aby do 2040 r. 100% energii elektrycznej produkowanej było tylko z OZE. Jeden z zakładów firmy Northvolt powstał na trenach dawnej fabryki papieru, która jest uniezależniona energetycznie – z uwagi na własną elektrownię wodną.

Jednak najważniejszą kwestią – w kontekście niniejszego badania – jest fakt, że fabryki Northvolt są w stanie dostarczać baterie, które pokryją znaczącą część zapotrzebowania rynku europejskiego – co pozwala wydatnie skrócić łańcuch dostaw, pomijając transport na trasie Azja-Europa. Szczególną uwagę zwraca także fakt, że w Europie do kwestii ekologicznych przykłada się dużo większą uwagę niż w krajach azjatyckich. Biorąc pod uwagę wykorzystywanie energii pochodzącej z OZE oraz znacznie skrócony łańcuch dostaw, emisja CO_2 przypadająca na wyprodukowanie pojemności 1 kWh baterii w fabrykach Northvolt wynosi ok. 10 kg, gdzie ten sam 1 kWh w krajach Azji generuje od 100 do 110 kg CO_2. Dowodzi to, że przenoszenie fabryk do Europy pomaga ograniczać emisje CO_2 nawet o 90%.

Chiny odpowiadają za emisję 24% emisji światowego CO_2. Przeniesienie 50% produkcji do Europy mogłoby skutkować zmniejszeniem światowej emisji dwutlenku węgla o 10%!

Ważną kwestią jest również fakt, że firma wykorzystuje do produkcji materiał pozyskany z recyklingu i ma ambicję, aby do 2030 r. 50% surowców nowej baterii pochodziło właśnie ze zużytych baterii.

RYNEK ELEKTRONIKI UŻYTKOWEJ ROZWIJA SIĘ TEŻ W POLSCE

Globalny rynek jest także silnie uzależniony od elektroniki użytkowej, tj. smartfonów, tabletów, aparatów cyfrowych czy odtwarzaczy multimedialnych i dronów. Szacunki wskazują, że w 2022 r. na całym świecie ma zostać wyprodukowanych 1,68 mld smartfonów. Wymaga to sprawnego procesu logistycznego, który wiąże się z dostawami komponentów. Przykładem takiej firmy może być **The Batteries**, firma zlokalizowana w Rzeszowie. Przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją cienkowarstwowych akumulatorów litowo-jonowych. Osiągną one znacznie lepsze parametry od tradycyjnych baterii. Są bardziej wytrzymałe, szybciej się ładują, co także wpływa na ograniczanie emisji CO_2 związanej z ich ładowaniem. Działanie jest możliwe dzięki wsparciu unijnemu – firma otrzymała dofinansowanie na zakup sprzętu do stworzenia linii produkcyjnej. Przykład ten stanowi kolejny dowód na to, że istnieje możliwość wdrażania realnych działań związanych ze skracaniem łańcucha dostaw w sferze elektroniki użytkowej[3].

SANTANDER BANK POLSKA, CZYLI JAK BRANŻA USŁUGOWA MOŻE DEKARBONIZOWAĆ TRANSPORT

Znacznymi osiągnięciami na rzecz dekarbonizacji transportu może pochwalić się Santander Bank Polska SA. Działania firmy w dużym stopniu związane były z ograniczeniem zapotrzebowania na transport.

Głównym zadaniem było wycofanie nieefektywnie wykorzystywanych samochodów. Branża bankowa związana jest w dużej mierze z wizytami u klientów. Dochodzić więc może do sytuacji, że w jednej placówce bankowej samochody nie są przypisane do placówki, lecz do pracowników. Samochody te są wykorzystywane tylko przez część dnia, potem pozostają bezużyteczne (oczywiście pracownicy korzystają z nich także poza godzinami pracy). Działania zmierzające do ograniczania ich wykorzystywania przynoszą pozytywne skutki dla klimatu (dzięki mniejszej emisji szkodliwych gazów), a także dla przestrzeni publicznej.

W latach 2019-2021 firma wycofała z eksploatacji 700 nieefektywnie wykorzystywanych samochodów. Roczny przebieg wszystkich wykorzystanych samochodów zmniejszony został o 15 mln km, co stanowi ograniczenie o 35%. Dodatkowo firma wymieniła 1300 samochodów (99% floty) na hybrydowe. Działania te pozwoliły zmniejszyć średnie spalanie o 3,2 l/100 km dla każdego auta. Łącznie dzięki podjętym działaniom udało się zredukować emisję CO_2 o 5100 ton rocznie (redukcja o 62%).

Do pochłonięcia 5000 ton CO_2 potrzeba 5000 dębów w ciągu 100 lat.

Zastanawiający może być fakt, że na podjętych działaniach nie ucierpiały usługi oferowane przez bank. Z danych uzyskanych z Biura Zarządzania Zamówieniami i Kontraktami wynika, że usługi świadczone są dalej na takim samym, wysokim poziomie. Samochody wykorzystywane są efektywnej dzięki korzystaniu z nich przez więcej niż jednego pracownika. Dodatkowo firma wprowadziła usługę *car sharingu*. Dodatkowo planuje się punktowanie rezerwacji samochodów, w których podróżować będzie kilku pracowników. Bank prowadzi także szereg działań zmierzających do nauki ekologicznej jazdy! Pojazdy wyposażone są w system czujników, monitorujących parametry jazdy. Pracownicy, którzy zostaną dobrze ocenieni, mogą na preferencyjnych warunkach wykorzystywać samochód do celów prywatnych. Ci, którzy jeżdżą nieekologicznie, muszą liczyć się z wyższymi opłatami za korzystanie do celów prywatnych (nawet 200% więcej). Podsumowując: ekologiczna jazda to nie tylko mniejsze spalanie paliwa i niższa emisja, ale także korzyść dla finansów pracowników.

Firma zmierza także do całkowitej redukcji wykorzystania papieru. Pierwsze kroki zostały poczynione przy akcji wymiany floty samochodowej. Do odbiorów 1300 samochodów nie zużyto ani jednej kartki. Wśród klientów bank promuje podpisywanie umów w formie elektronicznej – w 2021 r. 92% klientów korzystało z e-wyciągów, a ponad połowę transakcji w oddziałach przeprowadzono bez zużywania papieru. Ponadto wdrożono wewnętrzne procedury, które umożliwiają wysyłanie

3 Market trends and growth, https://thebatteries.tech/invest/ [dostęp 9.11.2022].

dokumentów do klientów w formie elektronicznej. Bank eliminuje też archiwizowanie papieru na rzecz archiwizacji elektronicznej. Przyczynia się to więc do rzadszych odwiedzin placówek, mniejszej liczby dokumentów wysyłanych pocztą, co również wpłynie na ograniczenie emisji CO_2 z transportu.

Zastanawiać może, w jaki sposób banki mogą ograniczać negatywny wpływ transportu na środowisko. Kolejną dobrą praktyką zrealizowaną przez Santander Bank Polska jest wyeliminowanie zamawiania przez bank wody butelkowanej (w małych butelkach, jak i plastikowych baniakach). Działanie to pozwoliło ograniczyć wykorzystanie plastikowych butelek (0,5 i 1-litrowych) z ponad 562 tysięcy sztuk do zera, zaś plastikowych baniaków z 33 tysięcy także do zera. Przełożyło się to na ograniczenie usług transportu drogowego z 12,3 tysiąca do zera w skali roku.

Zakładając, że jedna przesyłka pozostawia ślad węglowy w wysokości 0,7 kg CO_2, dzięki działaniom banku udało się ograniczyć emisję o ok. 8 ton CO_2. Należy do tego doliczyć korzyści do środowiska związane z ograniczeniem wykorzystania plastiku.

Czy w związku z tym klienci i pracownicy banku zostali pozbawieni wody? Nie, we wszystkich budynkach banku zamontowane zostały systemy filtrowania wody kranowej.

AMAZON, CZYLI JAK WOZIĆ DUŻO, OGRANICZAJĄC TRANSPORT

W zakresie redukcji zapotrzebowania na transport stanowcze kroki podejmowane są także przez takich światowych liderów biznesu jak Amazon. Chociaż działalność firmy oparta jest w dużej mierze na transporcie drogowym, od lat działa ona w kierunku jego ograniczania, na przykład poprzez rozwiązania intermodalne.

Jednym z przykładów jest stawianie na łączenie zamówień. Klient, który kupuje w serwisie Amazon kilka produktów, jest informowany o takiej opcji dostawy. Dzięki temu może w świadomy sposób podjąć decyzję o ograniczeniu śladu węglowego i poprosić o zapakowanie wszystkich zamawianych rzeczy w opakowanie zbiorcze, a następnie wysłanie jedną paczką. Proces ten wspierany jest przez inteligentne systemy, które obliczają i wskazują pracownikom najmniejszy karton, w który zmieszczą się wszystkie zamawiane produkty. To niejedyne działania zmierzające do ograniczania zapotrzebowania na transport. Ciekawym rozwiązaniem jest wysyłka produktów w opakowaniach producenckich. Ogranicza się umieszczanie paczek w dodatkowych opakowaniach, co wpływa na ich masę, a w rezultacie przyczynia się do zmniejszenia objętości i wagi przesyłek. Dzięki temu jednym transportem przewozi się więcej zamówień. Należy zwrócić także uwagę, że rezygnowanie z dodatkowych opakowań (nawet jeśli, jak w Europie, używane są wyłącznie opakowania papierowe) czy materiału wpływa na zmniejszenie stosowania emisyjnego transportu, którym te są przewożone. Wszystkie te działania pozwoliły Amazon zaoszczędzić w sumie 1,5 miliona ton materiałów opakowaniowych w latach 2015–2021.

W tym miejscu trzeba podkreślić, że celem firmy jest osiągnięcie zerowej emisyjności 100% dostarczanych przesyłek do 2040 r.

Jak informują przedstawiciele Amazon, redukcja zapotrzebowania na transport ma także miejsce w zakresie dojazdów pracowników do pracy. Każdego dnia w Polsce blisko 200 autobusów dowozi ich do centrów logistycznych, co pomaga ograniczać liczbę pojazdów na drogach. Dojeżdżających własnymi samochodami Amazon zachęca do łączenia się w grupy. Zabieranie ze sobą pasażerów w drodze do tego samego miejsca pracy przyczynia się nie tylko do zmniejszania wpływu transportu na środowisko, ale także wpływa na poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym dzięki ograniczaniu liczby pojazdów. W dążeniu do osiągnięcia minimum emisyjności w transporcie, trudne wydawać może się zapewnienie przewozu pracowników z wykorzystaniem autobusów elektrycznych. Firma już dziś widzi możliwość budowy ładowarek (w samochodowe wyposażona jest już część centrów logistycznych, mogą z nich korzystać pracownicy i goście), jednak problematyczne staje się wymaganie od przewoźników (Amazon współpracuje głównie z lokalnymi mikro- i małymi przedsiębiorstwami) autobusów elektrycznych, o wartości nawet 2,5 mln zł. Zauważono potrzebę wprowadzenia dopłat (np. rządowych) do zakupu autobusów elektrycznych dla firm świadczących usługi przewozowe inne niż w transporcie miejskim.

MAKSYMALIZACJA WYDAJNOŚCI TRANSPORTU W SIECI SKLEPÓW IKEA

Dążenie do maksymalizacji wydajności w każdym realizowanym transporcie to idea przyświecająca sieci sklepów **IKEA**. Firma ściśle współpracuje z przewoźnikami i centrami dystrybucyjnymi nad zwiększeniem sumy przewożonych każdorazowo towarów.

W tym celu stara się jak najlepiej wykorzystywać używane pojazdy, zwiększając współczynniki wypełnienia w kontenerach i przyczepach, aby minimalizować wolne przestrzenie (transportować mniejszą ilość powietrza) Wykorzystuje także większe pojazdy (dłuższe, z kilkoma naczepami) tam, gdzie tylko jest to możliwe. Działanie to pozwala ograniczać liczbę transportów, a tym samym zmniejszyć koszty transportu i obniżyć emisję zanieczyszczeń.

Działania na rzecz dekarbonizacji, związane z ograniczaniem zapotrzebowania na transport, mogą przynosić firmom wymierne korzyści ekonomiczne.

Jednym ze sposób na poprawę współczynnika wypełnienia w IKEA, jest tzw. *co-loading*, czyli załadunek towarów od różnych dostawców, przewożonych w jednym transporcie na tej samej trasie (co zastępuje kilka małych transportów). W 2021 r. firma realizowała co-loading w jednej z lokalizacji w Polsce, gdzie połączono transport materacy i poduszek. Dzięki temu, tylko dla jednej lokalizacji, zwiększono objętość załadunku średnio o 4 m^3, co pozwoliło zmniejszyć liczbę potrzebnych ciężarówek o 650 w skali roku i doprowadziło do obniżenia emisji CO_2 o 9% na tej trasie. Firma optymalizuje także sieć dostaw – posiada kilka magazynów (również w Polsce), w których transportowane towary są konsolidowane przed wysłaniem ich do sklepów IKEA lub centrów dystrybucyjnych.

Dla transportu produktów IKEA strategicznym celem klimatycznym jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 70% z każdego transportu produktów (z wyłączeniem dostaw do klientów końcowych, tzw. ostatniej mili) w porównaniu do roku 2017. Dzięki podejmowanym działaniom, w 2021 r. emisja CO_2 z transportu produktów IKEA zmniejszyła się w wartościach bezwzględnych o 2,8%. Względne emisje, czyli w przeliczeniu na każdy zrealizowany przez Ikeę transport, pozostały niemal na tym samym poziomie, czyli wyniosły 0,018 kg CO_2 na tonokilometr, pomimo przewożenia większej ilości przesyłek.

Działania co-loadingowe prowadzone przez jedną firmę dla 10 lokalizacji mogłyby pomóc zmniejszyć liczbę ciężarówek o 6500 w skali roku. Pozwoliłoby to na całkowite zniknięcie ciężarówek z polskich dróg krajowych na 1 dzień![4]

4 Zgodnie z wynikami Generalnych Pomiarów Ruchu 2020/2021 każdego dnia na polskich drogach krajowych przemieszcza się ok. 6400 ciężarówek z naczepami. Za: Heller Consult sp. z o.o., Synteza wyników GPR 2020/21 na zamiejskiej sieci dróg krajowych, Warszawa 2021, s. 15. https://www.gov.pl/web/gddkia/generalny-pomiar-ruchu-20202021 [dostęp 20.10.2022].

POZOSTAŁE PRAKTYKI W ZAKRESIE OGRANICZANIA ZAPOTRZEBOWANIA NA TRANSPORT

Działania ograniczające zapotrzebowanie na transport mogą być zauważane także w przypadku branży odzieżowej. **Inditex** – hiszpańska firma odzieżowa (produkująca m.in. pod marką ZARA) przeniosła ok. 10% swojej produkcji z Chin i krajów azjatyckich do Maroka i Turcji. Oczekuje się, że do 2025 r. 20% wolumenu sprzedaży odzieży będzie produkowanego w *nearshoringu*[5]. Do zmian mogą zachęcać także rosnące koszty transportu towarów.

LPP – polska firma odzieżowa (produkująca m.in. pod marką Reserved) wskazuje, że koszt transportu koszuli przed pandemią oscylował w granicy 2 zł. Aktualnie stawki te sięgają 8-10 zł za sztukę. Firma poszukuje alternatywy dla transportu morskiego z Chin do Polski. Część dostaw została przekierowana na transport kolejowy, zwiększając jego udział w ogóle transportu. Napotkano jednak problemy związane z zatorami, opóźnieniami czy podwyżkami cen. LPP stawia także na ograniczanie pustych przewozów. Wprowadzono politykę związaną ze standaryzacją opakowań zbiorczych. Przewóz jedynie w pełni wypełnionych kartonów do Centrum Logistycznego pozwala zaoszczędzić przestrzeń ładunkową, co pozytywnie wpływa na ograniczanie emisji. LPP prowadzi też działania w kierunku poszukiwań fabryk zlokalizowanych w Europie, które będą dostarczać produkty marki premium[6]. Nie trzeba także być ogromnym koncernem modowym, aby wdrażać zielone rozwiązania.

Many Mornings, polska firma produkująca skarpetki, prowadzi szereg działań – od produkcji przez logistykę i sprzedaż detaliczną – dążących do redukcji śladu węglowego pozostawianego w środowisku naturalnym. Zakład produkcyjny zlokalizowany jest w województwie łódzkim. Surowiec na skarpety, czyli przędza, pozyskuje się z bezpośredniego sąsiedztwa – zakłady dzieli jedynie 10 km, co znacznie wpływa na ograniczanie zapotrzebowania na transport. Dodatkowo magazyn firmy znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu produkcyjnego. Jak zaznacza firma – ich skarpetki nie są podróżnikami. W porównaniu do konkurencyjnych firm (produkujących często skarpety w Chinach, Indonezji czy Turcji) udaje się zaoszczędzić tysiące kilometrów drogi w procesach logistycznych. Zaznaczają także, że dzięki braku *outsourcingu* za granicę (co mogłoby przynieść korzyści finansowe), możliwe jest dbanie o każdy detal produkcji[7]. Każdy człowiek ma styczność z branżą spożywczą. W miastach niemal na każdym rogu znaleźć można sklepy z zielonym płazem w logotypie, zaś blisko każdego nowo budowanego osiedla powstają średniej wielkości markety. O ile dzięki temu typowy mieszkaniec może w całkowicie bezemisyjny sposób dotrzeć na zakupy bez użycia samochodu, intrygujące może być zagadnienie drogi, którą produkty pokonują, nim trafią na sklepową półkę.

Jeronimo Martins – właściciel sieci sklepów Biedronka – planuje, że 90% sprzedawanych w sklepach warzyw i owoców będzie pochodzić od polskich rolników, a produkty mają pochodzić od lokalnych producentów. Dodatkowo dużą wagę przykłada się do skracania łańcucha dostaw[8]. Z informacji udostępnianych przez sieć wynika, że 92% produktów spożywczych w 2021 r. zostało zakupionych u polskich dostawców. By usprawnić procesy zakupowe, w 2021 r. powołano zespół regionalnych kupców. Ich zadaniem jest nawiązywanie kontaktów z lokalnymi producentami, którzy chcą dostarczać owoce i warzywa do sieci sklepów. Osoby zatrudnione na tych stanowiskach odwiedzają rolników w całej Polsce (zaczynając od tych, którzy sami się zgłaszają, przy okazji poszukując innych w okolicy). W ten sposób wspierając rozwój małych gospodarstw, przyczyniają się do skracania łańcucha dostaw. Produkty trafiają do lokalnych centrów dystrybucyjnych, a stamtąd na sklepowe półki. Co ciekawe, w 2021 r. 18 polskich plantatorów dostarczało świeże truskawki w łubiankach bezpośrednio z plantacji wprost do 300 sklepów. W ten sposób dostarczono 280 ton truskawek. Całkowicie pominięty został jeden odcinek transportu, co przyczyniło się do ograniczenia emisji. Kolejny przykład, obrazujący redukcję zapotrzebowania na transport w tej sieci sklepów, dotyczy arbuzów. Latem 2021 r. w sklepach sprzedawane były arbuzy uprawiane na Mazowszu. Oprócz tego, że były słodsze od importowanych – nie przyczyniły się do emisji CO_2. Firma jest świadoma negatywnego wpływu transportu drogowego na środowisko. Wiedząc, że da się go wyeliminować całkowicie, wdrożono szereg rozwiązań, które pozwalają zminimalizować negatywny wpływ logistyki na środowisko. Jednym z nich jest system *backhaulingu*. Polega on na takiej organizacji transportu, która zapobiega wysyłaniu w trasę ciężarówek bez ładunku. W drodze powrotnej po dowiezieniu towaru do sklepu, ciężarówki zatrzymują się u dostawców, by odebrać towary i dostarczyć je do jednego z centrów dystrybucyjnych. W 2021 r. dzięki backhaulingowi pojazdy przewiozły ponad 1,7 mln

5 4 Successful Nearshoring (...), op. cit.
6 L. Kąsek, Polska w globalnych łańcuchach dostaw w czasie pandemii i wojny, Bak ING& Europejski Kongres Gospodarczy, https://www.slideshare.net/jakubtabor/polska-w-globalnych-acuchach-dostaw-w-czasiepandemii-i-wojny-raport-ing-i-eec [dostęp 11.05.2022].
7 Greener Mornings!, https://manymornings.com/greener-mornings [dostęp 09.11.2022].
8 Biedronka stawia na współpracę z polskimi producentami warzyw i owoców, https://www.farmer.pl/finanse/podatki-rachunkowosc/biedronka-stawia-na-wspolprace-z-polskimiproducentami-warzyw-i-owocow,103544.html [dostęp 11.05.2022].

palet, co pozwoliło na niepokonanie 6,7 mln km, przekładając się na uniknięcie emisji 5,7 tys. ton CO_2[9].

Skracanie łańcuchów dostaw w branży spożywczej może dotyczyć także działań na mniejszą skalę. Przykładem może być projekt Wiejska e-skrzynka, utworzony z inicjatywy **Kujawsko-Pomorskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Minikowie** w celu skracania łańcuchów dostaw żywności pochodzącej z gospodarstw rolnych. W skład konsorcjum oprócz ODR weszło 13 rolników (z gospodarstwami ekologicznymi, pasiecznymi, sprzedażą bezpośrednią) oraz 4 lokalnych przedsiębiorców. W ramach projektu powstał portal z profilami rolników, przypominający rozbudowany sklep internetowy. Dostawy, prosto od rolników, mogą odbywać się w ustalone miejsce w mieście lub za dopłatą wprost do domu zamawiających[10]. Dzięki temu skracany jest łańcuch dostaw, co nie wymaga transportu produktów do centrów dystrybucyjnych, lecz od razu trafiają one do konsumentów. Działanie było możliwe do realizacji dzięki wsparciu unijnemu. Na podobnej zasadzie, choć bez wsparcia unijnego, działa projekt LokalnyRolnik.pl. Każdy konsument może zamówić towary wprost od rolnika, a te trafią bezpośrednio do niego z pominięciem skomplikowanych łańcuchów dostaw[11].

Działania na rzecz ograniczania zapotrzebowania na transport są podejmowane także przez przedsiębiorstwa z branży produkcyjnej.

ABB, wiodąca firma technologiczna działająca nie tylko w Polsce, ale i na rynkach europejskich i światowych, już od około 10 lat ogranicza logistykę i transfer między kontynentami. Uruchomiony został specjalny program „Europe for Europe", który polega na pozyskiwaniu komponentów dla fabryk przedsiębiorstwa głównie na rynku europejskim. Podobnego typu działania są wdrażane także na innych kontynentach – w zakresie obsługi ich „lokalnych" zakładów produkcyjnych[12].

Solaris – polski producent autobusów, od kilku lat bazuje na komponentach produkowanych w krajach europejskich. Mimo tego ciągle podejmowane są działania w zakresie poszukiwania rozwiązań wśród swoich dostawców, aby proces dekarbonizacji mógł przyspieszać. Firma prowadzi stały monitoring śladu węglowego. Jak podkreślają przedstawiciele firmy, potrzeba jego ograniczania związana jest nie tylko z proekologiczną polityką firmy, ale także m.in. wysokimi oczekiwania klientów w tym zakresie[13]. Przykładem przeniesienia produkcji do Polski może być także **Bafang**. Chiński producent

9 Raport zrównoważonego rozwoju sieci Biedronka za 2021 rok, https://prowly-uploads.s3.eu-west- 1.amazonaws.com/uploads/8222/assets/460246/original-660c6369e183b69aa16f64d51daf5137.pdf [dostęp 09.11.2022].
10 O nas, Wiejska e-skrzyneczka, https://wiejskaeskrzynka.pl/o-nas [dostęp 09.11.2022].
11 LokalnyRolnik.pl, https://lokalnyrolnik.pl/misja/historia [dostęp 09.11.2022].
12 L. Kąsek, Polska w globalnych łańcuchach dostaw (...), op. cit.
13 Stefaniak Piotr, Solaris: rozkalibrowany łańcuch dostaw potrwa długo, https://www.wnp.pl/motoryzacja/solaris-rozkalibrowany-lancuch-dostaw-potrwa-dlugo,538821.html [dostęp 10.11.2022].

systemów do rowerów elektrycznych w 2019 r. otworzył swoją fabrykę w Polsce, pod Wrocławiem. Siedziba fabryki znajduje się w Chinach, skąd dotychczas produkty były eksportowane na cały świat. Swoje biura firma posiada m.in. w Holandii, Niemczech czy Stanach Zjednoczonych. Fabryka ma zaopatrywać rynek europejski w części rowerowe, w związku z rosnącym udziałów e-bike'ów (rowerów elektrycznych) wśród rowerów[14]. Rynek rowerów, których rolę szczególnie mocno docenia się w działaniach związanych z dekarbonizacją transportu w miastach, również może realnie wpływać na dekarbonizację transportu towarów, dzięki ograniczaniu samego transportu związanego z ich produkcją. W 2019 r. państwa Unii Europejskiej wyeksportowały poza nią prawie 1 mln rowerów o łącznej wartości 368 mln euro (24% wzrost w porównaniu do 2012 r.). W tym samym czasie import sięgnął ponad 5 mln rowerów o wartości 942 mln euro (spadek o ok. 12% w porównaniu do 2012 r., gdzie import wyniósł ok. 5,8 mln szt.). Co ważne, na eksport przeznaczonych zostało ok. 200 tys. rowerów ze wspomaganiem elektrycznym (12 razy więcej niż w 2012 r.), zaś w 2019 r. importowano ponad 700 tys. elektrycznych jednośladów (dwukrotnie więcej niż w 2012 r.). Oznacza to, że na rynkach europejskich pozostało blisko 10 mln rowerów[15].

14 Chiński producent systemów do e-rowerów Bafang otworzył fabrykę pod Wrocławiem, https://300gospodarka.pl/news/chinski-producent-systemow-do-e-rowerow-bafang-otworzyl-fabryke-podwroclawiem [dostęp 10.11.2022].
15 D. Makurat, Transport rowerowy [w:] Innowacje w transporcie, K. Wojewódzka-Król (red.), PWN, Warszawa 2021, s. 250.

Zapotrzebowanie na bezemisyjny transport może być realizowane w zakresie obsługi rowerów publicznych. Do tej pory żadne z polskich miast nie wymagało od operatorów systemów rowerów publicznych, aby ograniczali wykorzystywanie emisyjnych pojazdów do prac związanych z relokacją (przemieszczaniem rowerów między stacjami) czy serwisem. Tymczasem dochodzi nawet do kuriozalnych sytuacji, kiedy operator zwozi wieczorem rowery na monitorowane stacje, aby następnie rano rozwozić je na stacje właściwe, umożliwiając korzystanie z nich mieszkańcom Łodzi[16]. Działanie to całkowicie zaprzecza idei wykorzystywania rowerów w transporcie, gdzie powinny być one całkowicie bezemisyjnym środkiem przemieszczania się. Inne rozwiązanie zostało wdrożone w 2019 r. w Tczewie przez **Tczewskich Kurierów Rowerowych**, którzy odpowiadali za obsługę w tym mieście Systemu Roweru Metropolitalnego MEVO. Do obsługi systemu (wymiany baterii, drobnych prac serwisowych) wykorzystywali rowery cargo. Dzięki nim mogli sprawnie poruszać się po mieście obsługując rower, nie emitując przy tym ani grama CO_2. Dodatkowo działanie przyczyniło się do sprawniejszego działania systemu. W momencie, kiedy w innych miastach (system działał na obszarze 16 gmin) dostępność sprawnych rowerów sięgała między 41 a 60%, w Tczewie wynosiła 106%[17]. Niestety, system rowerów nie przetrwał próby czasu i po 9 miesiącach został zamknięty. Jednak rozwiązanie zastosowane w Tczewie zostało dostrzeżone przez decydentów i w nowym przetargu punktowano firmy, które (1) zapewnią jak największą liczbę stacji roweru obsługiwaną rowerami cargo (w zakresie naprawy drobnych usterek i wymiany baterii) oraz (2) zapewnią jak największy procentowy udział niskoemisyjnych samochodów wykorzystywanych do obsługi systemu (w tym do relokacji). Zwycięska firma zadeklarowała, że przy wykorzystaniu rowerów cargo obsługiwać będzie wszystkie (717) stacje zlokalizowane na obszarze 16 gmin na Pomorzu oraz 100% floty samochodów będą stanowiły pojazdy zeroemisyjne[18]. W samej idei założenia wydają się być słuszne. System jeszcze nie wystartował, jest w trakcie wdrażania. Czas pokaże, czy zadeklarowane przez operatora założenia będą realizowane w 100%. Dodatkowo operator będzie wykorzystywał systemy oparte o uczenie maszynowe (sztuczna inteligencja), które będą automatycznie podpowiadały, w jakich lokalizacjach i kiedy należy zmieniać baterie czy przemieszczać rowery. Powinno doprowadzić to do zwiększenia efektywności energetycznej systemu roweru publicznego. Jeśli zakładane działania zostaną zrealizowane, to efekty związane z ograniczaniem emisji będą zasługiwały na wszelkie uznanie.

Przytoczone przykłady udowadniają, że w polskich warunkach gospodarczych możliwe jest podejmowanie szeregu działań związanych z ograniczaniem zapotrzebowania na transport emisyjny. Czynności te często związane są z ekonomicznymi aspektami działania przedsiębiorstw. Niestety w czasie wysokiej inflacji, rosnących z każdej strony kosztów dla przedsiębiorstw, ekologia nie jest najważniejszym aspektem rozpatrywanym przez firmy. Zadowalające jest jednak, że dekarbonizacja często tworzy symbiozę z działaniami mającymi usprawniać działalność firm czy zwiększającymi efektywność.

16 M. Witkowska, W Łodzi zabierają na noc rowery miejskie! To jedno z rozwiązań, które mają zapobiegać kradzieżom, https://dzienniklodzki.pl/w-lodzi-zabieraja-na-noc-rowery-miejskie-to-jedno-z-rozwiazan-ktoremaja-zapobiegac-kradziezom/ar/c1-16919785 [dostęp 10.11.2022].
17 E. Karendys, Mevo najlepiej radzi sobie w Tczewie. Pomagają kurierzy rowerowi, https://trojmiasto.wyborcza.pl/trojmiasto/7,35612,24776622,mevo-najlepiej-radzi-sobie-w-tczewie-pomagajatczewscy-kurierzy.html [dostęp 10.11.2022].
18 Dialog konkurencyjny OMGGS/DK/01/2020 pn.„Uruchomienie, zarządzanie i eksploatacja systemu roweru metropolitalnego", https://www.metropoliagdansk.pl/ogloszenia/ogloszenie-o-dialogu-konkurencyjnym/dialog-konkurencyjny-omggsdk012020-pnuruchomienie-zarzadzanie-i-eksploatacja-systemu-roweru-metropolitalnego/ [dostęp 10.11.2022].

Lidl Polska

Nowoczesna technologia kluczem do sukcesu: jak Lidl Polska ogranicza emisję CO_2

W Lidl Polska zrównoważony rozwój i społeczna odpowiedzialność są wpisane w kulturę organizacyjną oraz tożsamość firmy. Nasz CSR opiera się na sześciu filarach: zaangażowaniu w dialog, promocji zdrowia, uczciwym działaniu, ochronie zasobów, klimatu oraz poszanowaniu bioróżnorodności. Fundamentem odpowiedzialnego zarządzania jest wnikliwa analiza wpływów społecznych, gospodarczych oraz środowiskowych. Według nas, takie podejście przynosi korzyści zarówno samej firmie, jak i jej otoczeniu.

Na podstawie naszego istniejącego śladu węglowego zdefiniowaliśmy konkretne plany i działania. Dążymy do ciągłej redukcji emisji CO_2 w działalności operacyjnej oraz w łańcuchu dostaw. Do 2030 r. międzynarodowo Lidl zamierza zredukować swoje emisje operacyjne o 80% (w porównaniu z 2019 r.). Aby osiągnąć ten ambitny cel klimatyczny, opracowaliśmy, w ramach strategii klimatycznej, plan działania – dotyczy on zarówno emisji pośrednich, które występują w łańcuchach dostaw naszej firmy, jak i emisji bezpośrednich, które powstają w sklepach i obiektach Lidl.

Aspekt ekologii w logistyce dostaw jest dla nas bardzo istotny. Dzięki gęstej sieci centrów dystrybucji (którą z roku na rok powiększamy) nasze pojazdy ciężarowe mają do pokonania mniejszą liczbę kilometrów. Skrócony dystans wiąże się z mniejszą emisją dwutlenku węgla, ponadto pojazdy dystrybuujące towary do naszych sklepów zużywają mniej paliwa. Dbamy również o to, aby przestrzeń ładunkowa wszystkich ciężarówek była optymalnie wypełniona. Warto dodać, że nasza flota składa się nie tylko ze standardowych ciągników siodłowych, ale także takich zasilanych gazem LNG. Wykorzystujemy również nowoczesne naczepy z w pełni elektrycznymi agregatami chłodniczymi, wyposażone w oś odzyskującą energię.

Innowacyjny tabór, napędzany alternatywnymi źródłami energii, w znaczący sposób przyczynia się do ograniczenia emisji CO_2.

Istotna jest także infrastruktura. Oprócz niewielkich odległości między poszczególnymi centrami dystrybucji duże znaczenie mają zastosowane w nich ekologiczne technologie. W oparciu o nie powstało m.in. Centrum Dystrybucyjne Lidl Polska w Mińsku Mazowieckim. Budynek wyposażono w odzyskiwanie ciepła z instalacji chłodniczej, odzyskiwanie energii cieplnej z wywiewanego powietrza, energooszczędne oświetlenie LED oraz instalację fotowoltaiczną. Te rozwiązania sprawiły, że Centrum Dystrybucyjne w Mińsku Mazowieckim zdobyło statuetkę CJI Award w kategorii Leading Green Warehouse Developement. Poza tym budynek uzyskał certyfikat LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*. Równie innowacyjne i ekologiczne jest Centrum Dystrybucyjne w Dobroszycach, otoczone przez największą, posadzoną przez Lidl Polska, łąkę kwietną. Warto bowiem podkreślić, że podobne łąki stworzyliśmy w pobliżu naszych sklepów (m.in. w Lublinie, Wrocławiu, Opolu Lubelskim, Warszawie), by w ten sposób wspierać bioróżnorodność.

Nowoczesne technologie wdrażamy także w sklepach, których obecnie Lidl Polska ma ponad 800. Od 2014 r. w obiektach naszej sieci montujemy ogrzewanie oparte na odzysku ciepła z lad chłodniczych, a także gruntowe pompy ciepła. Od 2021 r. wyposażamy nowe sklepy w instalację fotowoltaiczną, a już istniejące sukcesywnie doposażamy w to rozwiązanie. Co więcej, wszystkie nowo otwarte sklepy oraz magazyny Lidl Polska mają oświetlenie LED, jak i BMS (*Building Management System*) – system służący do zarządzania budynkiem. Pozwala on nie tylko na bieżąco śledzić zużycie energii elektrycznej, ale również zdalnie sterować poszczególnymi urządzeniami. Wymienione rozwiązania zwiększają efektywność energetyczną sklepów i – w konsekwencji – przyczyniają się do ochrony środowiska naturalnego. Zrównoważone budownictwo i optymalizacja zużycia energii są jednymi z celów polityki klimatycznej naszej firmy. W kontekście dekarbonizacji transportu warto z kolei wspomnieć o stacjach do ładowania samochodów elektrycznych, które instalujemy przy wybranych placówkach naszej sieci sklepów.

W zakresie ograniczenia emisji CO_2 działamy wielowymiarowo i w przyszłości będziemy wdrażali kolejne rozwiązania, mające na celu redukcję śladu węglowego. To ważny aspekt troski o dobro przyszłych pokoleń.

Aleksandra Robaszkiewicz
Head of Corporate Communications
and CSR, Lidl Polska

Orange

Transport jest jednym z głównych źródeł emisji gazów cieplarnianych, które odpowiadają za nasilający się kryzys klimatyczny. W działalności gospodarczej jako pierwsze na myśl przychodzą oczywiście paliwa (benzyna, olej napędowy, gaz) spalane w samochodach własnych lub tylko użytkowanych. Ale transport to też prąd zasilający samochody elektryczne. Jednakże, nawet biorąc pod uwagę polski prąd wciąż pochodzący głównie z węgla, okazuje się, że pojazdy elektryczne mają zdecydowanie mniejszy całościowy wpływ na klimat i środowisko niż te spalinowe.

Ale to tylko wierzchołek góry lodowej. Transport to również droga naszych pracowników do biur czy klientów do sklepów, sposób dostarczania produktów do magazynów, sklepów i domów klientów. A są jeszcze dostawcy – ryza papieru, podłączenie drukarki, naprawa kapiącego kranu… Potrzebne nam do działalności gospodarczej produkty i usługi nie pojawiają się magicznie, ale wymagają fizycznego przemieszczenia się przedmiotów lub usług.

Jak to wygląda u operatora telekomunikacyjnego? Choć świadczymy usługi telekomunikacyjne, które są niematerialne, wymagają one fizycznych urządzeń i infrastruktury. Niezbędne jest zapewnienie dostaw sprzętu dużego i małego – od stacji bazowej, przez serwer, po smartfon. Klienci odwiedzają salony sprzedaży, a obsługa techniczna musi dotrzeć na miejsce awarii. Transport przenika więc całość naszej codziennej działalności.

W Orange Polska to kilka tysięcy ton CO_2e rocznie po stronie własnych emisji gazów cieplarnianych (zakresy 1 i 2 emisji) oraz około dwa razy tyle w łańcuchu wartości (emisje dostawców, klientów i pracowników – zakres 3 emisji). W sumie to solidne kilka procent całości. Nie jest to więc pozycja zaniedbywalna w zarządzaniu naszym wpływem na klimat, choć znacząco mniejsza niż nasze główne źródło emisji – elektryczność niezbędna do utrzymania infrastruktury i świadczenia usług. Naszym celem nadrzędnym jest osiągniecie neutralności klimatycznej dla wszystkich emisji (zakresy 1, 2 i 3) do 2040 r. W pierwszym okresie do 2025 r. nasza strategia klimatyczna #OrangeGoesGreen koncentruje się zwłaszcza na emisjach własnych, które zredukujemy o przynajmniej 65% w porównaniu do 2015 r. Transport jest tu jednym z priorytetów.

Co robimy w Orange Polska, aby sukcesywnie zmniejszać wpływ naszej floty samochodowej na planetę?
Po pierwsze, konsekwentnie optymalizujemy liczbę pojazdów, dostosowując ją do realnych potrzeb sprzedaży, obsługi, techniki. Nasza flota jest dzisiaj o połowę mniejsza niż w 2015 r., bo najlepszy dla planety i najtańszy dla kieszeni jest ten samochód, którego się nie posiada. To również efekt postępującej racjonalizacji przejazdów, maksymalizacji wykorzystania posiadanych pojazdów – a także innowacyjnych rozwiązań. Kilka lat temu uruchomiliśmy wewnętrzną wypożyczalnię samochodów, działającą podobnie do **car sharingu** miejskiego, do celów służbowych i prywatnych. Współdzielenie pozwala na optymalne i tańsze wykorzystanie zasobów. Dziś współdzielone jest już 10% naszych pojazdów, a do 2025 r. będzie to trzy razy tyle.

Po drugie, poprawiamy strukturę naszych pojazdów, żeby były jak najmniej emisyjne. Wprowadziliśmy do kryteriów zakupowych wielkości emisji pojazdów. Zaczęliśmy wprowadzać do floty samochody hybrydowe (choć to tylko rozwiązanie przejściowe – nadal wykorzystują one paliwa kopalne). Od roku wprowadzamy do floty samochody w pełni elektryczne. Mamy ich już kilkadziesiąt – w tym dzięki korzystaniu z dostępnych funduszy europejskich. Naszym celem na 2025 r. jest flota przynajmniej w 3/4 złożona z samochodów hybrydowych i elektrycznych. Ambicja na rok 2030? Flota składająca się wyłącznie z samochodów w pełni elektrycznych – i zdecydowanie mniejsza niż ta dzisiejsza. Realizacja będzie uzależniona od rozwiązań systemowych, infrastruktury ładowania, dostępności pojazdów – ale to cel realny, nawet jeśli na pewno niełatwy.

Po trzecie, edukujemy pracowników. Zachęcamy ich do korzystania z narzędzi zdalnej komunikacji, a w podróżach służbowych promujemy transport zbiorowy. Użytkownikom firmowych samochodów proponujemy szkolenia z bezpiecznej i efektywnej jazdy, dzięki czemu zużycie paliwa spada o minimum kilkanaście procent.

Co dalej? Eksplorujemy nowe rozwiązania, tzw. multimodalne formy transportu (*mobility as a service*): część drogi transportem miejskim, kawałek rowerem czy hulajnogą, a gdy nie da się inaczej, to współdzielonym „elektrykiem". Tego typu rozwiązania wymagają w Polsce

jeszcze dużej pracy, edukacji i popularyzacji, ale to do nich należy przyszłość.

Na koniec kilka słów o naszych działaniach dotyczących emisji w zakresie 3. Emisyjność wpisujemy do kryteriów w przetargach, współpracujemy operacyjnie z firmami przewozowymi czy kurierskimi, żeby optymalizować przesyłki, które my z kolei odchudzamy wielkościowo i wagowo. Klientów zachęcamy do wybierania mniej emisyjnych sposobów dostaw, promując je w ich koszykach zakupowych online. Racjonalizujemy też naszą fizyczną sieć sprzedaży, aby była łatwo dostępna.

Wyznaczenie i realizacja konkretnych, ambitnych i mierzalnych celów prowadzących do neutralności klimatycznej jest niezbędne w każdej firmie, która chce poważnie podchodzić do swojej odpowiedzialności za planetę. Należy wyznaczyć i realizować ambitne i mierzalne cele, które muszą one obejmować również transport.

Jacek Hutyra,
doradca ds. strategii klimatycznej

Hanna Jaworska-Orthwein,
ekspert CSR

Norbert Matuszewski,
menedżer ds. transportu i narzędzi pracy

III.
Systemowa zmiana środków transportu na mniej emisyjne

Rozdział powstał na podstawie spotkań z przedstawicielami biznesu

WOLAŃSKI

dr Michał Wolański
Dominik Makurat
Wolański sp. z o.o.

WYKORZYSTANIE EKOLOGICZNYCH ŚRODKÓW TRANSPORTU

W wielu przypadkach nie ma możliwości całkowitego ograniczenia zapotrzebowania na transport. Fabryki, nawet zlokalizowane w Europie (czy wręcz w obrębie jednego kraju) wymagają przemieszczania ładunków pomiędzy nimi. W powszechnej świadomości za najbardziej ekologiczny środek transportu uchodzi kolej. Ważna będzie więc zmiana transportu drogowego na kolej, co, oprócz wymiernych korzyści środowiskowych, może przynosić oszczędności.

TRANSPORT KOLEJOWY W SPÓŁCE BSH

Polska spółka BSH wykorzystuje konwencjonalny transport kolejowy do wysyłki wyprodukowanych urządzeń oraz odbioru materiałów i komponentów do produkcji, które trafiają do sześciu polskich fabryk BSH. Działania te nabierają szczególnego znaczenia w kontekście posiadania przez BSH w Polsce własnej infrastruktury kolejowej, wewnątrz i na zewnątrz dwóch centrów logistycznych (w Łodzi i we Wrocławiu).

Innowacyjne na skalę kraju i Europy działanie umożliwia załadunek oraz rozładunek wagonów o każdej porze, w każdych warunkach pogodowych. Spółka jest też uniezależniona od zewnętrznych właścicieli bocznic, co znacznie ułatwia pracę (por. Rysunek 1).

Rysunek 1.
Zadaszona rampa kolejowa we wrocławskim centrum logistycznym BSH przy ul. Żmigrodzkiej

Źródło: materiały prasowe BSH.

Obecnie transportem kolejowym konwencjonalnym BSH obsługuje trasy z Łodzi do Nauen (Niemcy) oraz z Wrocławia do Nauen. Jednak jeszcze w 2022 r. spółka uruchomi przejazdy składu całopociągowego z Łodzi do centrum logistycznego BSH we Francji. W kolejnym etapie tego projektu firma będzie również weryfikowała możliwości załadunku i włączenia do składu wagonów z urządzeniami wyprodukowanymi w fabrykach we Wrocławiu.

BSH przewozi w wagonach kolejowych niemal całą gamę produkowanego w Polsce dużego sprzętu gospodarstwa domowego. Są to pralki, suszarki do ubrań, zmywarki, lodówki oraz piekarniki.

Od początku 2022 r. na relacji Wrocław – Nauen spółka zrealizowała transport 1095 wagonów z lodówkami, co daje równowartość około 1720 naczep typu MEGA. Średnia waga przewożonego towaru w wagonie z Wrocławia do Nauen wynosi 7100 kg. Natomiast średnia masa ładunku w jednym wagonie z Łodzi to 18 718 kg. Za pomocą kolei firma wysłała od początku 2022 r. tyle pralek, suszarek i zmywarek, że mogłyby one wypełnić 4178 naczep typu MEGA. Łącznie od początku 2022 r. firma „przeniosła na tory" 5898 samochodów ciężarowych.

Dzięki działaniom grupy BSH ukierunkowanym na zastępowanie emisyjnego transportu drogowego transportem kolejowym na blisko 22 godziny w skali roku z polskich dróg zniknęły wszystkie ciężarówki!

W 2023 r. spółka spodziewa się zdecydowanego zwiększenia udziału transportu intermodalnego w całości przewozów w związku z planowanym uruchomieniem nowego połączenia. Raz w tygodniu pociąg BSH będzie przemierzał trasę z Łódź-Nauen-Wrocław-Giengen-Łódź, zabierając z każdej z tych lokalizacji 38 kontenerów typu 45' HCPW (to największy spotykany w Europie rodzaj kontenera).

Warte podkreślenia jest również to, że do przewozu 90% morskich ładunków BSH w Polsce do portów z magazynów we Wrocławiu, Łodzi i Rzeszowie wykorzystuje się transport intermodalny. Urządzenia wyprodukowane w fabrykach w Łodzi i Wrocławiu są dostarczane transportem intermodalnym również bezpośrednio do odbiorców w Europie. Trafiają w ten sposób do Włoch i Hiszpanii, a w 2023 r. będą dostarczane również do Niemiec. Firma planuje też uruchomienie takich przewozów do Wielkiej Brytanii. Za pomocą transportu intermodalnego realizowane są również dostawy wyrobów gotowych z innych magazynów BSH w Europie do Polski. Spółka ma też plany uruchomienia dostaw części do produkcji ze zwiększonym wykorzystaniem transportu kolejowego.

TRANSPORT INTERMODALNY I INNOWACYJNY TRANSPORT DROGOWY W GRUPIE RABEN

Działania zmierzające do poprawy emisyjności transportu prowadzone są przez firmę Raben regularnie. Jednym z działań jest transport intermodalny.

Przewoźnik prowadzi regularne przewozy na trasie między Swarzędzem a Wuppertalem. Wykorzystuje do tego naczepy intermodalne, które mogą być wykorzystywane w transporcie drogowym i kolejowym (por. Rysunek 2).

Transport intermodalny jest jednym z najbardziej znanych ekologicznym sposobem przewozu ładunków. Jednak wiąże się z szeregiem wyzwań, na które muszą odpowiadać przewoźnicy. Głównym jest brak infrastruktury (przede wszystkim terminali przeładunkowych), problem z jej dostępnością (trudności w prowadzeniu ruchu pociągów towarowych), zróżnicowane stawki za dostęp do niej czy w końcu uszkodzenia naczep podczas przeładunków. Tam więc, gdzie nie jest to możliwe, muszą być stosowane inne rozwiązania. W Grupie Raben jako alternatywę

Rysunek 2.
Załadunek naczepy w transporcie intermodalnym

Źródło: LinkedIn Grupy Raben, https://www.linkedin.com/posts/the-raben-group_raben-transport-intermodal-activity-6802832443775737856-6YYM/ [dostęp 21.09.2022].

wykorzystuje się również pojazdy LHV – czyli tzw. „pociągi drogowe Jumbo". Są to zestawy składające się z dużego ciągnika i dwukondygnacyjnych naczep. Rozwiązanie to pozwala obniżyć emisję CO_2 nawet o 200 ton rocznie na niektórych trasach. Tego rozwiązania nie można używać wszędzie – głównie z uwagi na ograniczenia DMC obowiązujące w poszczególnych krajach.

Na szczególną uwagę zasługuje projekt zrealizowany w partnerstwie Grupy Raben z Ikea Industry, a także Volvo Trucks. W ramach kontraktu Ikea wprowadzi elektryczne samochody ciężarowe Volvo do obsługi wewnętrznych transportów w dwóch fabrykach Ikea Industry w Polsce. Operatorem przewozów został Raben. Pojazdy będą wykorzystywane do obsługi wewnętrznego przepływu towarów pomiędzy dwiema fabrykami Ikea Industry w Zbąszynku i Babimoście (oddalonymi od siebie o 12 km). Ładowanie (mimo zasięgu sięgającego 300 km) będzie odbywało się przy każdym rozładunku i załadunku – przy wykorzystaniu energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnego źródła[1]. Wykorzystanie tego typu rozwiązań mogłoby być trudne na szeroką skalę – głównie z uwagi na problem z dostępnością punktów ładowania.

TRANSPORT INTERMODALNY W SIECI IKEA

Rozwiązania intermodalne są jednym z priorytetów dla IKEA Supply Chain Operations, która odpowiada za transport produktów IKEA od producentów do sklepów, magazynów i centrów dystrybucyjnych. Przejście na transport intermodalny jest również jednym z filarów agendy dekarbonizacyjnej IKEA.

Firma dostrzega, że korzystanie z rozwiązań intermodalnych i zmniejszanie w ten sposób liczby ciężarówek na drodze nie tylko obniża emisję CO_2, ale także poprawia jakość powietrza i zmniejsza zatłoczenie dróg. Trwają nieustanne prace nad przenoszeniem coraz większej ilości towarów na alternatywne rozwiązania intermodalne, takie jak transport kolejowy, morski lub śródlądowy. Tego rodzaju zmiany mogą zmniejszyć średnio o połowę ślad klimatyczny danej trasy. W zeszłym roku na całym świecie IKEA zwiększyła udział rozwiązań kolejowych w swoich łańcuchach dostaw z 41% do 45%. W Polsce, w ciągu ostatnich kilku lat, przeniesiono ponad 20 tys. przesyłek z samochodów ciężarowych na rozwiązania intermodalne: morskie i kolejowe. Około 70% przesyłek kierowanych od polskich producentów IKEA do portu w Gdyni to obecnie transporty kolejowe.

Zauważalne są także efekty wykorzystywania większych pojazdów niż standardowe. Jeden z przewoźników IKEA w Finlandii zaczął używać pojazdów ciężarowych, z których każdy może przewozić dwa 45-stopowe kontenery, czyli największe kontenery dostępne w Europie. Dzięki przewożeniu dwóch takich kontenerów jednym pojazdem emisja CO_2 na każdy realizowany nim transport zmniejszyła się średnio o 45%.

Transport intermodalny, zdaniem przedsiębiorstw, pozwala ograniczać emisję CO_2 o 50%.

1 Ikea Industry, Volvo Trucks i Grupa Raben – partnerstwo na rzecz zeroemisyjnego transportu, IKEA Industry, Volvo Trucks i Grupa Raben – partnerstwo na rzecz zeroemisyjnego transportu - Raben Group (raben-group.com) [dostęp 21.09.2022].

EKOLOGICZNE DOSTAWY PRZESYŁEK W AMAZON

Niskoemisyjne i zeroemisyjne środki transportu wykorzystywane są także przez Amazon. Firma w miarę możliwości wykorzystuje transport intermodalny. Główną barierę w praktykowaniu tej formy transportowania towarów stanowi niewystarczająco rozbudowana infrastruktura kolejowa w miejscu lokalizacji magazynów spółki.

W 2019 r. firma zamówiła do prowadzenia dostaw własnych w USA 100 tysięcy dostawczych pojazdów Rivian (por. Rysunek 3).

Rysunek 3.
Elektryczny Rivian,
używany przez Amazon do dostaw

Źródło: materiały Amazon.

Wykorzystywanie ekologicznych środków transportu można zaobserwować głównie poza granicami Polski, w tych krajach, gdzie firma realizuje własne dostawy tzw. ostatniej mili. O ile Amazon w 2019 r. stanowił 13,3% światowego rynku e-commerce (a po odjęciu rynku amerykańskiego – 5,6%)[2], to polski serwis Amazon swoją działalność rozpoczął dopiero w marcu 2021 r. Tam, gdzie Amazon realizuje dostawy samodzielnie, bez korzystania z usług pośredników, zmierza do dostarczania przesyłek do końcowych odbiorców w sposób bezemisyjny. Wykorzystywane są do tego nie tylko wspomniane wyżej samochody elektryczne, ale także flota skuterów, rowerów, a nawet dostawy piesze. Własna flota pozwoliła w 2021 r, dostarczyć ponad 100 milionów przesyłek w sposób bezemisyjny. Amazon zmierza do tego, by pod koniec dekady połowa przesyłek dostarczana była w sposób neutralny węglowo. Do tego celu przybliżają kolejne inwestycje, m.in. w Europie, gdzie właśnie ogłoszono, że do 2025 r. firma przeznaczy ponad miliard euro na zakup nieemisyjnych środków transportu. Przedstawiciele firmy dostrzegają ogromny potencjał w zwiększeniu udziału ekologicznych dostaw. W Polsce korzystają z usług zewnętrznych dostawców m.in. Poczty Polskiej, DHL i InPost. Wobec dostawców stawiane są wymogi dotyczące wykorzystywania ekologicznych środków transportu tam, gdzie jest to możliwe.

Należy podkreślić również, że spółka prowadzi (poza Polską) szereg testów związanych z wykorzystaniem elektrycznych ciężarówek lub zasilanych wodorem. Niestety z uwagi na niską dostępność tych ostatnich i nierozwiniętą infrastrukturę tankowania rozwiązanie to pozostaje na razie w sferze planów, a firma w transporcie ciężkim skupia się przede wszystkim na elektryfikacji floty.

FIRMA NORTHVOLT Z POTENCJAŁEM INTERMODALNYM I Z POMYSŁEM NA NIWELOWANIE SKUTKÓW ELEKTROMOBILNOŚCI

Działania związane z wykorzystaniem ekologicznych środków transportu można zauważyć także w firmie Northvolt. Działalność przedsiębiorstwa nie skupia się w jednym kraju – głównie z uwagi na obsługę różnych klientów, zlokalizowanych w różnych zakątkach Europy.

Northvolt produkuje baterie samochodowe m.in. dla Volkswagena i Volvo czy magazyny energii mogące pomieścić tysiące kWh (stosowane m.in. na farmach fotowoltaicznych, waga takiej baterii to nawet 5 t). Sama produkcja została podzielona – najbardziej energochłonne procesy produkcji ogniw prowadzone są w Szwecji, zaś pozostałe czynności (np. produkcja modularnych systemów bateryjnych,) mogą odbywać się w innych częściach Europy (np. Polsce, gdzie nie generuje się tak ogromnego zużycia energii). Jednym z miejsc, gdzie odbywa się montaż, jest Gdańsk. Aktualnie, z uwagi na planowaną ekspansję i rozwój przedsiębiorstwa, trwa budowa nowej fabryki, która w 100% będzie zasilana z OZE. Nieprzypadkowo wybrano także lokalizację fabryki – powstaje przy gdańskim DCT (ang. *Deepwater Container Terminal*). W swoich procesach firma wykorzystuje transport kontenerowy. Szwedzkie zakłady położone są blisko portów, co ułatwia transport kontenerów wypełnionych bateriami drogą morską. Te mogą trafiać w taki sposób do Gdańska (czy w przyszłości do Niemiec, gdzie planuje się budowę kolej-

2 J. Dubij, II Amazon w liczbach, https://www.forum-ekonomiczne.pl/ii-amazon-w-liczbach/ [dostęp 10.09.2022].

nych fabryk). Aktualnie przedsiębiorstwo nie wykorzystuje transportu kolejowego – głównie z uwagi na zbyt małe moce produkcyjne. Jednak nie wyklucza się w przyszłości wykorzystywania kolei – do której dostęp zapewnia zlokalizowanie przy terminalu kontenerowym. Przedstawiciele firmy są jednak zgodni, że potrzebne są do tego warunki zapewniające m.in. szybki czas dostawy produktów. Odpowiednia lokalizacja firmy pozwala także na zapewnienie pracownikom dojazdu komunikacją miejską, zamiast własnymi samochodami, co również przekłada się na ograniczanie emisji CO_2.

Warto także podkreślić ogromną rolę, jaką odgrywa Northvolt dla rozwoju elektromobilności – związaną z recyklingiem baterii. Aktualnie poddawane mogą być jemu baterie litowo-jonowe, a takie montowane są nie tylko w samochodach elektrycznych, ale także w hulajnogach czy rowerach elektrycznych. Temat ten od lat budzi kontrowersje. Pojawia się wiele opinii na temat braku możliwości recyklingu baterii, co w rezultacie może prowadzić do negatywnego wpływu elektromobilności na środowisko. Dzięki działaniom podejmowanym przez przedsiębiorstwo problem ten jest rozwiązywany, zaś surowce (niezwykle cenne) wykorzystywane do ponownego użycia. Nawet plastik czy aluminium niebędące bezpośrednio w składzie baterii znajdują swoje ponowne zastosowanie, zaś odzyskany grafit może służyć do produkcji grafenu. Zastosowane procesy chemiczne pozwalają uzyskać 98% czystość surowców z wnętrza baterii. Firma może przerabiać rocznie 125 tysięcy ton zużytych baterii. Należy jednak pamiętać, że od wyprodukowania baterii do jej recyklingu mija od 8 do nawet 15 lat.

POZOSTAŁE PRZYKŁADY ZASTĘPOWANIA TRANSPORTU DROGOWEGO KOLEJĄ

Transport kolejowy wykorzystywany jest także w branży spożywczej.

CEDROB S.A. – największy polski producent drobiu posiada własne wagony do przewozu zbóż. Spółka Cedrob Cargo Sp. z o.o. została utworzona w 2017 r. Jej zadaniem jest wspomaganie działalności CEDROB S.A. w zakresie transportu intermodalnego surowców do produkcji pasz oraz świadczenie usług transportu z wykorzystaniem jednostek intermodalnych[3]. Przedsiębiorstwo przewozi zboża z portów morskich i krajowych elewatorów do swojej fabryki pasz, zastępując transport drogowy. Producent wody Cisowianka, spółka Nałęczów Zdrój, postawiła w 2022 r. na transport intermodalny, wykorzystując do transportu swoich produktów kolej. W maju 2022 r. odbyły się dwa inauguracyjne przewozy kolejowe, którymi przewieziono 88 kontenerów, eliminując z dróg 88 ciężarówek. Jednorazowo przewieziono 2 miliony butelek wody. Transporty odbyły się do Poznania i Sosnowca, skąd odbywa się dystrybucja na terenie Wielkopolski oraz Śląska, Zagłębia i Małopolski[4].

Jeden pociąg pozwala zastąpić 44 ciężarówki, które znikają z polskich dróg, czyniąc je bezpieczniejszymi, a także ograniczając emisję CO_2.

Podobne przykłady transportu można doszukiwać się także w przedsiębiorstwach z branży samochodowej.

Scania, producent samochodów ciężarowych, zwiększa udział transportu kolejowego, zastępując przewozy transportem drogowym dla obsługi swoich fabryk. Dotyczy to tras między Francją a Włochami, a także Szwecją a Holandią[5]. Przewożone są przede wszystkim części samochodowe, służące do ich produkcji.

Z kolei **Michelin**, firma zajmująca się produkcją opon samochodowych, mająca swoją siedzibę pod Olsztynem, przeniosła część swojego transportu na kolej. Specjalnie dla nich utworzone zostało połączenie intermodalne Olsztyn-Ludwigshafen w Niemczech przez operatora logistycznego Miratrans. Opony ładowane są w Centrum Logistycznym Michelin w Olsztynie na specjalnie przystosowane naczepy. Ciągnik siodłowy pokonuje z nimi ok. 2 km do bocznicy kolejowej. Na miejscu przy wykorzystaniu specjalnych wózków wysięgnikowych (reachstackerów) naczepy są przeładowywane na specjalne wózki kolejowe. Ładunkiem powrotnym do Polski trafiają półfabrykaty do produkcji opon[6].

Volkswagen, posiadający swoje fabryki np. w Poznaniu, wykorzystuje kolej do transportu wyprodukowanych pojazdów do swoich centrów logistycznych, również w Polsce. Grupa VAG koleją obsługuje 40 centrów dystrybucji, portów i magazynów, co przy wykorzystywaniu

3 Cedrob cargo, https://www.grupacedrob.pl/nasze-marki/cedrob-cargo [dostęp 10.11.2022].
4 Rynek Infrastruktury, Cisowianka stawia na przewozy kolejowe, https://www.rynekinfrastruktury.pl/mobile/naleczowianka-stawia-na-przewozy-kolejowe-82556.html [dostęp 11.05.2022].
5 J. Witkowski, A. Pisarek, Istota zielonych łańcuchów dostaw - propozycja systematyzacji pojęć, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 315, 2017, s. 11-26
6 Ł. Kuś Miratrans: Uznaliśmy, że transport intermodalny to rozwiązanie na przyszłość, https://intermodalnews.pl/2020/07/03/miratrans-uznalismy-ze-transport-intermodalny-to-rozwiazanie-naprzyszlosc/ [dostęp 10.11.2022].

zielonej energii sprawia, że transport nowych samochodów nie pozostawia po sobie śladu węglowego[7].

Ograniczanie wykorzystywania transportu drogowego na rzecz kolei jest możliwe także w branżach przemysłu przetwórstwa metali i ciepłownictwa.

OLMET – potentat na rynku recyklingu metali – uruchomił własne przewozy kolejowe. Przedsiębiorstwo posiada własną bocznicę kolejową, co umożliwia wywóz surowca bezpośrednio z placów składowych do hut. Na tym etapie pomija się wykorzystywanie samochodów dowożących złom na bocznicę.

Veolia – elektrociepłownia w Łodzi – wykorzystuje transport kolejowy do dostaw surowca. Główne paliwo (węgiel) przewozi się pociągami. Drugim paliwem wykorzystywanym w produkcji energii jest biomasa. Dostarcza się ją nie tylko przy wykorzystaniu transportu drogowego, lecz także kolejowego, którego udział sukcesywnie się zwiększa. **Enea Elektrownia Połaniec** również wykorzystuje transport kolejowy do dostaw biomasy w celu produkcji energii elektrycznej.

Transport intermodalny realnie wpływa na dekarbonizację transportu. Świadomość przedsiębiorstw transportowych rośnie z każdym rokiem, co przekłada się na zwiększającą się rolę udziału transportu kolejowego.

PODSUMOWANIE

1. DEKARBONIZACJA TRANSPORTU MUSI BYĆ KOMPLEKSOWA

Dekarbonizacja transportu jest zjawiskiem złożonym i trudnym do realizacji. Utarte od lat przekonania, że ograniczanie emisji CO_2 możliwe jest głównie dzięki elektryfikacji transportu, wydają się nadmiernym uproszczeniem. Zabrakło pracy u podstaw – czyli sprawdzania możliwości ograniczania zapotrzebowania na transport, a co za tym idzie – również na energię, niezależnie od jej nośnika. Globalizacja sprawia, że zapotrzebowanie na transport rośnie. Przyczyniają się do tego także czynniki takie jak pandemia czy wojna w Ukrainie. Działania powinny być więc ukierunkowane na wdrażanie rozwiązań, które pozwolą wozić więcej, ale przy wykonywaniu mniejszej ilości przejazdów.

2. PRODUKOWANIE BLIŻEJ RYNKÓW ZBYTU TO PODSTAWA ZMNIEJSZANIA EMISYJNOŚCI I ZAPOTRZEBOWANIA NA ENEGRIĘ

Przytoczone przykłady zobrazowały, że wciąż istnieje duży potencjał do ograniczania przewozów. Mogą temu służyć działania związane z przenoszeniem produkcji z dalekich krajów Azji Wschodniej do Europy, a w przyszłości także Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej, co przyczynia się do skracania łańcuchów transportowych. Tego typu rozwiązania wdrażane są nie tylko w Europie, ale też w Polsce, która gospodarczo może być dużym beneficjentem tego trendu. Firmy podejmują także szereg rozwiązań w kierunku ograniczania liczby wykonywanych kursów. Pomagają w tym nie tylko programy uniemożliwiające puste przejazdy, ale także łączenie dostaw, stosowanie naczep z podwójną podłogą itp. Niestety, oczekiwania odbiorców odnośnie do czasu dostawy towarów są priorytetyzowane znacznie wyżej niż ograniczanie emisji szkodliwych substancji. Widać jednak duży potencjał dla rozwoju tych działań w przyszłości.

3. CORAZ WIĘCEJ FIRM W POLSCE WYBIERA KOLEJ JAKO SPOSÓB NA ZMNIEJSZENIE EMISYJNOŚCI I ZUŻYCIA ENERGII

W zakresie zmiany środka transportu z drogowego na kolej największym zagrożeniem pozostaje czas dostawy towarów. Chociaż pozornie w polskich warunkach trudno mówić o konkurencji transportu kolejowego z transportem drogowym, to jednak konkretne przykłady pokazują, że firmy chcą realnie działać i przenosić ładunki na tory. Budowa własnych bocznic i uruchamianie nowych pociągów świadczy o potencjale, który musi być odpowiednio zagospodarowany.

7 Pociągi Deutsche Bahn przewożące samochody i inne ładunki dla Grupy Volkswagen będą zasilane tylko energią ze źródeł odnawialnych, https://www.volkswagen.pl/pl/swiatvolkswagena/aktualnosci/2020/wrzesien/pociagi-deutsche-bahn-przewozace-samochody-i-inne-ladunki-dlagrupy-volkswagen-beda-zasilane-tylko-energia-ze-zrodel-odnawialnych.html [dostęp 11.05.2022].

Bibliografia:

4 Successful Nearshoring Examples to Guide Your Business, https://biz30.timedoctor.com/nearshoring-examples/ [dostęp 11.05.2022].

Bankier, Polska jest czwartym największym eksporterem sprzętu AGD na świecie, https://www.bankier.pl/wiadomosc/Polska-jest-czwartym-najwiekszym-eksporterem-sprzetu-AGD-na-swiecie-8125977.html [dostęp 15.10.2022].

Biedronka stawia na współpracę z polskimi producentami warzyw i owoców, https://www.farmer.pl/finanse/podatki-rachunkowosc/biedronka-stawia-na-wspolprace-z-polskimi-producentami-warzyw-i-owocow,103544.html [dostęp 11.05.2022].

Cedrob cargo, https://www.grupacedrob.pl/nasze-marki/cedrob-cargo [dostęp 10.11.2022].

Chiński producent systemów do e-rowerów Bafang otworzył fabrykę pod Wrocławiem, https://300gospodarka.pl/news/chinski-producent-systemow-do-e-rowerow-bafang-otworzyl-fabryke-pod-wroclawiem [dostęp 10.11.2022].

Cho R., What is decarbonization, and how do we make it happen?, Columbia Climate School, https://news.climate.columbia.edu/2022/04/22/what-is-decarbonization-and-how-do-we-make-it-happen/ [dostęp 4.10.2022].

Deloitte, What is decarbonisation?, https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/energy-resources-industrials/articles/what-is-decarbonisation.html [dostęp 4.10.2022].

Dialog konkurencyjny OMGGS/DK/01/2020 pn. „Uruchomienie, zarządzanie i eksploatacja systemu roweru metropolitalnego", https://www.metropoliagdansk.pl/ogloszenia/ogloszenie-o-dialogu-konkurencyjnym/dialog-konkurencyjny-omggsdk012020-pnuruchomienie-zarzadzanie-i-eksploatacja-systemu-roweru-metropolitalnego/ [dostęp 10.11.2022].

Dokumenty Końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój", Rio de Janeiro, 3–czerwca 1992 r., Szczyt Ziemi, Warszawa 1993, s. 13.

Dubij J., II Amazon w liczbach, https://www.forum-ekonomiczne.pl/ii-amazon-w-liczbach/ [dostęp 10.09.2022].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego.
Euvic, Offshoring vs nearshoring – kiedy i dlaczego?, https://www.euvic.com/pl/offshoring-vs-nearshoring-kiedy-i-dlaczego/ [dostęp 11.05.2022].

Fakty i liczby o BSH, https://www.bsh-group.com/pl/spolka/portret-spoki [dostęp 15.10.2022].

Główny Urząd Statystyczny, Energia 2022, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-2022,1,10.html [dostęp 14.10.2022].

Greener Mornings!, https://manymornings.com/greener-mornings [dostęp 09.11.2022].

Heller Consult sp. z o.o., Synteza wyników GPR 2020/21 na zamiejskiej sieci dróg krajowych, Warszawa, 2021, s. 15, https://www.gov.pl/web/gddkia/generalny-pomiar-ruchu-20202021 dostęp 20.10.2022.

Ikea Industry, Volvo Trucks i Grupa Raben – partnerstwo na rzecz zeroemisyjnego transportu, IKEA Industry, Volvo Trucks i Grupa Raben – partnerstwo na rzecz zeroemisyjnego transportu - Raben Group (raben-group.com) [dostęp 21.09.2022].

Intel Announces Initial Investment of Over €33 Billion for R&D and Manufacturing in EU, https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/eu-news-2022-release.html#gs.i9md4i [dostęp 08.11.2022].

Intel just committed billions to make chips in Europe. TSMC might be next, https://www.protocol.com/enterprise/intel-tsmc-europe-chip-manufacturing [dostęp 11.05.2022].

Karendys E., Mevo najlepiej radzi sobie w Tczewie. Pomagają kurierzy rowerowi, https://trojmiasto.wyborcza.pl/trojmiasto/7,35612,24776622,mevo-najlepiej-radzi-sobie-w-tczewie-pomagaja-tczewscy-kurierzy.html [dostęp 10.11.2022].

Kąsek L., Polska w globalnych łańcuchach dostaw w czasie pandemii i wojny, Bak ING& Europejski Kongres Gospodarczy, https://www.slideshare.net/jakubtabor/polska-w-globalnych-acuchach-dostaw-w-czasie-pandemii-i-wojny-raport-ing-i-ee, [dostęp 11.05.2022].

Khan S.A.R., Introductory Chapter: Introduction of Green Supply Chain Management [w:] Green Practices and Strategies in Supply Chain Management, https://www.intechopen.com/chapters/63678 [dostęp: 12.11.2022].

Kuś Ł. Miratrans: Uznaliśmy, że transport intermodalny to rozwiązanie na przyszłość, https://intermodalnews.pl/2020/07/03/miratrans-uznalismy-ze-transport-intermodalny-to-rozwiazanie-na-przyszlosc/ [dostęp 10.11.2022]. LokalnyRolnik.pl, https://lokalnyrolnik.pl/misja/historia [dostęp 09.11.2022].

Makurat D., Transport rowerowy, [w:] Innowacje w transporcie, K. Wojewódzka-Król (red.), PWN, Warszawa 2021, s. 250. Market trends and growth, https://thebatteries.tech/invest/ [dostęp 9.11.2022].

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Badania świadomości ekologicznej, https://www.gov.pl/web/klimat/badania-swiadomosci-ekologicznej [dostęp 9.11.2022].

Motowidlak U., Rozwój transportu a paradygmat zrównoważonego rozwoju, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Nr 337, 2017.

O nas, Wiejska e-skrzyneczka, https://wiejskaeskrzynka.pl/o-nas [dostęp 09.11.2022].

Planowane postarzanie produktu, www.mfiles.pl/pl/index.php/Planowane_postarzanie_produktu [dostęp 9.11.2022].

Pociągi Deutsche Bahn przewożące samochody i inne ładunki dla Grupy Volkswagen będą zasilane tylko energią ze źródeł odnawialnych, https://www.volkswagen.pl/pl/swiat-volkswagena/aktualnosci/2020/wrzesien/pociagi-deutsche-bahn-przewozace-samochody-i-inne-ladunki-dla-grupy-volkswagen-beda-zasilane-tylko-energia-ze-zrodel-odnawialnych.html [dostęp 11.05.2022].

Polska Akademia Nauk, Dekarbonizacja transportu: wyzwania i rozwiązania, https://informacje.pan.pl/informacje/nauki-scisle-i-nauki-o-ziemi/2717-dekarbonizacja-transportu-wyzwania-i-rozwiazania [dostęp 9.11.2022].

Raport zrównoważonego rozwoju sieci Biedronka za 2021 rok, https://prowly-uploads.s3.eu-west-1.amazonaws.com/uploads/8222/assets/460246/original-660c6369e183b69aa16f64d51daf5137.pdf [dostęp 09.11.2022].

Rosicki R., Międzynarodowe i europejskie koncepcje zrównoważonego rozwoju, Przegląd Naukowo –Metodyczny, nr 4, 2010, s. 44–56.

Rynek Infrastruktury, Cisowianka stawia na przewozy kolejowe, https://www.rynekinfrastruktury.pl/mobile/naleczowianka-stawia-na-przewozy-kolejowe-82556.html [dostęp 11.05.2022].

Słownik języka polskiego, https://sjp.pwn.pl/slowniki/efektywno%C5%9B%C4%87.html, [dostęp 4.10.2022].

Stefaniak P., Solaris: rozkalibrowany łańcuch dostaw potrwa długo, https://www.wnp.pl/motoryzacja/solaris-rozkalibrowany-lancuch-dostaw-potrwa-dlugo,538821.html [dostęp 10.11.2022].

Treść Deklaracji [w:] J. Ciechanowicz -, Międzynarodowe prawo ochrony środowiska, Warszawa 2001, s. 22–23.

Tseng M.L. i inni, A literature review on green supply chain management: Trends and future Challenges, Resources, Conservation & Recycling 141, 2019, s.145.

Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej.

Witkowska M., W Łodzi zabierają na noc rowery miejskie! To jedno z rozwiązań, które mają zapobiegać kradzieżom, https://dzienniklodzki.pl/w-lodzi-zabieraja-na-noc-rowery-miejskie-to-jedno-z-rozwiazan-ktore-maja-zapobiegac-kradziezom/ar/c1-16919785 [dostęp 10.11.2022].

Witkowski J., Pisarek A., Istota zielonych łańcuchów dostaw ▫ propozycja systematyzacji pojęć, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 315, 2017, s. 11-26.

Wolański M., Kozłowska P., Makurat D., Czerliński M., Analiza wpływu projektów transportowych finansowanych z funduszy UE pod kątem ruchu transgranicznego, Warszawa 2021.

Zhu Q., Sarkis J., Lai K., Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry, Journal of Cleaner Production, vol. 15, 2007, s. 1041-1052.

IV. Transformacja energetyczna: transport samochodowy

INSTYTUT TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO

Prof. Marcin Ślęzak
Dyrektor Instytutu Transportu Samochodowego

PERSPEKTYWY ROZWOJU TRANSPORTU DROGOWEGO W KONTEKŚCIE AKTUALNYCH WYZWAŃ ŚRODOWISKOWYCH

Transport to kluczowy element każdej prężnie działającej gospodarki. Jest także istotny z punktu widzenia mobilności społeczeństwa. Jakość transportu warunkują również wskaźniki mikro- i makroekonomiczne. Wpływa ona na stopę życia obywateli. Jednocześnie transport jest konsumentem 1/3 całej energii końcowej w krajach Unii Europejskiej (UE). W znakomitej większości bazuje na paliwach ropopochodnych, których zasoby są ograniczone, a spalanie negatywnie oddziałuje na środowisko naturalne i zdrowie człowieka.

Warto podkreślić, że transport drogowy odpowiada za około 70% emisji pochodzącej z transportu w krajach UE, która w latach 1990-2018 wzrosła o 22%. Ma to niestety swoje konsekwencje. Tylko w 2019 r. w UE zanieczyszczenia powietrza spowodowały 307 tys. zgonów. Z danych Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) wynika także, że ruch drogowy jest najbardziej rozpowszechnionym źródłem hałasu. Potwierdzają to analizy Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), z których wynika, że hałas komunikacyjny to drugi najbardziej szkodliwy czynnik stresogenny – 80 mln Europejczyków jest codziennie narażonych na dźwięki o natężeniu ponad 65 dB.

Uzależnienie transportu i mobilności od paliw ropopochodnych niesie ze sobą także zagrożenia w wymiarze gospodarczym i politycznym, o czym przypomniała nam trwająca wojna w Ukrainie. Musimy zatem, jako europejska wspólnota, podjąć szybkie i efektywne działania na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu samochodowego, obejmującego dekarbonizację.

Długofalowy plan przebudowy tego sektora i przestawienie go na paliwa nisko- i zeroemisyjne obecnie realizuje się na naszych oczach. Coraz większy udział w rynku nowych pojazdów zdobywają wersje HEV (*Hybrid Electric Vehicle*), PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) czy BEV (*Battery Electric Vehicle*). Z uwagi na ograniczoną podaż i brak infrastruktury do ich tankowania/ładowania na razie ograniczoną popularnością cieszą się modele FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicle*), czyli pojazdy zasilane ogniwami paliwowymi. Akurat z tą technologią wiążemy duże nadzieje. Źródła napędów oparte na ogniwach paliwowych zasilanych wodorem wydają się być najbardziej obiecującym rozwiązaniem, obok pojazdów elektrycznych, dla wersji osobowych, lekkich i ciężkich pojazdów ciężarowych oraz autobusów. Zastosowanie technologii wodorowej w profesjonalnym transporcie długodystansowym jawi się jako najciekawsza propozycja, która może skutecznie zastąpić olej napędowy. Warto podkreślić, że pojazdy zasilane wodorem również mają zerową emisję substancji szkodliwych i charakteryzują się niewielką emisją hałasu. Plusem jest także zasięg takich pojazdów, zbliżony do aut z napędem konwencjonalnym oraz fakt, że wodór można produkować lokalnie, co uniezależnia od importu paliw ropopochodnych. Jest tylko jeden warunek – wspomniana produkcja powinna odbywać się także w sposób ekologiczny.

Dbałość o stan środowiska naturalnego oraz konieczność zaspokajania potrzeb mobilności rosnącej populacji determinuje rozwój mniej energochłonnych i uciążliwych – z punktu widzenia ekologii – źródeł napędu. Ewolucja „zielonych" technologii w transporcie jest szczególnie widoczna w przypadku komunikacji miejskiej. Przykładem są autobusy, gdzie źródłem energii, obok paliw tradycyjnych, stają się paliwa gazowe (CNG, LNG, biometan), definiowane jako paliwa pomostowe. Silniki zasilane gazem ziemnym w postaci CNG lub LNG emitują znacznie mniej związków toksycznych niż ich odpowiedniki zasilane olejem napędowym lub benzyną. Jednak ich popularyzacja także staje pod znakiem zapytania z powodu rosnących cen paliw węglowodorowych oraz systematycznie zaostrzanych norm emisji zanieczyszczeń.

Z analiz Instytutu Transportu Samochodowego wynika, że prawdopodobne wejście w życie w roku 2035 przepisów „Fit for 55", które zabronią rejestrowania nowych samochodów osobowych i lekkich ciężarowych z napędem konwencjonalnym, przełoży się na znaczący wzrost udziału pojazdów o napędzie stricte elektrycznym lub zasilanych ogniwami wodorowymi. Ograniczona podaż pojazdów zasilanych paliwami węglowodorowymi, czyli

benzyną, olejem napędowym oraz gazami: LPG i CNG, spowoduje spadek ich konsumpcji w 2040 r. o ok. 25% w przypadku benzyn i bioetanolu i aż o 65% w przypadku gazu skroplonego (LPG). Jednocześnie przewiduje się ok. 10% wzrost zużycia energii elektrycznej spowodowanej rozwojem elektromobilności (szacunki dla Polski). Należy jednocześnie zastrzec, że wdrażanie pakietu „Fit for 55" powinno być stymulowane efektywnym mechanizmem wsparcia, by nie dopuścić do wykluczenia komunikacyjnego najsłabszych grup społecznych.

Ewolucja w transporcie drogowym dokonuje się już na naszych oczach, w czym utwierdza nas coraz większa rola elektromobilności, a z czasem zapewne także „wodoryzacji". To naturalny krok w kierunku modelu docelowego, czyli motoryzacji bezemisyjnej. Mając na względzie troskę o stan środowiska naturalnego i jednocześnie potrzeby zaspokojenia mobilności dla rosnącej populacji, tylko w ten sposób możemy sprawić, aby środki transportu były mniej energochłonne i uciążliwe z punktu widzenia ekologii.

Jan Wiśniewski
Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

ELEKTROMOBILNOŚĆ JAKO KLUCZOWY MEGATREND W ŚWIATOWYM SEKTORZE TRANSPORTU

Elektromobilność pozostaje głównym trendem na globalnym rynku motoryzacyjnym, a według ostatnich prognoz dynamiczny rozwój samochodów całkowicie elektrycznych (BEV, *battery electric vehicles*) utrzyma się w kolejnych latach. Głównym motorem napędowym transformacji sektora transportu są takie czynniki, jak strategia klimatyczna Unii Europejskiej i poszczególnych państw (w szczególności Chin, USA, Wielkiej Brytanii czy Norwegii), jak również krajowe programy subsydiów ze środków publicznych. Te ostatnie obejmują zarówno dopłaty, jak też przywileje natury podatkowej. Dofinansowanie ma szczególnie istotne znaczenie w początkowej fazie rozwoju zeroemisyjnego transportu, gdy ceny samochodów elektrycznych co do zasady utrzymują się na wyższym poziomie od cen pojazdów spalinowych tego samego segmentu. W wielu państwach wdrożono elementy systemu bonus-malus, który zakłada nakładanie odpowiednio wyższych obciążeń (np. w postaci opłat ekologicznych) na nabywców i użytkowników najbardziej emisyjnych pojazdów i jednocześnie obniżanie ich dla nabywców i użytkowników samochodów niskolub zeroemisyjnych (lub wręcz zwalnianie z obciążeń). Wymiana oraz elektryfikacja flot jest także stymulowana przez wdrażanie obszarów niskoemisyjnych, które w Polsce określa się jako strefy czystego transportu. Istotne znaczenie mają również czynniki rynkowe, w szczególności coraz bardziej atrakcyjna oferta modelowa (dzięki poszerzaniu oferty i rozwojowi technologii) pojazdów z napędem elektrycznym. O ile (na podstawie danych Międzynarodowej Agencji Energetycznej) w 2015 r. na świecie było dostępnych mniej niż 50 modeli BEV, o tyle w roku 2021 ich liczba wzrosła do ponad 290. Jednocześnie samochody całkowicie elektryczne z generacji na generację dysponują coraz bardziej pojemnymi akumulatorami trakcyjnymi, co przekłada się na wzrost ich zasięgów oraz są przystosowywane do ładowania z coraz wyższą mocą (w przypadku niektórych pojazdów przekraczającą 200 kW). Popyt na EV (*electic vehicles*) zwiększają również spadające ceny akumulatorów litowo-jonowych (będące kluczowym czynnikiem prowadzącym do wyrównania cen pojazdów elektrycznych i spalinowych w dłuższej perspektywie). Na podstawie danych BNEF, cena baterii li-ion uległa redukcji z 684 dolarów za kilowatogodzinę w 2013 r. do 132 dolarów za kilowatogodzinę w roku 2021. Ponadto, z perspektywy wielu państw europejskich, rozwój elektromobilności jeszcze bardziej zyskał na znaczeniu wraz z dążeniem do uniezależnienia się od importu paliw kopalnych w związku z wybuchem wojny w Ukrainie.

GLOBALNY RYNEK ELEKTROMOBILNOŚCI

W roku 2021 r. w światowym sektorze e-mobility po raz kolejny zanotowano rekord sprzedaży – na całym świecie zarejestrowano ok. 4,9 mln osobowych i dostawczych BEV, czyli ponad 10 razy więcej niż w 2016 r. W ostatnich latach największym w skali globalnej rynkiem zbytu samochodów całkowicie elektrycznych pozostają Chiny. W 2021 r. odpowiadały za niemal 56% łącznej liczby rejestracji BEV na świecie. Europa zajęła drugie miejsce z udziałem 25%. Na trzecim miejscu uplasowały się Stany Zjednoczone, których udział wyniósł niecałe 10%.

Mimo szeregu niekorzystnych czynników związanych z pandemią COVID-19, przerwaniem łańcuchów dostaw oraz wzrostem cen szeregu surowców rok 2021 przyniósł rekordowe wyniki wzrosty sprzedaży na wielu wiodących rynkach. W Chinach liczba rejestracji BEV zwiększyła się o 194% r/r, w Europie o 65%, zaś w USA – o 102%. Na pozostałych rynkach wzrost wyniósł 82%.

Sprzedaż BEV na świecie (w tys. szt.)

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chiny	257	468	816	834	931	2734
Europa	92	139	202	363	746	1231
USA	87	104	239	242	231	466
Pozostałe	31	48	115	107	257	468
Łącznie	467	759	1372	1546	2165	4899
Wzrost r/r (%)	-	63	81	13	40	126

Sprzedaż BEV i PHEV na świecie (w tys. szt.)

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chiny	336	579	1081	1060	1159	3334
Europa	209	295	381	567	1371	2284
USA	160	198	361	327	295	631
Pozostałe	50	105	191	170	336	579
Łącznie	755	1177	2014	2124	3161	6828
Wzrost r/r (%)	-	56	71	5	49	116

Źródło: IEA, Global EV Outlook 2022

Coraz większy popyt przekłada się na dynamiczny rozrost zelektryfikowanej floty. Według danych IEA, w 2021 r. łączna liczba zarejestrowanych na świecie osobowych i dostawczych BEV wyniosła ok. 11,2 mln szt. To oznacza, że od 2016 r. park samochodów całkowicie elektrycznych zwiększył się ponad 9-krotnie. W 2021 r. ponad połowa (55%) floty samochodów całkowicie elektrycznych na świecie była zarejestrowana w Chinach, ok. 27% w Europie, zaś prawie 12% w USA. Warto zauważyć, że BEV odpowiadają za ponad 2/3 (68%) globalnej floty pojazdów z napędem elektrycznym. Ich udział jest wyraźnie wyższy w Chinach (79%) i w USA (65%) niż w Europie (55%).

Park BEV na świecie (w mln szt.)

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chiny	0,5	0,9	1,7	2,6	3,5	6,2
Europa	0,3	0,4	0,6	1	1,8	3
USA	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3
Pozostałe	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7
Łącznie	1,2	1,9	3,1	4,8	6,9	11,2
Wzrost r/r (%)	-	58	63	55	44	62

Park BEV + PHEV na świecie (w mln szt.)

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chiny	0,7	1,2	2,2	3,4	4,5	7,8
Europa	0,6	0,8	1,2	1,8	3,2	5,5
USA	0,6	0,8	1,1	1,8	1,7	2
Pozostałe	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1
Łącznie	2,1	3,1	4,9	7,6	10,2	16,4
Wzrost r/r (%)	-	48	58	55	34	61

Źródło: IEA, Global EV Outlook 2022

W ostatnich latach na świecie odnotowuje się systematyczny wzrost udziału samochodów z napędem elektrycznym na rynku motoryzacyjnym. Na podstawie danych IEA w 2021 r. pozycję globalnego lidera w tej kategorii zajęła Europa z 17% udziałem. Wynik Chin był tylko nieznacznie niższy, wyniósł 16%, zaś w USA samochody z napędem elektrycznym osiągnęły udział na poziomie 5%. Uwzględniając wszystkie rynki, w 2021 r. BEV i PHEV (*plug-in hybrid electric vehicles*) odpowiadały za 9% wszystkich rejestracji, czyli ok. 4 razy więcej niż dwa lata wcześniej.

Udział BEV i PHEV w sprzedaży samochodów na świecie

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chiny	1%	2%	4%	5%	5%	16%
Europa	1%	2%	2%	3%	10%	17%
USA	1%	1%	2%	2%	2%	5%
Pozostałe	1%	1%	2%	2%	1%	2%

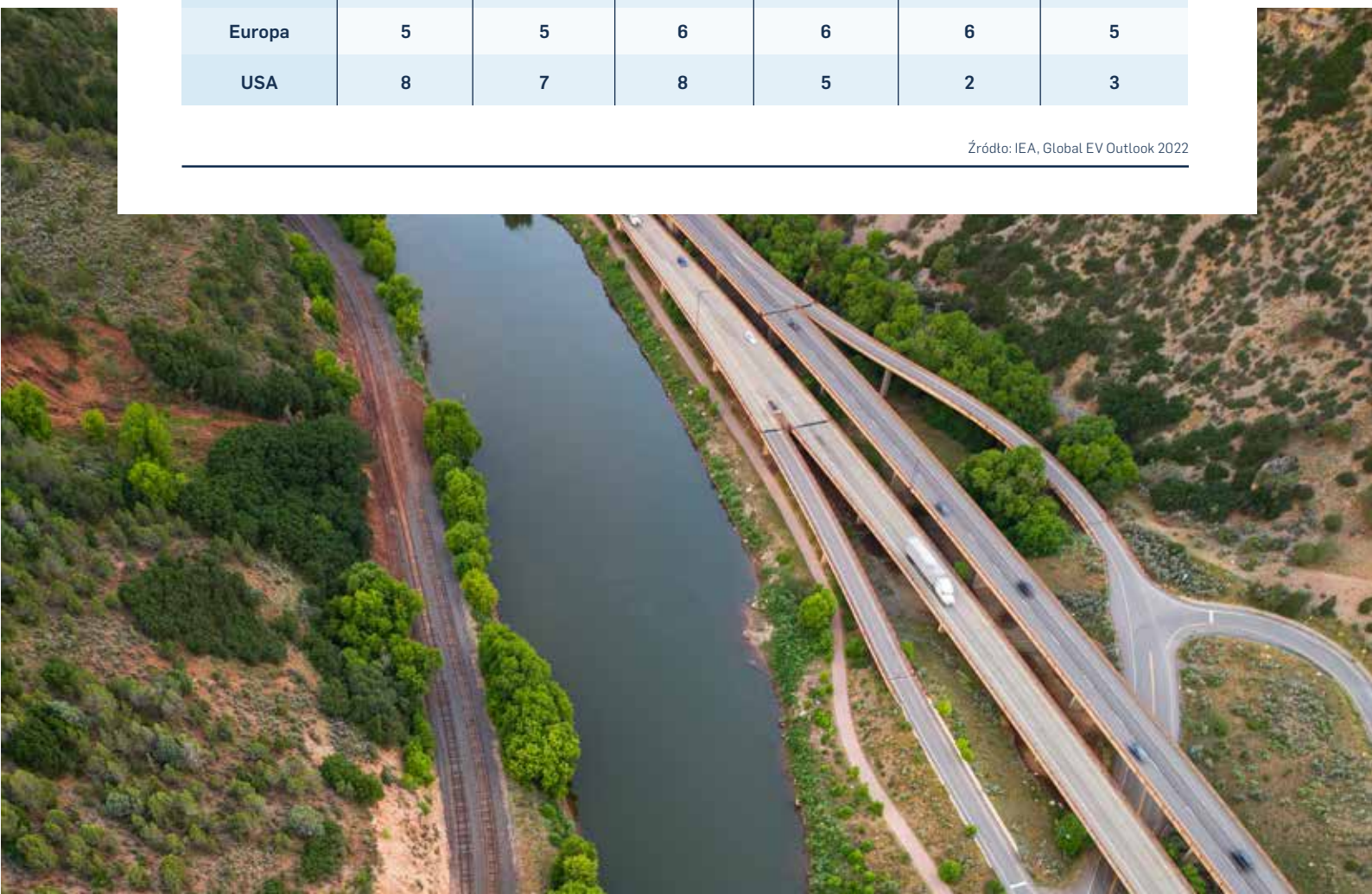
Źródło: IEA, Global EV Outlook 2022

W 2021 r. kolejny raz odnotowano wzrost nakładów finansowanych na elektromobilność ze strony administracji publicznej. W skali globalnej przeznaczono na ten cel prawie 30 mld dolarów, z czego 12,5 mld dolarów w Europie, 12 mld dolarów w Chinach i 2 mld dolarów w USA. W przeliczeniu na jeden zarejestrowany samochód elektryczny wydatki rządowe w Europie w latach 2020-2021 spadły z 6 tys. do 5 tys. USD, zaś w Chinach z 5 tys. do 4 tys. USD. Wzrost odnotowano w USA – z 2 tys. do 3 tys. USD.

Wysokość rządowego wsparcia finansowego na jeden samochód z napędem elektrycznym (w tys. USD)

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chiny	12	10	8	6	5	4
Europa	5	5	6	6	6	5
USA	8	7	8	5	2	3

Źródło: IEA, Global EV Outlook 2022



Mimo obecnie trudnej sytuacji na rynku motoryzacyjnym ostatnie prognozy zakładają zdecydowany wzrost sprzedaży samochodów z napędem elektrycznym na świecie. W „Global EV Outlook 2022" IEA zaprezentowała dwa scenariusze rozwoju rynku elektromobilności. W bardziej zachowawczym STEPS scenario Międzynarodowa Agencja Energetyczna przewiduje wzrost rocznej sprzedaży samochodów całkowicie elektrycznych (BEV) do ok. 10,8 mln szt. w 2025 r. i prawie 22 mln szt. w roku 2030. W APS scenario zakładającym wdrożenie bardziej ambitnych instrumentów wsparcia elektromobilności, IEA prognozuje zwiększenie popytu na BEV do ok. 14,8 mln szt. w 2025 r. i niemal 35,7 mln w roku 2030.

Sprzedaż i prognozy sprzedaży samochodów z napędem elektrycznym na świecie

STEPS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
Liczba BEV	2 015 333	4 651 074	10 808 822	21 977 040
Liczba PHEV	977 954	1 920 575	4 906 200	5 719 586
Łącznie	2 993 287	6 571 649	15 715 022	27 696 626

IEA, Global EV Outlook 2022, STEPS scenario

APS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
Liczba BEV	2 015 333	4 651 074	14 751 339	35 664 092
Liczba PHEV	977 954	1 920 575	4 938 024	7 508 336
Łącznie	2 993 287	6 571 649	19 689 363	43 172 428

IEA, Global EV Outlook 2022, APS scenario

IEA prognozuje, że udział EV w sprzedaży samochodów na świecie wzrośnie z 8,6% w 2021 r. do 15% w 2025 r. i 22% w 2030 r. (STEPS scenario) lub nawet 18% w 2025 r. i 35% w roku 2030 (APS scenario).

Prognozy udziału samochodów z napędem elektrycznym na świecie

STEPS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
	4%	8,6%	15%	22%

IEA, Global EV Outlook 2022, STEPS scenario

APS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
	4%	8,6%	18%	35%

IEA, Global EV Outlook 2022, APS scenario

Wzrost popytu w sektorze elektromobilności przełoży się na bardzo dynamiczny rozwój parku zelektryfikowanych pojazdów. W STEPS scenario IEA przewiduje, że flota samochodów całkowicie elektrycznych wzrośnie do ok. 44,5 mln szt. w 2025 r. i prawie 130 mln szt. w roku 2030. W APS scenario park samochodów zeroemisyjnych ma się powiększyć do ok. 55 mln szt. w 2025 r. i niemal 189 mln w roku 2030.

Prognozy rozwoju parku samochodów z napędem elektrycznym na świecie

STEPS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
Liczba BEV	6 871 650	11 274 712	44 489 676	129 716 784
Liczba PHEV	3 372 728	5 224 038	19 052 422	45 116 820
Łącznie	10 244 378	16 498 750	63 542 098	174 833 604

IEA, Global EV Outlook 2022, STEPS scenario

APS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
Liczba BEV	6 871 650	11 274 712	54 974 524	188 849 088
Liczba PHEV	3 372 728	5 224 038	21 392 866	53 725 152
Łącznie	10 244 378	16 498 750	76 367 390	242 574 240

IEA, Global EV Outlook 2022, APS scenario

Znaczny rozwój światowego rynku elektromobilności zakłada również Bloomberg New Energy Finance w raporcie *Electric Vehicle Outlook* 2022. W porównaniu do wcześniejszej edycji opracowania BNEF przewiduje wyższe wartości popytu na samochody z napędem elektrycznym. Z raportu wynika, że sprzedaż osobowych EV wzrośnie z 6,6 mln szt. w 2021 r. do 20,6 mln w roku 2025. Do 2025 r. udział BEV i PHEV na rynku pojazdów osobowych wzrośnie do 23% (z mniej niż 10% w roku 2021). Za ¾ rejestracji w sektorze elektromobilności mają odpowiadać samochody całkowicie elektryczne. Według BNEF, do 2025 r. po światowych drogach będzie jeździć ok. 80 mln osobowych EV, a ich udział w parku samochodów wyniesie 6%. W niektórych regionach świata udział samochodów z napędem elektrycznym będzie znacznie wyższy – BNEF przewiduje, że w Europie oraz w Chinach sięgnie 39%. Prognoza ujęta w Economic Transition Scenario zakłada wzrost sprzedaży osobowych EV na świecie do ponad 70 mln szt. rocznie do 2040 r. Flota takich pojazdów przekroczy 700 mln szt.

Kluczowym czynnikiem warunkującym rozwój elektromobilności jest rozbudowa ogólnodostępnej infrastruktury ładowania. Na podstawie prognoz przewiduje się, że tempo instalacji publicznie dostępnych stacji w kolejnych latach dynamicznie wzrośnie. Według danych IEA, ujętych w raporcie *Global EV Outlook* 2022, w 2021 r. sieć infrastruktury na świecie składała się z 307 tys. punktów AC (wzrost o 64% r/r) oraz 49 tys. ładowarek DC (wzrost o 29% r/r). Najwięcej takich urządzeń funkcjonowało w Chinach (łącznie 1,147 mln). Drugie miejsce zajmowała Europa (356 tys.), zaś trzecie – USA (114 tys.). W 2021 r. łączna liczba punktów ładowania AC na świecie wynosiła ok. 1,190 mln, zaś DC – ok. 564 tys. W prognozie STEPS scenario IEA przewiduje, że łączna liczba ogólnodostępnych punktów ładowania w 2025 r. zwiększy się do ok. 6,1 mln szt., a w 2030 r. do ponad 12,9 mln szt. Natomiast APS scenario prognozuje wzrost do ok. 6,9 mln szt. w 2025 r. i prawie 15,4 mln szt. w roku 2030. Oba scenariusze zakładają wzrost udziału szybkich punktów ładowania DC z 32% w roku 2021 do odpowiednio 37% (STEPS) i 35% (APS) w roku 2030.

Prognoza rozbudowy sieci punktów ładowania na świecie

STEPS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
Punkty AC	909 976	1 189 980	4 233 879	8 204 417
Punkty DC	385 031	563 910	1 899 034	4 726 767
Łącznie	1 295 007	1 753 890	6 132 913	12 931 184
Udział punktów DC	30%	32%	31%	37%

IEA, Global EV Outlook 2022, STEPS scenario

APS scenario				
Rok	**2020**	**2021**	**2025**	**2030**
Punkty AC	909 976	1 189 980	4 795 792	9 950 526
Punkty DC	385 031	563 910	2 128 207	5 416 885
Łącznie	1 295 007	1 753 890	6 923 999	15 367 411
Udział punktów DC	30%	32%	31%	35%

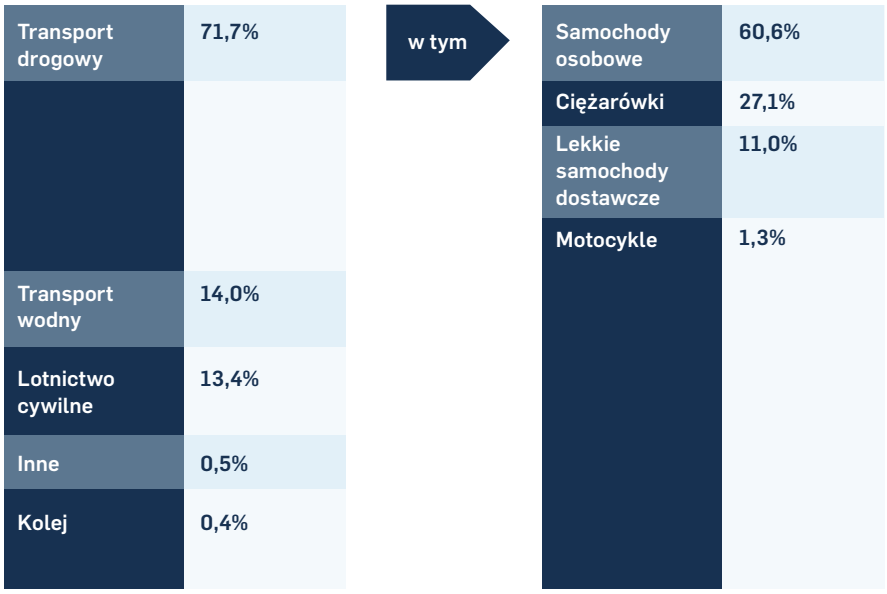
IEA, Global EV Outlook 2022, APS scenario

Na podstawie analiz BNEF wydatki na infrastrukturę ładowania w latach 2022-2040 na świecie osiągną poziom ponad 1 bln dolarów (*Economic Transition Scenario*) lub nawet 1,4 bln dolarów (*Net Zero Scenario*). W zależności od scenariusza do 2040 r. w skali globalnej będzie funkcjonowało odpowiednio 42 mln lub 59 mln publicznie dostępnych ładowarek.

INTENSYFIKACJA LEGISLACYJNEGO WSPIERANIA ELEKTROMOBILNOŚCI PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ

Z perspektywy Polski i pozostałych państw członkowskich UE podstawowym czynnikiem napędzającym rozwój elektromobilności jest polityka klimatyczna Unii Europejskiej. Według Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), ok. 1/4 całkowitej emisji CO_2 w UE w 2019 r. pochodziło z sektora transportu, z czego 71,7% z transportu drogowego. W ramach działań mających na celu osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r., zgodnie z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu, instytucje unijne zakładają konieczność ograniczenia do 2050 r. emisji gazów cieplarnianych o 90% w porównaniu z poziomami z 1990 r. W latach 1990-2019 emisje z sektora transportu w Unii Europejskiej wzrosły o 33,5%. Ich głównym źródłem są samochody osobowe. Odpowiadają za 60,6% wszystkich emisji CO_2 z transportu drogowego w Europie. W celu odwrócenia tego trendu instytucje unijne wdrażają regulacje mające na celu obniżenie emisyjności nowych samochodów rejestrowanych w państwach członkowskich.

Emisje w sektorze transportu w Unii Europejskiej



Źródło: EEA

„Wprowadzanie czystszych, tańszych i zdrowszych form transportu prywatnego i publicznego" to według oficjalnego stanowiska niezbędny warunek na drodze do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., zgodnie z postanowieniami Europejskiego Zielonego Ładu. Według założeń instytucji unijnych, do 2050 r. emisje z sektora transportu powinny zostać zredukowane o 90%. W dniu 9 grudnia 2020 r. Komisja Europejska przedstawiła strategię na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności wyznaczającą cele dla całego unijnego systemu transportu. Dokument zakłada m.in., iż wszystkie rodzaje transportu w Unii Europejskiej muszą stać się bardziej zrównoważone, a ekologiczne alternatywy powszechnie dostępne. Komisja Europejska podkreśla konieczność wprowadzenia odpowiednich zachęt do wdrażania transformacji. Z zaprezentowanej strategii wynika, że do 2030 r. na europejskich drogach będzie się poruszać co najmniej 30 mln zeroemisyjnych samochodów. Dokument zakłada jednocześnie, że do 2030 r. Europa będzie potrzebować 3 mln publicznych punktów ładowania oraz 1 tys. stacji tankowania wodoru. Do 2050 r. prawie wszystkie samochody osobowe, furgonetki, autobusy, a także nowe pojazdy ciężarowe w Unii Europejskiej mają być bezemisyjne.

14 lipca 2021 r. Komisja Europejska ogłosiła pakiet postulatów legislacyjnych pod nazwą „Fit for 55". Jego naczelnym założeniem jest ograniczenie emisji CO_2 netto o co najmniej 55% do 2030 r. Ma to docelowo doprowadzić do osiągnięcia neutralności klimatycznej zgodnie z postanowieniami Europejskiego Zielonego Ładu. Propozycja KE przewiduje m.in. wprowadzenie szeregu instrumentów sprzyjających dekarbonizacji sektora transportu. Jednym z nich jest nowelizacja rozporządzenia 2019/631. Projekt nowelizacji zakłada znacznie ambitniejsze niż do tej pory cele i zobowiązanie koncernów motoryzacyjnych do zredukowania emisji sprzedawanych samochodów o 20% od 2025 r., o 55% od 2030 r. (50% w przypadku samochodów dostawczych) i o 100% od 2035 r. (względem dozwolonych poziomów z 2021 r.). Wejście proponowanych regulacji w życie oznacza w praktyce zakaz rejestracji nowych samochodów osobowych i dostawczych w państwach członkowskich Unii Europejskiej.

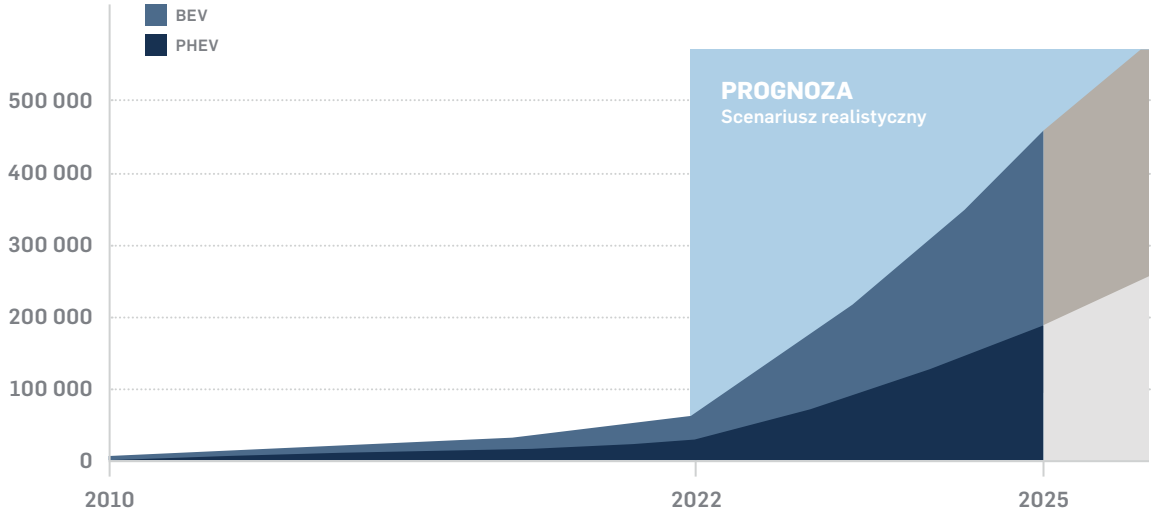
Kluczowym elementem pakietu „Fit for 55" jest również uchylenie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (*Alternative Fuels Infrastructure Directive* – AFID) i zastąpienie jej rozporządzeniem o analogicznym tytule (*Regulation of the European Parliment and of the Council on the deployment of alternative fuels infrastructure* – AFIR). W konsekwencji cele wyrażone w ww. dyrektywie – w tym m.in. dotyczące systematycznego ograniczania floty pojazdów spalinowych, rozbudowy publicznej i prywatnej infrastruktury ładowania pojazdów zeroemisyjnych – stałyby się wiążące dla państw członkowskich. Polityka wsparcia elektromobilności przez Unię Europejską przynosi wymierne efekty. Według danych

ACEA (*Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Samochodów*) udział samochodów z napędem elektrycznym (BEV oraz PHEV) na rynku nowych pojazdów osobowych w krajach członkowskich wyniósł w pierwszej połowie 2022 r. 18,6% i był wyższy niż udział samochodów zasilanych silnikami Diesla (17,4%). Pod względem liczbowym największymi rynkami zbytu nowych, całkowicie elektrycznych samochodów osobowych we Wspólnocie były Niemcy (167,5 tys. zarejestrowanych BEV), Francja (93,4 tys.), Szwecja (39,7 tys.), Niderlandy (29,6 tys.) oraz Włochy (24,9 tys.). W okresie od stycznia do czerwca 2022 r. w Unii Europejskiej sprzedano łącznie 457,6 tys. nowych osobowych BEV, co oznacza wzrost o 28,4% r/r. W kontekście trudnej sytuacji geopolitycznej, trwającego kryzysu na rynku półprzewodników oraz zaburzeń łańcuchów dostaw w sektorze motoryzacyjnym wspomniany poziom rejestracji należy uznać za zadowalający wynik.

POLSKI RYNEK ELEKTROMOBILNOŚCI

Na podstawie opracowanego przez PSPA raportu *Polish EV Outlook* 2022 pod koniec I połowy 2022 r. skumulowana liczba rejestracji osobowych i dostawczych samochodów z napędem elektrycznym (BEV oraz PHEV) w Polsce wynosiła 51 844 szt. W ciągu zaledwie pół roku flota takich pojazdów powiększyła się o ok. 1/3, a od 2020 r. – prawie 3-krotnie. W pierwszej połowie 2022 r. w Polsce zarejestrowano 10 649 nowych samochodów z napędem elektrycznym (czyli o 25% więcej niż w analogicznym okresie 2021 r.), jak również 2009 pojazdów tego typu pochodzących z importu (+42% r/r). Z drugiego wydania *Polish EV Outlook* 2022 wynika, że w latach 2014-2022 udział samochodów z napędem elektrycznym w sprzedaży nowych pojazdów w Polsce wzrósł z 0,05% do 4,78%. To prawie 4 razy mniej niż średnia w Unii Europejskiej. Według prognoz ujętych w *Polish EV Outlook* 2022 do 2025 r. udział samochodów całkowicie elektrycznych na rynku nowych pojazdów osobowych zwiększy się ponad 6-krotnie od chwili obecnej i osiągnie poziom 14,5%. Jednocześnie łączna liczba BEV i PHEV jeżdżących po polskich drogach wzrośnie do ponad 430 tys., natomiast liczba nowych rejestracji – do ponad 100 tys.

Park samochodów z napędem elektrycznym w Polsce
BEV + PHEV 2010-2025

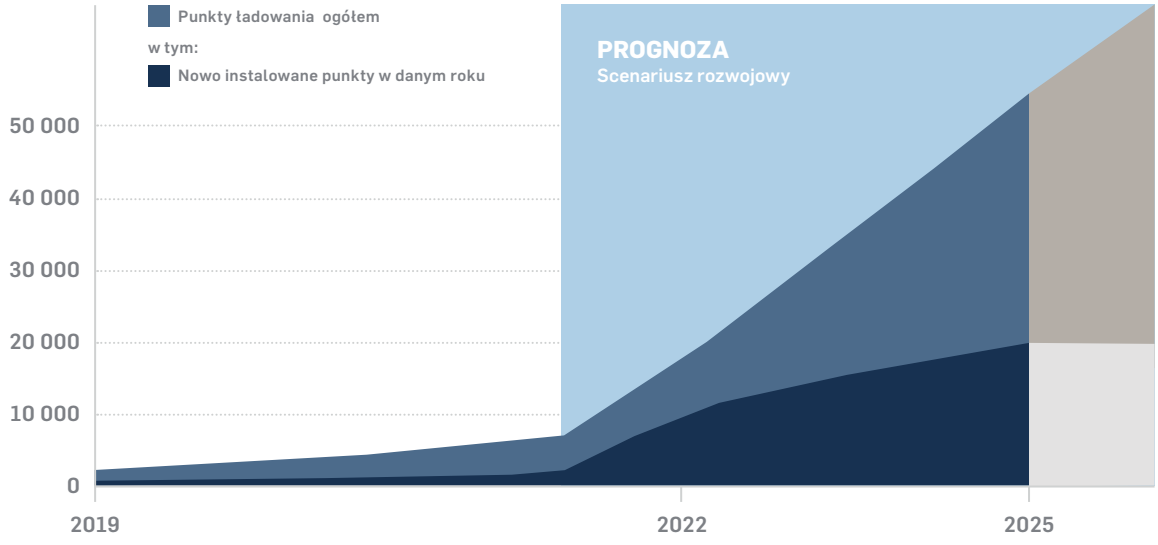


20	**34,1 tys.**	**246,9 tys.**
1	**33,1 tys.**	**183,7 tys.**
21	**67,2 tys.**	**430,6 tys.**

Polish EV Outlook 2022

Równolegle do floty pojazdów z napędem elektrycznym, w Polsce rozwija się również infrastruktura ładowania. Pod koniec czerwca 2022 r. w Polsce funkcjonowały 2232 ogólnodostępne stacje ładowania pojazdów elektrycznych (4327 punktów). W tym 29% z nich stanowiły szybkie stacje ładowania prądem stałym (DC), a 71% – wolne ładowarki prądu przemiennego (AC) o mocy mniejszej lub równej 22 kW. PSPA w raporcie *Polish EV Outlook* 2022 przedstawia również dwa scenariusze rozbudowy sieci ogólnodostępnej infrastruktury ładowania w Polsce. Scenariusz bazowy zakłada brak optymalizacji prawa, przede wszystkim w zakresie skrócenia przewlekłych czasów przyłączeń stacji do sieci elektroenergetycznej, jak również niewznowienie subsydiów ze środków publicznych. W takim przypadku – mimo rosnącego popytu na usługi ładowania oraz inwestycji ze strony kolejnych operatorów – w ciągu 3 najbliższych lat w Polsce powstanie mniej niż 30 tys. nowych punktów ładowania. Optymalizacja prawa i kontynuacja programów subsydiów daje szansę na rozbudowanie sieci punktów ładowania do ponad 42 tys. w 2025 r., czyli liczby 9-krotnie wyższej niż obecnie.

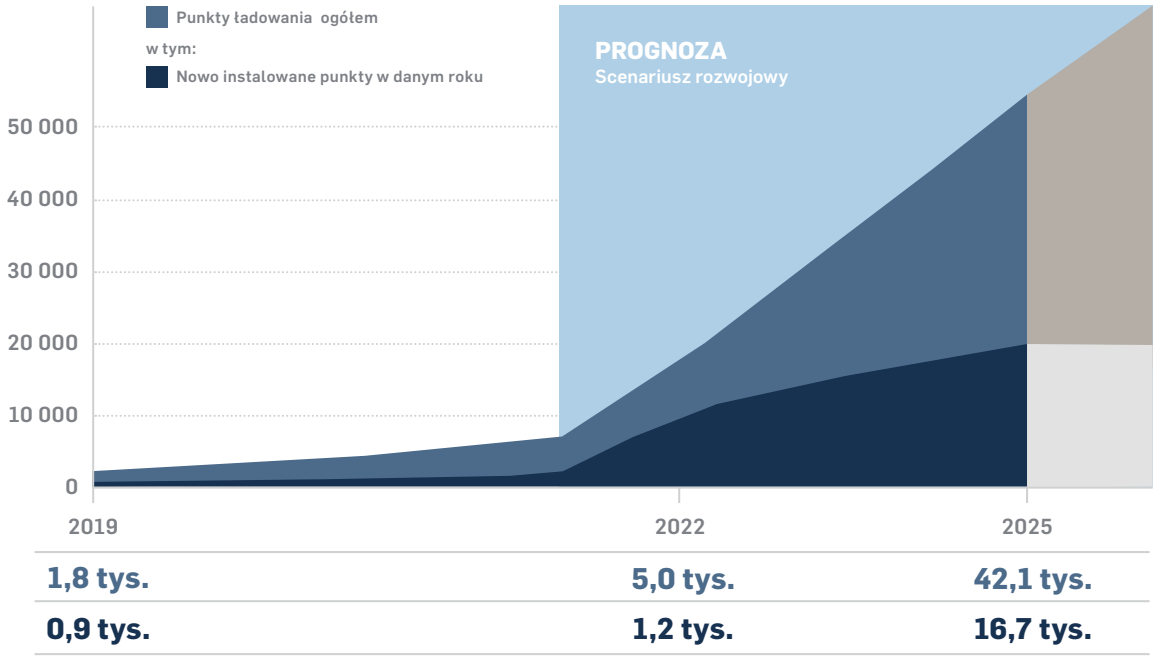
Sieć punktów ładowania w stacjach ogólnodostępnych w Polsce
AC + DC 2019-2025



1,8 tys.	**5,0 tys.**	**42,1 tys.**
0,9 tys.	**1,2 tys.**	**16,7 tys.**

Polish EV Outlook 2022

Sieć punktów ładowania w stacjach ogólnodostępnych w Polsce
AC + DC 2019-2025



1,8 tys.	**5,0 tys.**	**42,1 tys.**
0,9 tys.	**1,2 tys.**	**16,7 tys.**

Polish EV Outlook 2022

POZOSTAŁE PALIWA ALTERNATYWNE W SEGMENCIE SAMOCHODÓW OSOBOWYCH I DOSTAWCZYCH

Biorąc pod uwagę dążenie poszczególnych państw do zdecydowanej dekarbonizacji sektora transportu oraz realizowaną na szeroką skalę strategię elektryfikacji oferty modelowej przez wiodące koncerny, elektromobilność pozostanie w kolejnych latach dominującym trendem rozwojowym w sektorze motoryzacyjnym, w szczególności w segmencie samochodów osobowych i dostawczych. Pozostałe paliwa niekonwencjonalne (m.in. wodór) mogą być traktowane nie jako alternatywa, ale co najwyżej uzupełnienie technologii opartych na napędach bateryjnych. Potwierdzają to wyniki sprzedaży. Na podstawie danych ACEA, w I połowie 2022 r. udział samochodów zasilanych naturalnym gazem ziemnym (NGV) na unijnym rynku nowych pojazdów osobowych wyniósł zaledwie 0,2%. W I połowie 2022 r. liczba rejestracji NGV w państwach członkowskich Unii Europejskiej spadła aż o 59,3% r/r. Udział pozostałych paliw alternatywnych (w tym LPG czy etanolu) osiągnął poziom 2,9%. Technologia wodorowych ogniw paliwowych, z uwagi na bardzo wysokie koszty zarówno samych pojazdów, jak i niezbędnej infrastruktury tankowania, zdecydowanie większym potencjałem niż w segmencie samochodów osobowych i dostawczych dysponuje w sektorze ciężkiego transportu drogowego, zwłaszcza długodystansowego, gdzie priorytetem przewoźników jest jak najdłuższy zasięg bez potrzeby postoju i jednocześnie jak najkrótszy czas uzupełniania paliwa lub energii.

LABEVIERE
Electricite
VÉHICULES
TESLA

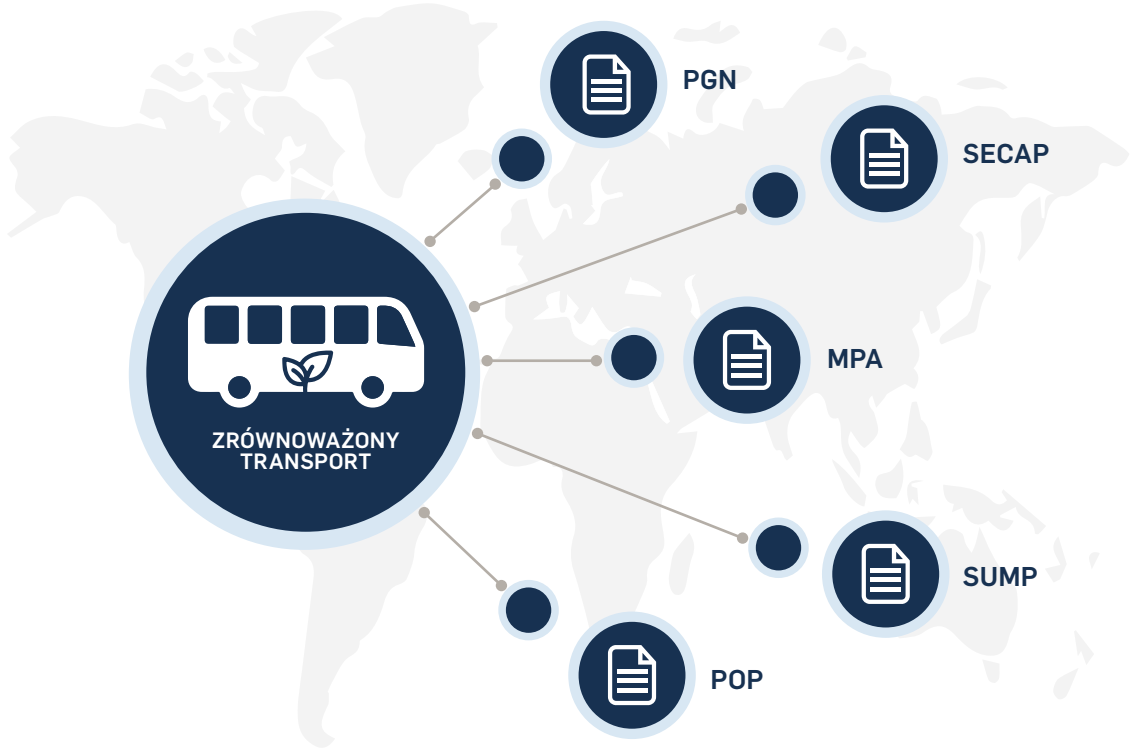
Atmoterm SA

W jaki sposób samorządy miast i gmin kształtują swoją politykę zrównoważonego transportu?

Sektor transportu jest kluczowym sektorem, który wymaga gruntownej transformacji, tak aby możliwe stało się ograniczenie pochodzących z niego emisji o 90% do 2050 r., zgodnie z założeniami europejskiej Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności[1]. Zrównoważony transport wpisuje się także w cele zrównoważonego rozwoju, w szczególności dotyczy to Celu 11 – Zrównoważone miasta i społeczności oraz Celu 13 – Działania w dziedzinie klimatu. Emisje gazów cieplarnianych z sektora transportu stanowią obecnie blisko 1/4 całkowitych emisji w UE[2].

Istotną rolę w procesie transformacji w kierunku zrównoważonego rozwoju przypisuje się miastom i gminom, które mogą kształtować swoją zrównoważoną politykę transportową m.in. poprzez strategie i programy opracowywane i wdrażane na poziomie lokalnym (Rysunek 1).

Rysunek 1.
Wybrane dokumenty strategiczne miast i gmin kształtujące zrównoważoną politykę transportową (skróty zostały rozwinięte w tekście)



1 Komisja Europejska: Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości", COM(2020) 789 final, https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14012-2020-INIT/pl/pdf
2 Ibidem.

Samorządy gminne realizują szereg tematycznych strategii rozwojowych obejmujących aspekty związane z transportem. Do najbardziej powszechnych należą bezsprzecznie plany gospodarki niskoemisyjnej (PGN). Dzisiaj trudno o gminę w Polsce, która pośród swoich dokumentów strategicznych nie posiadałaby takiego planu. PGN w swoich założeniach wyznaczają cele rozwoju gmin w kierunku zmierzającym do zmniejszenia zapotrzebowania na energię, poprawy efektywności energetycznej oraz zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Celem nadrzędnym wszystkich PGN jest kreowanie polityki rozwoju polskich miast ograniczającej ich antropogeniczny wpływ na środowisko i zmiany klimatu, przy jednoczesnym zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju. Podejmowane sektorowo przedsięwzięcia miejskie muszą być ze sobą powiązane, a w wielu przypadkach wręcz komplementarne. W przedstawionym powyżej ujęciu sektor transportu, obok zagadnień problemowych związanych z mieszkalnictwem, ciepłownictwem, usługami i handlem, obiektami użyteczności publicznej, a także lokalnym przemysłem, stanowi istotny element samorządowych strategii rozwojowych.

Działania w obszarze zrównoważonego transportu, projektowane do realizacji w ramach PGN, można podzielić ze względu na ich charakter (działania techniczne/inwestycyjne, organizacyjne, edukacyjne), jak również rodzaj transportu (transport zbiorowy, indywidualny, zmotoryzowany lub pieszy/rowerowy). Jako przykłady zadań do realizacji, wpisujących się w założenia programowe PGN, można wskazać zadania inwestycyjne, planowane przez samorządy gmin, związane ze zmniejszeniem znaczenia indywidualnego transportu samochodowego w codziennym wyborze środka transportu. Należą do nich m.in. inwestycje polegające na budowie lub rozbudowie dróg rowerowych, budowie centrów przesiadkowych czy wymianie przestarzałego taboru autobusowego na nowy i niskoemisyjny. Gminy na bieżąco inwestują również w modernizację floty pojazdów obsługujących jednostki organizacyjne, zakłady budżetowe i spółki miejskie. Realizowane są także przedsięwzięcia konieczne przy wymianie pojazdów na niskoemisyjne, takie jak budowa niezbędnej infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych lub tankowania paliw alternatywnych (LNG, CNG, wodór).

Oprócz działań typowo technicznych, w planach gospodarki niskoemisyjnej, w sektorze transportu znajdują się również zadania organizacyjne z zakresu inżynierii ruchu, a wśród nich wyznaczanie kontrapasów dla ruchu rowerów, likwidowanie barier w podróżowaniu rowerem (eliminacja tzw. „teleportów"), planowanie zagospodarowania przestrzennego w sposób uwzględniający potrzeby rowerzystów i pieszych oraz transport inter- i multimodalny czy wprowadzanie stref uspokojonego ruchu (strefy tempo 30). Poza działaniami technicznymi i organizacyjnymi, w ramach PGN, samorządy mogą planować jednocześnie działania edukacyjne. Zaliczają się do nich kampanie informacyjno-promocyjne dotyczące promowania transportu niskoemisyjnego, zasad zrównoważonego rozwoju mobilności miejskiej, promowania podróży transportem zbiorowym, akcje takie jak „dzień bez samochodu" i wiele innych.

Dzięki dobrze przygotowanemu dokumentowi gmina może ubiegać się o pozyskanie środków zewnętrznych na szereg inwestycji wynikających z opracowania. Pomimo iż PGN nie jest wymagany odrębnymi przepisami prawa i pozostaje dokumentem fakultatywnym, jego znaczenie dla rozwoju gminy, w tym dla zrównoważonego rozwoju sektora transportu, jest widoczne.

Warto wspomnieć, że dokumentem o podobnym zakresie tematycznym i znaczeniu lokalnym, w ramach którego planuje się m.in. zadania dotyczące zrównoważonego transportu, jest Plan działań na rzecz zrównoważonej energii i klimatu (SECAP – *Sustainable Energy and Climate Action Plan*). Nie jest on jednak równie powszechny jak PGN. Dokument SECAP sporządzają gminy przynależące lub przystępujące do inicjatywy o nazwie Porozumienie Burmistrzów.

Samorządy opracowują również inne, niewymagane przepisami prawa, strategie rozwoju związane z transportem. W następstwie uruchomionego w 2018 r. przez NFOŚiGW programu „GEPARD II – transport niskoemisyjny. Część 2) Strategia rozwoju elektromobilności", powstało kilkaset Strategii rozwoju elektromobilności polskich miast.

Dokument dedykowany idei zrównoważonego transportu w miastach stanowi też Plan zrównoważonej mobilności miejskiej (SUMP – *Sustainable Urban Mobility Plan*). Jest on najczęściej przygotowywany przez zintegrowane terytorialnie obszary (miejskie obszary funkcjonalne - MOF, aglomeracje).

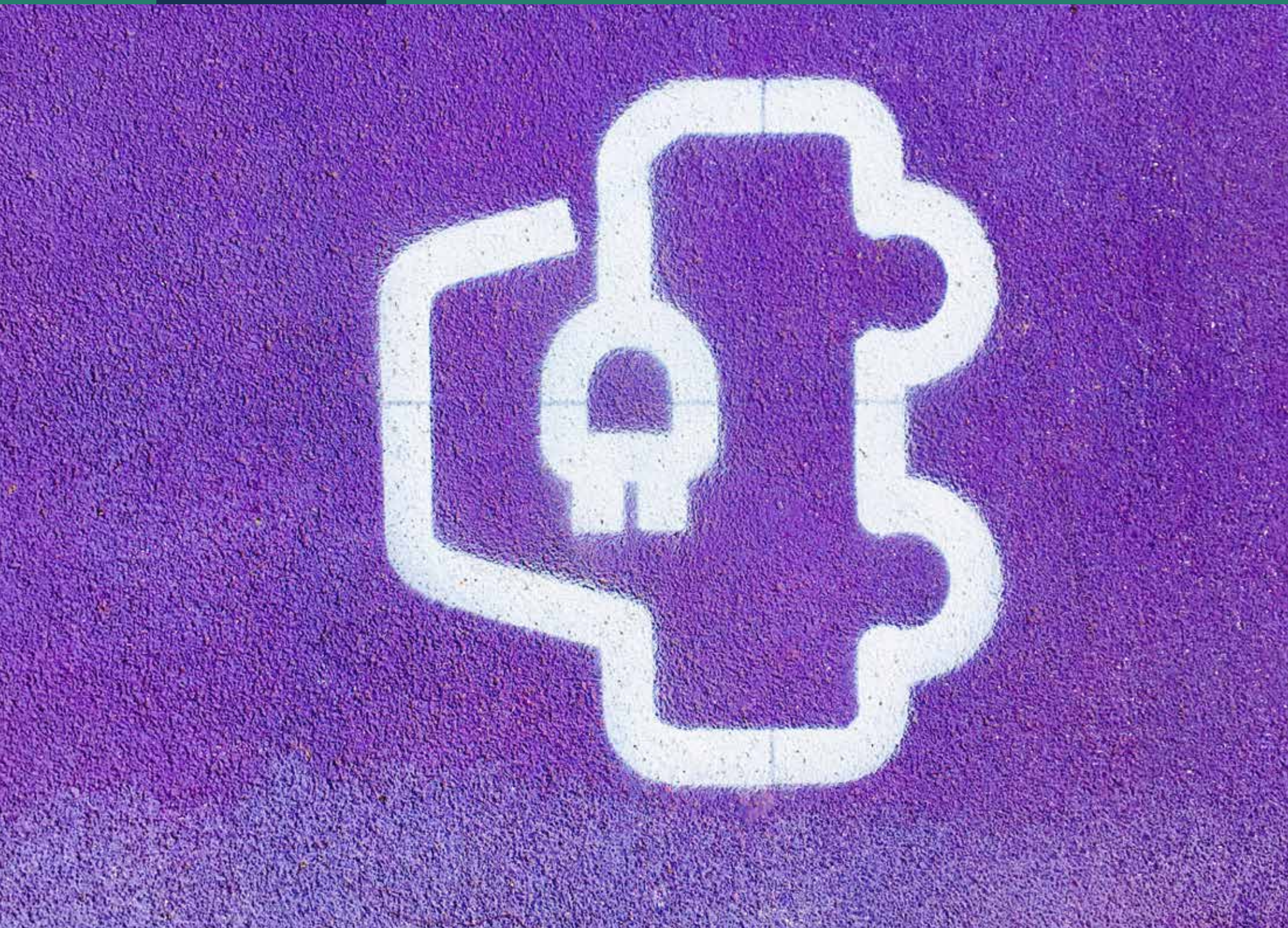
Warto nadmienić, że planowanie działań obejmujących zagadnienia zrównoważonego transportu może mieć również miejsce w ramach programów ochrony powietrza (POP). Działaniem projektowanym dla dużych aglomeracji miejskich, w których występują przekroczenia dopuszczalnego poziomu dwutlenku azotu, jest tworzenie strefy czystego transportu (LEZ – *Low Emission Zone*). Założeniem funkcjonowania takiej strefy, która może obejmować określony obszar na terenie miasta lub całe miasto, jest ograniczenie do niej wjazdu pojazdów nie spełniających określonych norm emisji spalin. Wprowadzenie strefy czystego transportu zostało zaplanowane w ramach działań naprawczych POP dla województwa małopolskiego, w odniesieniu do miasta Krakowa.

Także miejskie plany adaptacji do zmian klimatu (MPA), mimo iż nazwa dokumentu może w pierwszej kolejności nie kojarzyć się z transportem, zawierają elementy zrównoważonego planowania m.in. w obszarze sektora transportu, który podobnie jak inne kluczowe dla miasta sektory jest poddawany ocenie podatności na zmiany klimatu. Wykazuje przy tym istotną wrażliwość. Działania w MPA planowane są, dla danego miasta, najczęściej w sposób komplementarny do działań mitygacyjnych proponowanych w ramach PGN. Zwykle są to działania obejmujące swoim zakresem zielono-niebieską infrastrukturę, w tym zagospodarowanie terenów zieleni wzdłuż dróg powiatowych i gminnych. Nierzadko jednak są to także działania techniczne, mające na celu dostosowanie infrastruktury transportowej do zmian klimatu. Opracowanie przez gminę MPA, podobnie jak ma to miejsce w przypadku PGN, ma dla niej znaczenie strategiczne, gdyż może decydować w przyszłości o pozyskaniu środków zewnętrznych na realizację inwestycji wpisanych do planu. Obecnie MPA nie jest dokumentem wymaganym ustawowo, jednakże w świetle projektowanych przepisów prawa docelowo stanie się on opracowaniem obligatoryjnym dla gmin o liczbie powyżej 20 tysięcy mieszkańców.

Reasumując, gminy podejmują istotne wysiłki dla transformacji sektora transportu w kierunku gospodarki zrównoważonej i neutralnej dla klimatu poprzez realizację szeregu działań. Najczęściej są to przedsięwzięcia, które wymagają zaangażowania środków zewnętrznych na ich realizację. Dobrze przygotowane dokumenty strategiczne, zawierające harmonogramy rzeczowo-finansowe działań, mogą pomóc w skutecznym ubieganiu się o środki z funduszy europejskich i innych zewnętrznych źródeł.

Firma Atmoterm SA od wielu lat wspiera samorządy w całej Polsce w opracowywaniu wszystkich ww. dokumentów strategicznych, jak również w procedurach ocen oddziaływania na środowisko dla planowanych przedsięwzięć.

mgr inż. Wojciech Kusek
dr inż. Iwona Rackiewicz
Atmoterm SA



Santander Leasing

Santander Leasing

Perspektywy ograniczenia emisji z transportu

Ostatnie lata z wielu powodów na całym świecie były niezwykłe. Wybuch pandemii koronawirusa pociągnął za sobą nawracające lockdowny (przekładające się praktycznie na całym świecie na spadek aktywności gospodarczej), wzrost niepewności i ogólnoświatową recesję. Jednocześnie makroekonomiczne efekty pandemii zdają się omijać w Polsce cały obszar zielonych inwestycji. Nie zabrakło ani funduszy, ani inwestorów, aby ten proces wspierać. Co więcej, w wielu znaczących gospodarkach światowych pojawiły się pomysły, aby wykorzystać kryzys i recesję, by dokonać zasadniczego zwrotu. Nie tylko w kierunku rozwoju, ale w sposobie osiągania celów rozwojowych. Ten proces odbywa się też w Polsce, która jest krajem najbardziej uzależnionym od stałych paliw kopalnych w UE, w szczególności węgla. Produkcja energii w niewielkim stopniu opiera się na OZE (jeden z najniższych wskaźników w UE, dużo poniżej średniej). Z różną intensywnością na szczeblu rządowym podejmowane są działania na rzecz zmiany struktury źródeł energii, w celu realizacji założonych celów klimatycznych.

Nie bez znaczenia w tym procesie pozostaje wspieranie tych działań przez sektor prywatny, szczególnie banki i spółki leasingowe. Santander Leasing już w 2010 r. uruchomił pierwszą ofertę w Polsce na finansowanie pojazdów elektrycznych. Nie są to więc nowe działania. Pierwsze programy finansowania przedmiotów efektywnych energetycznie wdrażaliśmy wspólnie z międzynarodowymi instytucjami ponad 10 lat temu. Nasze działania w obszarze sprzedażowym koncentrujemy na finansowaniu inwestycji, które wspierają transformację energetyczną oraz są przyjazne środowisku. Oferowane przez Santander Leasing produkty (leasing i pożyczka) w naturalny sposób realizują te cele. Finansując maszyny i samochody inicjujemy wymianę modeli starszych na nowsze, które z założenia są bardziej efektywne energetycznie i wpływają na budowę bardziej zrównoważonego transportu. W 2017 r. jako pierwsza spółka leasingowa w Polsce sfinansowaliśmy dziesięć elektrycznych autobusów dla Warszawy. To zapoczątkowało przyspieszenie rozwoju elektromobilności miejskiej. Z naszej perspektywy, realizując cele sprzedażowe, przyczyniamy się do zapewnienia mieszkańcom nowoczesnych i wygodnych środków transportu, które dodatkowo są ekologiczne, przyjazne środowisku.
Warto w tym miejscu przypomnieć działania Ministerstwa Klimatu, które ciągle pracuje nad regulacjami z ustawy o elektromobilności. Początkowo planowano, by od 2030 r. tworzenie stref czystego transportu było obowiązkowe dla wszystkich gmin powyżej 100 tys. mieszkańców. Ostatecznie pomysł ten przepadł w konsultacjach. Do dalszych prac legislacyjnych przeszła modyfikacja, zgodnie z którą strefy będą obowiązkowe w gminach powyżej 100 tys. mieszkańców, ale tylko tam, gdzie występuje średnioroczne przekroczenie norm zanieczyszczeń dwutlenkiem azotu. We wszystkich pozostałych gminach strefy będą dobrowolne.

Mamy również pełną świadomość wciąż rosnących cen energii, dotkliwego kryzysu energetycznego oraz zwiększającego się zapotrzebowania na prąd. Stąd stale rozwijamy naszą ofertę w tym kierunku i docieramy do coraz szerszej grupy przedsiębiorców. W efekcie w 2021 r. wartość sfinansowanych przez nas aktywów w ramach zielonych inwestycji przekroczyła 693 mln zł. Warto również w tym miejscu zaznaczyć, że z początkiem sierpnia br. zgodnie z decyzją Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej została dwukrotnie zwiększona kwota na leasing samochodów z napędem elektrycznym w programie „Mój Elektryk". Łączna pula dostępnych środków wynosi 200 mln zł. Wynika to z coraz większego zainteresowania programem. Powyższe dane potwierdzają tylko prognozy z początku 2022 r. w ramach naszego badania „Leasing Index". Wśród firm, które rozważają zakup samochodu elektrycznego lub hybrydowego, leasing wydaje się oczywistym rozwiązaniem. Aż dla 83% firm planujących zakup ekopojazdu leasing pozostawał najbardziej prawdopodobną formą finansowania. Impuls w postaci programu jest zatem jednoznaczny. Przedsiębiorcy zachęcani dodatkowym dofinansowaniem chętniej realizują inwestycje w eko-pojazdy. Mimo zarejestrowanej dynamiki wzrostowej r/r pod względem liczby rejestracji pojazdów o alternatywnym napędzie Polska nadal znajduje się daleko od europejskich liderów elektromobilności. Jak wskazuje przygotowany pod koniec lutego 2022 r. przez EY oraz Eurelectric raport

„Can utilities turn EVs into a grid asset?" w ubiegłym roku 1 na 5 sprzedanych w Europie pojazdów miał napęd elektryczny. Zdaniem ekspertów to jednak dopiero zalążek elektromobilnej rewolucji. W ich opinii do 2030 r. liczba zeroemisyjnych pojazdów zwiększy się z 5 do 65 mln, aby w przeciągu kolejnych pięciu lat dodatkowo się podwoić. Dalszy trend wzrostowy w polskiej elektromobilności z pewnością się utrzyma. Nie tylko ze względu na światowy trend w zakresie poszukiwania alternatywnych i ekologicznych rozwiązań w obszarze mobilności i transformacji energetycznej, ale chociażby z perspektywy ekonomicznej. Opracowany przez Fundację Promocji Pojazdów Elektrycznych i Cambridge Econometrics raport „Napędzamy Polską Przyszłość" wskazuje, że polska gospodarka rocznie wydaje na paliwa do poruszających się po polskich drogach samochodów około 12 mld euro. Zamiana paliw na napęd elektryczny dałyby oszczędności dla polskiej gospodarki rzędu 8 mld euro rocznie. Zatem w perspektywie kolejnych lat wyzwań nam nie zabraknie. Wpłyną one na pewno na widoczne wzrosty w ramach budowy zrównoważonego transportu.

Mariusz Włodarczyk
Dyrektor zarządzający Santander Leasing

ING

ING Bank Śląski

Zrównoważone finanse a ograniczenie emisji z transportu. Dobre praktyki

Żyjemy w ciekawych czasach, gdzie – z jednej strony – korzystamy z pełni dobrodziejstw technologii ułatwiających nam życie (np. samochody, samoloty), z drugiej – mamy świadomość negatywnych skutków działań i żyjemy pod presją deadlinów na radykalne zmiany naszych zachowań i stylu życia (2030, 2035, 2050 itp.). Każdy może być liderem zmiany, tym niemniej (cytując Lwa Tołstoja), każdy myśli o zmianie świata, ale nikt nie myśli o zmianie siebie. Przed takim wyzwaniem stanął sektor finansowy, który poza koniecznością zmiany samego siebie (np. ograniczenie negatywnego oddziaływania działalności bankowej na środowisko) jest odpowiedzialny także za to, jakim podmiotom udziela pożyczek i na jakie cele. Zatem w najbliższych latach niewiele innych sektorów (banki odpowiadają za prawie 80% finansowania inwestycji w Polsce) będzie mieć tak znaczący wpływ na gospodarkę i realizację celów zrównoważonego rozwoju (SDG), także w obszarze transportu.

Szereg dokumentów podkreśla kluczowe znaczenie redukcji emisji z sektora transportu dla powodzenia wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju. Odwołując się tylko do Europejskiego Zielonego Ładu: Europa chce być „pierwszym kontynentem neutralnym dla klimatu i cel ten wymaga ambitnych zmian w transporcie. Potrzebny jest jasny drogowskaz do osiągnięcia redukcji emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem o 90% do 2050 r[1]. Jak sektor bankowy może włączyć się w realizację tak ambitnego celu? Odpowiedzią jest zrównoważone (albo zielone) finansowanie. A co czyni finansowanie zrównoważonym? Cel – w tym przypadku m.in. redukcja gazów cieplarnianych związanych z transportem (dekarbonizacja transportu).

Trzeba stać się zmianą, do której się dąży. Od lat zapewniamy finansowanie dla zrównoważonego transportu, zmieniając się także wewnętrznie. W ramach realizacji Deklaracji ekologicznej na lata 2017-2019[2] już w 2018 r. ING Bank Śląski wspólnie z innogy Polska wspierał powstawanie infrastruktury ładowania dla samochodów elektrycznych, testując jednocześnie samochody eletryczne wśród pracowników i wspierając elektryczny carsharing w Katowicach. W 2021 r. ING Bank Śląski przyjął (drugą) Deklarację ekologiczną[3], w której walka z kryzysem klimatycznym i jego negatywnymi skutkami pozostaje elementem naszej wspólnej odpowiedzialności. „Nie czekamy, działamy" nie jest więc dla nas tylko hasłem – odwagę do bycia odpowiedzialnymi mamy w naszym pomarańczowym DNA. Zgodnie z deklaracją, nasze samochody do 2023 r. będą wyłącznie o napędzie plug-in (PHEV) lub hybrydowym (HEV). Sukcesywnie do floty będziemy wprowadzać także samochody elektryczne (BEV). Ambicje potrzebują mierników, żeby stały się realną zmianą – zmiany we flocie do 2030 r. mają więc przynieść redukcję dwutlenku węgla przynajmniej na poziomie 36% (w stosunku do roku 2019).

Dobrze wydane pieniądze potrafią być dźwignią zmian i zwielokrotnić pozytywne efekty. Jasne jest więc, że wielokrotnie większy wpływ na sektor transportu wywierają działania banków w obszarze zapewnienia finansowania projektów, które podnoszą nie tylko naszą jakość życia, ale także wpływają pozytywnie na mitygację i adaptację do zmian klimatu. Przykładowo ING Lease Polska do 2023 r. sfinansuje kwotą 300 mln zł pojazdy elektryczne lub hybrydowe. Będzie także wspierać współpracę z partnerami w zakresie budowy stacji ładowania i promocji elektromobilności również w ramach programu „Mój Elektryk"[4].

Transformacja sektora transportu to kompleksowy proces, polegający nie tylko na prostej wymianie samochodów na zeroemisyjne. Niezbędne są zmiany w całym ekosystemie transportu – od samochodów, poprzez infrastrukturę, mikromobilność i nowe modele biznesowe (sharingi). Równie kompleksowo powinno się więc pochodzić do zapewnienia źródeł finansowania. Poza zielonym leasingiem wspierającym zrównoważony rozwój, w którym zaproponowaliśmy naszym klientom 2 raty za „0" zł[5], zaoferowaliśmy także kredyt wspierający zrów-

1 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorites-2019-2024/european-green-deal_pl.
2 Deklaracja ekologiczna ING Banku Śląskiego S.A. | ING Bank.
3 Deklaracja ekologiczna | ING Bank.
4 https://media.ing.pl/informacje-prasowe/926/pr/775406/ing-lease-wyrozniony-nagroda-lider-fnansowaniaelektromobilnosci
https://media.ing.pl/informacje-prasowe/926/pr/733464/ing-lease-polska-dolaczyl-do-rzadowego-programudoplat-do-samochodow-zeroemisyjnych-moj-elektryk
5 Leasing zrównowaonego rozwoju –https://media.ing.pl/informacje-prasowe/926/pr/761757/oferta-specjalnaing-lease-wspiera-zrownowazony-rozwoj-firm)

noważony rozwój (z marżą banku 0% przez pierwszych 13 miesięcy finansowania), który pozwala sfinansować wymianę floty/maszyn/urządzeń transportowych na emitujące mniej dwutlenku węgla lub zakup minimum jednego pojazdu elektrycznego. Jesteśmy także zaangażowani w rządowy program dopłat do samochodów elektrycznych „Mój Elektryk" oraz aktywnie działamy na polu *sustainability linked loans* (SLL), wspierając Grupę Raben w osiągnięciu redukcji intensywności emisji z działalności transportowej o 10% oraz udziale pojazdów spełniających normy Euro V i VI we flocie na poziomie 96%.

Nasze doświadczenia pokazują, że instrumenty nakierowane na redukcję emisji z transportu poprzez zielone finansowanie powinny być nie tylko różnorodne, ale powinny też obejmować każdy rodzaj działalności banku (od *wholesale banking*[6] poprzez *business banking* i klientów detalicznych), przy jednoczesnym wdrażaniu w organizacji i testowaniu rozwiązań, które finansujemy naszym klientom. Poza tym świat (a więc także sektor transportu) zmienia się, budując alternatywę, przy której dotychczasowe rozwiązania wydają się przestarzałe. Tak działamy w obszarze wspierania transformacji tego sektora, oferując nie tylko ekologiczne, ale także ekonomiczne alternatywy związane z zeroemisyjnym transportem.

To jeden z najlepszych sposobów wspierania naszych klientów w tym, co robią dobrze – bo każdy może być liderem zmiany. Nasze starania zostały dostrzeżone i otrzymaliśmy nagrodę Ekologiczna Firma 2022[7].

Alicja Pawłowska-Piorun
Expert – Sustainability,
Centrum Eksperckie ESG Innowacje,
ING Bank Śląski

6 https://media.ing.pl/informacje-prasowe/926/pr/775591/ing-lease-i-zabka-polska-podpisaly-pierwszageneralna-umowe-leasingu-oparta-na-realizacji-celow-zrownowazonego-rozwoju),
7 https://media.ing.pl/informacje-prasowe/926/pr/775062/ing-lease-z-nagroda-ekologiczna-firma-2022

V.
Transformacja energetyczna: transport ciężarowy

IKEA

IKEA jest dużym zleceniodawcą usług transportowych – realizujemy na całym świecie ponad 2 miliony dostaw rocznie: z fabryki producenta do centrów dystrybucyjnych, magazynów i sklepów. Transport naszych produktów odpowiada za 4,3% śladu klimatycznego całego łańcucha wartości IKEA.

Dążymy do tego, aby do 2030 r. stać się firmą pozytywną dla klimatu. Oznacza to dla nas redukcję większej ilości emisji gazów cieplarnianych (GHG) niż emituje cały łańcuch wartości IKEA, przy jednoczesnym rozwoju naszej działalności biznesowej. W obszarze transportu produktów wyznaczyliśmy sobie cel zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych o 70% z każdego wykonywanego transportu (w porównaniu do 2017 r. i z wyłączeniem dostaw do klientów końcowych, tzw. ostatniej mili). Z kolei 10 lat później, czyli w 2040 r., chcielibyśmy, aby wszystkie pojazdy obsługujące te transporty były już zeroemisyjne.

W celu osiągnięcia tych ambitnych celów, dążymy do:

- maksymalizacji wydajności
- uniezależnienia się od paliw kopalnych
- przejścia na rozwiązania zeroemisyjne.

Postępująca zmiana klimatyczna wymaga od nas podjęcia zdecydowanych działań tu i teraz, aby radykalnie obniżyć emisję CO_2. Tworzymy zróżnicowane portfolio inicjatyw i rozwiązań, zarówno krótko-, jak i długoterminowych, traktując je wszystkie z takim samym priorytetem. Współpracujemy z innymi firmami, organizacjami, organami administracji publicznej i pozostałymi interesariuszami, aby znaleźć najlepsze rozwiązania i skutecznie dekarbonizować zarówno nasz transport, jak i cały sektor. W naszych działaniach koncentrujemy się na trzech „R": Reduce, Replace i Rethink.

"Reduce" oznacza, że chcemy zwiększać efektywność we wszystkim, co robimy. Współpracujemy z naszymi przewoźnikami w celu zmniejszenia zużycia paliwa i zwiększenia wykorzystania sprzętu. Optymalizujemy naszą sieć transportową, znajdując najkrótsze odległości i najbardziej wydajne trasy, aby zminimalizować ślad klimatyczny. Wspólnie z centrami dystrybucji zwiększamy także liczbę towarów przewożonych w jednym transporcie, dzięki czemu potrzebujemy mniej ciężarówek na danej trasie. Pomaga nam w tym również wykorzystywanie naczep o większej pojemności oraz większych i dłuższych pojazdów niż standardowe.

"Replace" odnosi się do zastąpienia paliw kopalnych bardziej zrównoważonymi alternatywami. Przede wszystkim jest to rozwijanie połączeń intermodalnych, a także wykorzystanie biopaliw oraz wdrażanie pojazdów elektrycznych – bateryjnych i wodorowych.

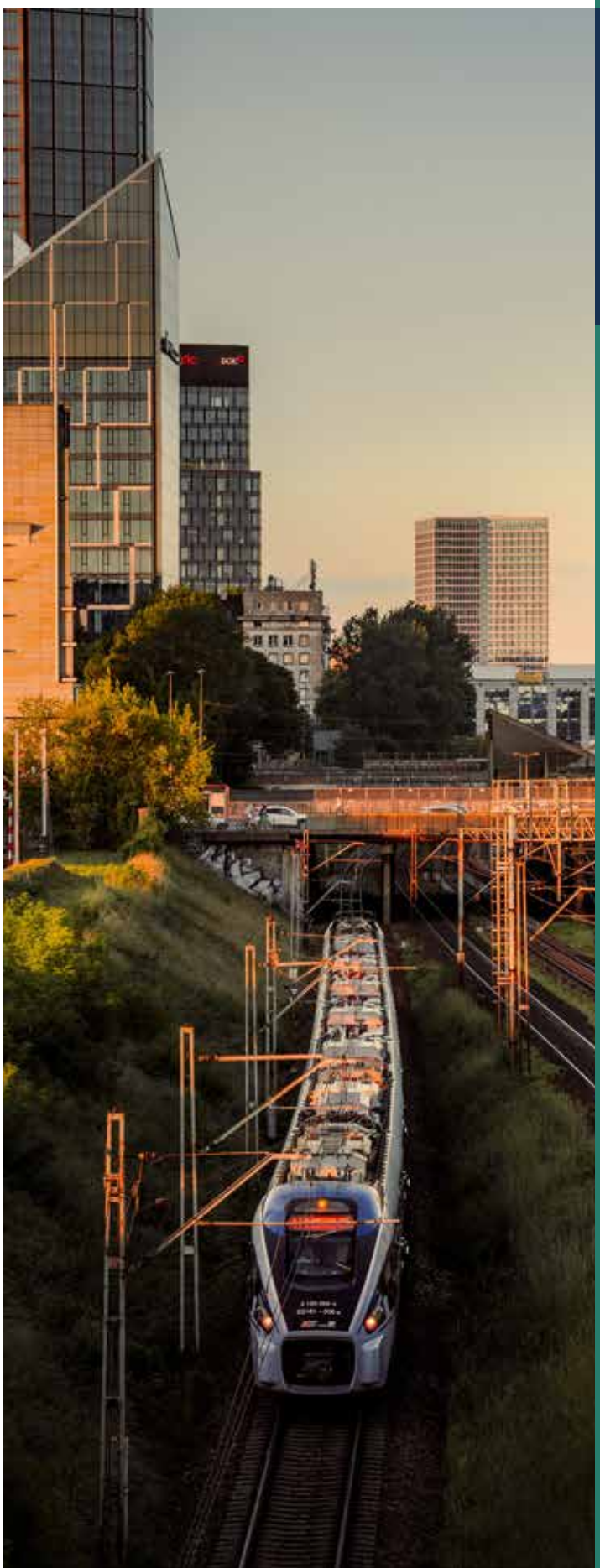
Nieustannie pracujemy nad przeniesieniem coraz większej sumy towarów na różne połączenia intermodalne, takie jak: transport kolejowy, morski lub barkowy. Znajdując nowe sposoby dostarczania naszych produktów i zwiększając rozwój rozwiązań intermodalnych, jesteśmy w stanie zmniejszyć emisję CO_2 o połowę na danej trasie. Przykładowo, jeden z naszych przewoźników w Niemczech przeszedł z ciężarówek z silnikiem diesla na kolej zasilaną w 100% odnawialną energią elektryczną. Ta zmiana pozwoliła na zmniejszenie śladu klimatycznego o 1,1 tys. ton CO_2 na tej trasie.

"Rethink" to dla nas otwartość na innowacje i współpracę z innymi. Aby umożliwić wdrożenie zeroemisyjnego transportu ciężkiego, potrzebna jest współpraca w całym łańcuchu wartości, w tym przy zapewnieniu dostępu do infrastruktury, technologii, zrównoważonych źródeł energii i rozwiązań finansowych. Przykładem jest projekt uruchomienia pojazdów elektrycznych w transporcie wewnętrznym pomiędzy dwiema fabrykami IKEA Industry w Zbąszynku. Połączyliśmy siły z producentem samochodów ciężarowych i naszym przewoźnikiem, aby zbadać i poznać wyzwania oraz możliwości związane z wdrażaniem tego rozwiązania na szerszą skalę.

Dekarbonizacja sektora transportu to cały pakiet wyzwań, głównie związanych z wysokimi kosztami oraz brakiem dostępu do technologii i niezbędnej infrastruktury. Dodatkowo, niekorzystny wpływ ma również obecna sytuacja geopolityczna. Łańcuchy dostaw na całym świecie nie zdążyły jeszcze w pełni dostosować się do sytuacji zmienionej przez pandemię, kiedy trzeba było zmierzyć się z konsekwencjami wybuchu wojny w Ukrainie. Zdarzenia te istotnie oddziałują na branżę transportową, pozyskiwanie surowców, zaopatrzenie i produkcję. Wpływają również na działalność IKEA, gdzie główne ograniczenia dotyczą naszych możliwości transportowych.

W kontekście tych wszystkich wyzwań tym istotniejsza staje się współpraca z naszymi dostawcami usług, jak i pozostałymi uczestnikami sektora transportu. IKEA może wprowadzać zmiany na rzecz bardziej zrównoważonego środowiska, ale nie jesteśmy w stanie przeprowadzić transformacji w kierunku zeroemisyjnym sami. Niezbędna jest współpraca wielu interesariuszy, w całym łańcuchu dostaw.

Paulina Nesteruk
Sustainability Developer, IKEA
Supply Chain Operations



Piotr Ziółkowski
Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

TRANSPORT CIĘŻAROWY

Praktycznie wszyscy wiodący producenci przedstawiają nowe, w pełni elektryczne modele oraz ogłaszają ambitne plany w zakresie elektryfikacji oferowanych pojazdów. Elektromobilność jest jednak kierunkiem, o którym mówi się głównie w kontekście pojazdów osobowych. Na drodze do osiągniecia neutralności klimatycznej nie można jednak pomijać segmentu samochodów ciężarowych, zaliczającego się do jednych z największych emitentów CO_2, odpowiadającego za niemal 20% emisji z transportu w Unii Europejskiej.

RODZĄCY SIĘ RYNEK EHDV (ELECTRIC HEAVY-DUTY VEHICLES)

Liczba rejestracji elektrycznych samochodów ciężarowych (o DMC wynoszącej co najmniej 16 t) w Europie w 2021 r. wynosiła 346 egzemplarzy, co stanowiło wzrost o 193% w porównaniu do roku 2020. Rynkowy udział pojazdów zeroemisyjnych w segmencie ciężarówek wciąż utrzymuje się jednak na bardzo niskim poziomie. W 2021 r. wyniósł on zaledwie 0,5% ogólnej liczby rejestracji. W 2021 r. elektryczne HDV cieszyły się największym zainteresowaniem w Szwajcarii, w której zarejestrowano 77 tego typu pojazdów. Na 2. i 3. pozycji uplasowały się kraje skandynawskie: Norwegia (56 szt.) oraz Szwecja (47 szt.). Jednocześnie w państwach o najbardziej rozwiniętym rynku pojazdów ciężarowych (Niemcy, Francja i Polska) łączna liczba rejestracji eHDV wyniosła zaledwie 66 szt.

Liczba rejestracji elektrycznych samochodów ciężarowych (16 ton) w Europie w 2021 r.

Szwajcaria	77
Norwegia	56
Szwecja	47
Holandia	42
Niemcy	37
Francja	25
Dania	21
Hiszpania	11
Włochy	9
Węgry	7
Polska	4
Belgia	3
Czechy	2
Finlandia	2
Irlandia	2
Austria	1
SUMA	**346**

Źródło: IHS Markit

Segment drogowego transportu ciężkiego znajduje się dopiero na początku drogi do elektryfikacji. Podobnie jak w przypadku samochodów osobowych staje on przed szeregiem wyzwań takich, jak: niewystarczająco rozwinięta infrastruktura ładowania, wysoka cena zakupu pojazdów, ograniczona oferta rynkowa czy też brak dedykowanych systemów wsparcia. Mimo to prognozy zakładają zdecydowany wzrost sprzedaży i rozwoju parku ciężkich pojazdów elektrycznych. Międzynarodowa Agencja Energetyczna przewiduje wzrost rocznej sprzedaży eHDV do ok. 180 tys. szt. w 2025 r. i prawie 660 tys. szt. w roku 2030. IEA prognozuje również, że park elektrycznych pojazdów ciężarowych liczyć będzie w 2025 r. 332 780 egzemplarzy, natomiast w 2030 r. ok. 2 610 000.

Prognozy sprzedaży pojazdów ciężarowych z napędem elektrycznym

APS scenario		
Rok	**2025**	**2030**
Chiny	140 000	400 000
Europa	22 000	92 000
Indie	390	4 000
Reszta świata	15 000	94 000
USA	2 600	67 000
Świat	180 000	660 000

Prognozy rozwoju parku eHDV

APS scenario		
Rok	**2025**	**2030**
Chiny	240 000	1 800 000
Europa	54 000	340 000
Indie	780	10 000
Reszta świata	30 000	300 000
USA	8000	160 000
Świat	332 780	2 610 000

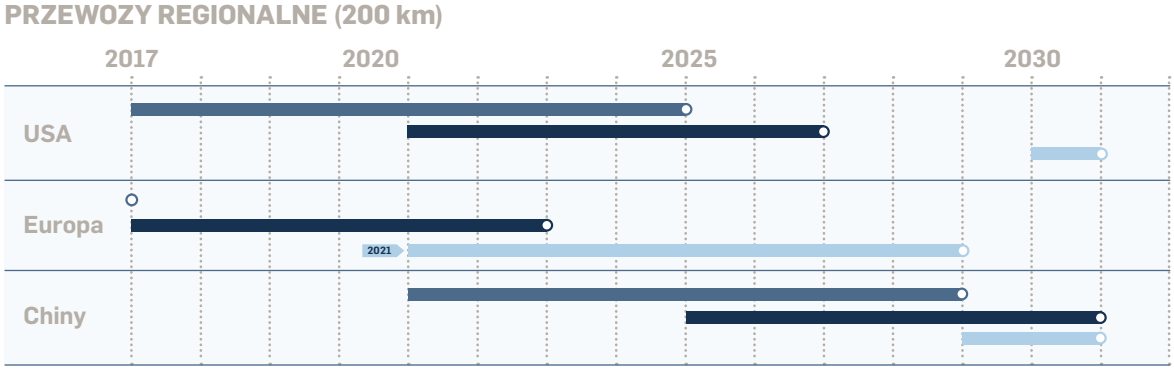
IEA, Global EV Outlook 2022, APS scenario

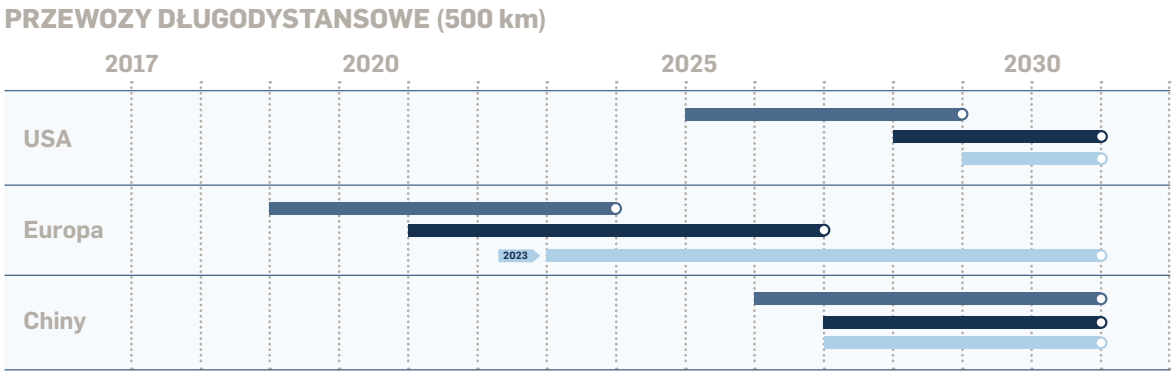
TCO

Decyzje o zakupie pojazdów użytkowych w znacznie większym stopniu niż w przypadku samochodów osobowych oparte są przede wszystkim na czynnikach natury ekonomicznej. Wymiana floty poprzedzona jest dokładnymi analizami całkowitych kosztów użytkowania (TCO) od momentu zakupu samochodu, przez eksploatacje aż po jego zbycie. Mimo systematycznie spadających cen baterii litowo-jonowych, stanowiących najdroższyelement EV, elektryczne pojazdy ciężarowe na etapie nabycia wciąż pozostają droższe niż ich spalinowe odpowiedniki. Wyższe ceny eHDV rekompensowane są w znacznym stopniu niższymi kosztami eksploatacji, mniej skomplikowaną obsługą i wyższym poziomem niezawodności. Według analiz McKinsey Center for Future Mobility całkowity koszt posiadania elektrycznych pojazdów ciężarowych już dziś jest w stanie zrównać się z kosztami użytkowania pojazdów konwencjonalnych. Warunkiem umożliwiającym osiągnięcie konkurencyjnego TCO w stosunkowo krótkim czasie jest dostępność programów wsparcia dedykowanych eHDV.

Całkowity koszt posiadania (TCO) elektrycznego samochodu ciężarowego w porównaniu z pojazdem z silnikiem Diesla

Rok, w którym stało/stanie się możliwe wyrównanie TCO ciężarowych samochodów całkowicie elektrycznych (BEV) i pojazdów zasilanych silnikami Diesla





Źródło: McKinsey Center for Future Mobility

ROZWÓJ OFERTY PRODUKTOWEJ

Dostępność oraz oferta modelowa w segmencie eHDV jest obecnie stosunkowo ograniczona, co wynika z wczesnego etapu rozwoju rynku. Największa dysproporcja względem pojazdów konwencjonalnych dostrzegalna jest zwłaszcza wśród najcięższych samochodów o DMC 40 t. Jest to jednak bariera krótkookresowa, która w kolejnych latach będzie stopniowo traciła na znaczeniu w kontekście wzrostu sprzedaży elektrycznych pojazdów ciężarowych. Coraz więcej producentów prezentuje nowe modele zeroemisyjne i ogłasza ambitne plany elektryfikacji. Trend ten będzie przybierał na sile wraz ze zmianami preferencji klientów, postępującym rozwojem norm emisji spalin oraz stopniową redukcją wspomnianych wcześniej barier rozwoju rynku eHDV.

Plany wiodących producentów samochodów ciężarowych w zakresie elektromobilności

Producent	Udział w sprzedaży zeroemisyjnych pojazdów po 2030 r.	100% sprzedaży pojazdów zeroemisyjnych
Scania	50%	2040
MAN	40%-60%	2040
Volvo	50%	2040
Daimler	-	2039
DAF	-	2040
Renault	35%	2040
IVECO	-	2040

RAMY PRAWNE REGULUJĄCE ROZWÓJ RYNKU EHDV

W celu redukcji emisji dwutlenku węgla z sektora transportu ciężkiego 14 sierpnia 2019 r. Unia Europejska ustanowiła pierwsze w historii normy emisji CO_2 dla pojazdów ciężarowych. Rozporządzenie 2019/1242 wyznacza cele w zakresie zmniejszenia średniej emisji nowych pojazdów ciężarowych o dużej ładowności na lata 2025 i 2030. Rozporządzenie obejmuje mechanizmy zachęcające do upowszechniania pojazdów nisko- i zeroemisyjnych. Regulacje mają wspomóc realizacje zobowiązań UE wynikających z Porozumienia paryskiego, zmniejszenia kosztów zużycia paliw kopalnych czy też utrzymania wiodącej pozycji technologicznej producentów i dostawców z UE. Od 2025 r. producenci zobowiązani będą do osiągniecia celów redukcji CO_2 wynoszących 15% dla całej floty nowych pojazdów ciężarowych zarejestrowanych w danym roku. W 2030 r. wymagany poziom redukcji wrośnie do 30%. Cele wyrażone są jako procentowa redukcja emisji w stosunku do średniej UE w okresie referencyjnym (od 1 lipca 2019 r. do 30 czerwca 2020 r.)

Rozporządzenie (UE) 2019/1242 – określające normy emisji CO_2 dla nowych pojazdów ciężkich

	Poziom redukcji emisji CO_2 dla nowych pojazdów ciężkich:
do 2025	15%
do 2030	30%

Zakładane korzyści wynikające z egzekucji celów obejmują m.in.:

- redukcję CO_2 w okresie od 2020 do 2030 r. na poziomie 54 mln ton
- oszczędność do 170 mln ton ropy w okresie od 2020 do 2040 r.
- wzrost PKB w związku z utworzeniem nowych miejsc pracy.

Aby zachęcić producentów do aktywnej sprzedaży pojazdów nisko- oraz zeroemisyjnych i osiągnięcia celów wyznaczonych na 2025 r., opracowany został system super kredytów obowiązujący od 2019 do 2024 r. System zakłada preferencyjne warunki wliczania ekologicznych pojazdów do ogólnej liczby sprzedanych ciężarówek. W przypadku braku osiągnięcia wymaganego poziomu redukcji CO_2 dany producent zobowiązany będzie do zapłaty kary w wysokości 4250 euro za każdy przekroczony gram CO_2 /tkm w 2025 r. i 6800 euro w 2030 r.

Orientacyjny harmonogram wprowadzania przepisów dotyczących samochodów ciężarowych o dużej ładowności w UE

W 2022 r. Komisja Europejska dokona przeglądu standardów CO_2 dla HDV – przegląd obejmie:

- potencjalne rozszerzenie ich o inne typy pojazdów (LDV, autobusy, autokary)
- cele na 2030 r. z perspektywą na 2035 i 2040 r.
- mechanizm zachęt dla nisko- i zeroemisyjnych pojazdów
- poziom opłat z tytułu przekroczenia poziomu emisji
- możliwość wprowadzenia formy poolingu
- reprezentatywność w świecie rzeczywistym wartości emisji CO_2 i zużycia energii
- rolę syntetycznych i zaawansowanych paliw alternatywnych wytwarzanych z wykorzystaniem energii odnawialnej.

ROZBUDOWA SIECI OGÓLNODOSTĘPNEJ INFRASTRUKTURY ŁADOWANIA

Rozwój dedykowanej infrastruktury ładowania stanowi główne wyzwanie dla sektora ciężkiego transportu drogowego. Według prognoz firmy Arthur D. Little, do 2030 r. flota elektrycznych pojazdów ciężkich w Europie powiększy się ponad 60-krotnie w stosunku do dzisiejszego poziomu – do tego czasu, ładowanie elektrycznych HDV stanie się najważniejszym obszarem szybkiego ładowania (DC) z zapotrzebowaniem na poziomie 42 TWh. Ciężki transport drogowy odpowiedzialny będzie za konsumpcję 65% energii przeznaczonej na ładowanie prądem stałym, podczas gdy zapotrzebowanie pojazdów osobowych stanowić będzie zaledwie 35% (23 TWh).

Prognoza rozwoju floty elektrycznych pojazdów ciężkich w Europie*

*Europa: EU27 + Norwegia, Szwajcaria i Wielka Brytania

	2022	2024	2026	2028	2030
Pojazdy o DMC > 6 t (w tys.)	9	53	140	294	562
Udział ciężkich pojazdów elektrycznych we flocie	0,20%	0,90%	2,40%	4,90%	9,20%

Źródło: The future of automotive mobility, Arthur.D.Little

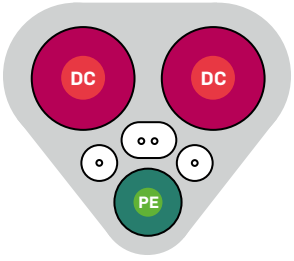
Zapotrzebowanie energetyczne elektrycznych pojazdów ciężkich w Europie

Całkowite zapotrzebowanie energetyczne w Europie w 2030 r. (w TWh)			
Pojazdy ciężkie	AC	3	2%
	DC	42	30%
Samochody osobowe	AC	72	51%
	DC	23	16%
Łącznie		140	

Źródło: The future of automotive mobility, Arthur.D.Little

Rozwój floty elektrycznych pojazdów ciężarowych wymaga również optymalnego dostosowania profili ładowania poprzez uwzględnienie wymogów przewoźników oraz charakterystyki poszczególnych tras. Pokonywanie elektrycznymi pojazdami ciężarowymi krótko- oraz średniodystansowych szlaków transportowych o długości do 250 km będzie zazwyczaj możliwe dzięki wykorzystaniu prywatnych stacji ładowania zlokalizowanych w centrach logistycznych oraz punktach docelowego rozładunku. Elektryfikacja połączeń długodystansowych wymaga natomiast rozwoju ogólnodostępnej infrastruktury ładowania, zapewniającej moc umożliwiającą uzupełnienie energii w czasie przymusowych 45-minutowych postojów (pauzy kierowcy). Konieczny będzie rozwój technologii ładowania Megawatowego (MCS – *Megawatt Charging System*), czyli pozostającego obecnie w fazie testowej, opracowywanego przez firmę CharIN, złącza ładowania dla pojazdów elektrycznych o dużej pojemności baterii. Złącze powstaje głownie z myślą o samochodach ciężarowych oraz autobusach, jednak jego beneficjentami mogą być również takie sektory, jak transport morski oraz lotnictwo. MCS ma być przystosowane do ładowania prądem stałym (DC) z maksymalną mocą 3,75 MW (3 000 amperów przy 1250 woltach).

Złącze MCS



Kwestie rozwoju infrastruktury ładowania dedykowanej transportowi ciężkiemu nie były do tej pory przedmiotem regulacji unijnych, zmieni to jednak projektowane rozporządzenie AFIR, stanowiące część pakietu „Fit for 55". Ma ono za zadanie wcielić w życie politykę klimatyczną UE oraz dokonać szerokiej rewizji w zakresie rozwoju sieci ładowania zarówno dla pojazdów lekkich, jak i ciężarowych. Co więcej, AFIR nałoży na państwa członkowskie konkretne cele w zakresie rozbudowy sieci ładowarek.

Projekt regulacji obejmuje:

- wymagany termin osiągnięcia celów infrastrukturalnych
- obowiązek rozmieszczenia infrastruktury w określonych odległościach
- wymaganą moc i wydajność infrastruktury.

DOBRE PRAKTYKI

Volvo, IKEA i Raben w zeroemisyjnym transportowym aliansie

IKEA Industry, Volvo Trucks i Grupa Raben, połączyły siły w Polsce, aby wdrożyć zeroemisyjne samochody ciężarowe Volvo FM Electric. Pojazdy będą wykorzystywane do obsługi wewnętrznego przepływu towarów pomiędzy dwiema fabrykami IKEA Industry położonymi w odległości 14 kilometrów od siebie w Zbąszynku i Babimoście w zachodniej Polsce. Pojazdy będą ładowane w zakładach produkcyjnych IKEA Industry za pomocą odnawialnej energii elektrycznej z zewnętrznego źródła. Pierwszy elektryczny samochód ciężarowy rozpocznie pracę jesienią, a plan zakłada rozbudowę floty w oparciu o wnioski z pilotażu. IKEA jest dużym odbiorcą usług transportowych, realizującym ponad dwa miliony przesyłek rocznie, na całym świecie. Aby osiągnąć swój strategiczny cel klimatyczny, jakim jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych podczas transportu produktów o 70% na przesyłkę, elektryfikacja pojazdów ciężarowych ma kluczowe znaczenie. Elektromobilność to jedno z rozwiązań, które ma na celu przeciwdziałanie głównym przyczynom zmian klimatycznych. Volvo Trucks rozpoczęło seryjną produkcję elektrycznych samochodów ciężarowych w 2019 r. Dziś firma oferuje sześć modeli elektrycznych pojazdów w produkcji seryjnej na całym świecie – to najszersza linia elektrycznych ciężarówek w branży. Celem producenta jest, aby do 2030 r. połowa sprzedawanych przez koncern samochodów ciężarowych była wyposażona w napęd elektryczny.

Amazon przesiada się na elektryczne ciężarówki

Do końca 2022 r. Volvo Trucks dostarczy do Amazona w Niemczech w pełni elektryczne samochody ciężarowe. Szacuje się, że 20 Volvo FH Electric pokona w rok ponad milion kilometrów nie generując emisji. Amazon dekarbonizuje swoją flotę – według założeń, nowe pojazdy zastąpią swoje odpowiedniki z silnikiem Diesla i odegrają kluczową rolę w inicjatywach elektryfikacji łańcucha transportowego. Kontrakt dotyczy dostawy 20 elektrycznych samochodów ciężarowych Volvo FH Electric (DMC – 44 tony). Posiadają one zestaw akumulatorów o pojemności 540 kWh. Moc wyjściowa ciągnika siodłowego to 490 kW. Jak podaje producent, zasięg wynosi do 300 km, ale Volvo FH Electric może przejechać do 500 km podczas normalnego dnia pracy, o ile zostanie zapewnione dodatkowe doładowanie, na przykład podczas przerwy na lunch.

PRZYSZŁOŚĆ TRANSPORTU CIĘŻKIEGO

W transporcie ciężkim wciąż silnie dyskutowaną alternatywą dla pojazdów bateryjnych są elektryczne samochody ciężarowe z ogniwami paliwowymi, które przez wiele osób postrzegane są jako przyszłość motoryzacji. Rozważa się ich zastosowanie głównie w kontekście transportu średnio- oraz długodystansowego. Pojazdy wodorowe oferują większe zasięgi oraz krótszy czas tankowania w porównaniu do pojazdów akumulatorowych. Zbiorniki zasilające ogniwa paliwowe są również znacznie lżejsze od baterii litowo-jonowych o dużej pojemności, co przekłada się na większą ładowność tych pojazdów. Obecnie wodór jest jednak rzadko używanym nośnikiem energii wykorzystywanym w transporcie. Wysokie koszty zakupu pojazdów oraz słabo rozwinięta infrastruktura tankowania znacznie ogranicza popularność napędów tego typu. W odniesieniu do przewidywanych inwestycji niezbędnych do rozwoju infrastruktury ładowania i tankowania technologia bateryjna okazuje się bardziej konkurencyjna. Oferuje niższe koszty budowy niż w przypadku technologii wodorowych oraz mniejsze zapotrzebowanie na energię. Istotnym elementem jest również sama produkcja wodoru, która obecnie w 96%

opiera się na paliwach konwencjonalnych, a w 4% na elektrolizie wody. Przy czym zaledwie 1% stanowi elektroliza, do przeprowadzenia której wykorzystywana jest energia pochodząca ze źródeł odnawialnych, w efekcie czego powstaje tzw. zielony wodór. Pojazdy zasilane ogniwami paliwowymi eliminują jednak wiele problemów, z którymi borykają się samochody bateryjne. Zdaniem wielu producentów wodór stanowić może istotny czynnik na drodze do dekarbonizacji sektora transportu drogowego, jednak w obecnych warunkach opłacalność ekonomiczna tej technologii jest wciąż niepewna.

Sektor transportu ciężkiego jest również jednym z pierwszych obszarów, w którym na szerszą skalę zastosowana może być jazda autonomiczna w postaci tzw. platooningu. Technologia jest już niemal gotowa i prowadzone są testy wdrożeniowe. Polega ona na połączeniu kolumny ciężarówek poruszających się w zwartym konwoju, tworzących tzw. pociąg drogowy. Ciężarówki sterowane są automatycznie podążając za pierwszym pojazdem w konwoju pełniącym rolę przewodnika. Samochody poruszają się w niewielkich odległościach – zazwyczaj 8–10 metrów (standardowa odległość w przypadku samochodów jadących z prędkością 80 km/h wynosi ok. 50 m). przekłada się to m.in. na:

- niższe zużycia paliwa oraz obniżenie emisji CO_2 poprzez redukcję oporów aerodynamicznych
- większą płynność ruchu drogowego
- zwiększenie wydajności transportu
- poprawę bezpieczeństwa na drodze.

Podobnie jak w przypadku samochodów autonomicznych, platooning musi przejść szereg testów, zanim zostanie skomercjalizowany na szeroką skalę. Jednak według Europejskiego Stowarzyszenia producentów Samochodów (ACEA) technologia ta powinna pojawić się na europejskich drogach do końca 2023 r.

VI.
Transformacja energetyczna: transport morski

BANK GOSPODARSTWA KRAJOWEGO

Bank Gospodarstwa Krajowego

Program BGK „Infrastruktura, Transport, Logistyka"

Misją Banku Gospodarstwa Krajowego (BGK) jest wspieranie zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego Polski. BGK realizuje misję poprzez programy, które wspierają zarówno przedsiębiorców prywatnych, jak i samorządy. Jednym z nich jest program „Infrastruktura, transport i logistyka", którego cel stanowi wspieranie rozwoju zrównoważonej i zintegrowanej infrastruktury transportowej oraz systemu usług transportowych, przy jednoczesnym promowaniu rozwiązań ograniczających negatywny wpływ transportu na środowisko.

W programie bank koncentruje się na wspieraniu projektów związanych z m.in.:

- rozwojem zrównoważonej i zintegrowanej komunikacji miejskiej i regionalnej tak, aby zwiększyć wykorzystanie transportu zbiorowego przez społeczeństwo i obniżyć korzystanie z indywidualnego transportu samochodowego, który ciągle jest w Polsce bardzo wysoki
- obniżeniem emisyjności transportu, w tym przechodzeniem na autobusowy tabor nisko- i zeroemisyjny oraz rozbudowę infrastruktury umożliwiającej wykorzystanie paliw alternatywnych w transporcie (wodór, LNG, energia elektryczna)
- zwiększeniem udziału transportu kolejowego, w tym poprzez rozwój transportu intermodalnego, w strukturze przewozów towarowych
- zwiększeniem mocy przeładunkowych portów morskich oraz poprawą ich dostępności i zintegrowania z siecią transportową, głównie kolejową.

Szczególny nacisk bank kładzie na wspieranie rozwoju nowych technologii, które pomagają w transformacji transportu w stronę niskoemisyjności np. w produkcji i wykorzystaniu wodoru.

Poprzez wspieranie odpowiednich projektów BGK chce się przyczynić do osiągnięcia kluczowych celów Strategii Zrównoważonego Transportu do 2030 r., w tym m.in.:

- wzrostu udziału autobusów nisko- i zeroemisyjnych w taborze autobusowym (z 12,2% w 2020 r. do 16% w 2030 r.)
- wzrostu liczby autobusów wodorowych (od 100 do 250 autobusów do 2025 r.)
- wzrostu liczby stacji tankowania wodoru (32 stacje do 2025 r.).

Najnowsze finansowania BGK w obszarze niskoemisyjnego transportu

Działania BGK w 2021 r. obejmowały m.in. zawarcie pierwszych umów z inwestorami obejmujących sfinansowanie budowy infrastruktury dla transportu niskoemisyjnego, czego efektem była m.in. budowa jednej z pierwszych w Polsce stacji tankowania wodoru. Dzięki wsparciu BGK, do końca 2021 r. do jednego z miejskich przedsiębiorstw komunikacyjnych przekazano 37 bezemisyjnych autobusów wyprodukowanych przez polskiego producenta.

Ponadto w 2021 r. BGK wraz z konsorcjum polskich banków zaangażował się w projekt wspierający rozwój transportu morskiego i polskiego przemysłu stoczniowego. Celem udzielonego wsparcia finansowego jest budowa przyjaznych środowisku promów samochodowo-pasażerskich, które mają pływać po Morzu Bałtyckim (będą obsługiwały linię między Świnoujściem a Ystad). Promy zasilane będą skroplonym gazem ziemnym (LNG) w układzie hybrydowym, a pierwsza jednostka ma zostać przekazana do eksploatacji w 2025 r.

Pod koniec 2021 r. BGK podpisał umowę z Komisją Europejską obejmującą kontynuację wdrażania w Polsce programu „The Connecting Europe Facility, Alternative Fuel Infrastructure Facility" (CEF 2 AFIF). Pozyskane fundusze unijne istotnie wpłyną na rozwój krajowego rynku transportu zeroemisyjnego opartego głównie na wodorze i energii elektrycznej.

18

TOR | ZESPÓŁ DORADCÓW GOSPODARCZYCH

Michał Grobelny
Zespół Doradców Gospodarczych TOR sp. z o.o.

TRANSPORT MORSKI – PALIWA ALTERNATYWNE I EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Transport morski uznawany jest za jeden z najbardziej ekologicznych rodzajów transportu w przeliczeniu na tonę przemieszczonego ładunku. Pomimo tego emisje gazów cieplarnianych pochodzących ze statków są znaczne. W 2019 r. w Unii Europejskiej ten rodzaj transportu był drugim co do wielkości emitentem GHG (ok. 14%) i ustępował jedynie przewozom drogowym (ponad 71% emisji). Jego znaczenie jest ogromne, zwłaszcza w ujęciu globalnym – w 2018 r. transport morski odpowiadał za 80% przewozów na świecie w ujęciu tonażu oraz za 70% w ujęciu wartości ładunków[1]. W tym samym roku jego zapotrzebowanie na energię wyniosło 11 EJ (eksadżuli[2]), czego efektem była emisja na poziomie ok. 1 mld ton dwutlenku węgla. Była to równowartość ok. 3% całości globalnej emisji CO_2. Powstała ona w wyniku spalania paliw, spośród których 99% to wciąż ciężki olej opałowy (*heavy fuel oil*, HFO), paliwo żeglugowe MGO (*marine gas oil*), paliwo o bardzo niskiej zawartości siarki (*very low -sulphur fuel oil*, VLSFO) oraz – w niewielkiej części – gaz LNG (*liquefied natural gas*)[3].

Wszystko to sprawia, że wprowadzanie wszelkich regulacji i ograniczeń dotyczących tej gałęzi transportu towarowego powinno mieć skalę ogólnoświatową. Stąd też ogromne znaczenie roli Międzynarodowej Organizacji Morskiej (*International Maritime Organization*, IMO). Jednym z głównych celów tej wyspecjalizowanej organizacji systemu Narodów Zjednoczonych (poza działaniami dotyczącymi bezpieczeństwa na morzu) jest zapobieganie zanieczyszczeniom środowiska morskiego przez statki. Wszystkie państwa Unii Europejskiej, w tym Polska, należą do IMO i zobowiązane są do przestrzegania konwencji przyjętych przez ten podmiot, a następnie ratyfikowanych przez parlamenty krajowe. Problemem związanym z tymi aktami prawnymi jest jednak to, że ich wejście w życie zajmuje często wiele lat (właśnie w związku z koniecznością ich ratyfikacji przez poszczególne państwa). Niemniej jednak, konieczność regulacji związanej z ochroną środowiska – w tym również ograniczenia emisji – w kontekście żeglugi morskiej, została zauważona już w latach 70. XX wieku i znalazła swój wyraz właśnie w konwencjach IMO. Mowa tutaj m.in. o Międzynarodowej konwencji o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki (przyjęta w 1973 r., jeden z jej aneksów dotyczy zapobieganiu zanieczyszczaniu powietrza przez statki), Międzynarodowej konwencji w sprawie kontroli szkodliwych systemów przeciwporostowych na statkach (tzw. Konwencja AFS, przyjęta w 2001 r., weszła w życie w 2008 r.), Międzynarodowej konwencja o kontroli i postępowaniu ze statkowymi wodami balastowymi i osadami (tzw. Konwencja BWM, przyjęta w 2004 r.), Konwencja w sprawie usuwania wraków (tzw. Konwencja z Nairobi, przyjęta w 2007 r.) oraz Międzynarodowa konwencja o bezpiecznym i ekologicznym recyklingu statków (tzw. Konwencja z Hong Kongu, przyjęta w 2009 r., nie weszła jeszcze w życie). Dla przyszłości transportu morskiego duże znaczenie ma przyjęta przez działający w ramach IMO Komitet Ochrony Środowiska Morskiego (MEPC) strategia dotycząca redukcji emisji GHG pochodzącej ze statków – powinna ona zostać ograniczona o co najmniej 50% do 2050 r. w stosunku do poziomu z 2008 r. Dokument wskazuje także na konieczność redukcji emisji samego CO_2 w pracy transportowej o co najmniej 40% do roku 2030, a także podęcia dalszych starań w celu jej zmniejszenia o 70% do 2050 r. w stosunku do roku 2008[4].

> Strategia gazów cieplarnianych Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) jest w tej chwili w trakcie zmian, aby była zgodna z Porozumieniem paryskim. Wiele państw i regionów – Unia Europejska, Stany Zjednoczone, Norwegia, Korea Południowa i Wyspy Pacyfiku – przesłały swoje propozycje, aby zastąpić obecny cel redukcji emisji gazów cieplarnianych o 50% na cel redukcji do zera najpóźniej do 2050 roku[5].
>
> **Delphine Gozillon**
> Shipping Officer, Transport & Environment

Poza wspomnianymi dokumentami znaczenie w kontekście budowy zrównoważonego transportu morskiego mają także regionalne konwencje morskie, których stronami są poszczególne państwa korzystające z wód określo-

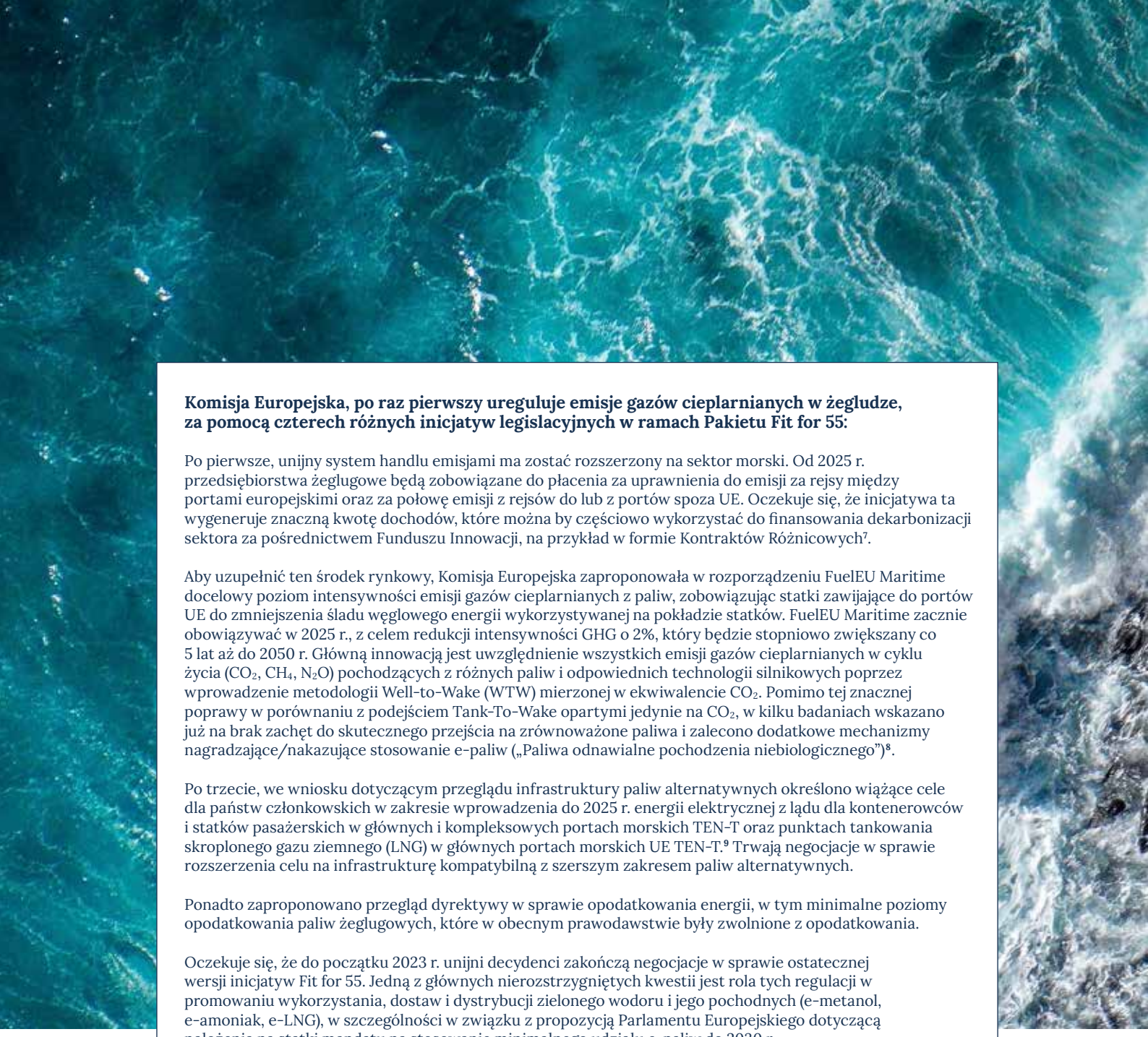
1 Challenges faced by developing countries in competition and regulation in the maritime transport sector, UNCTAD, maj 2018 r.
2 EJ = 10^{18} J.
3 A Pathway to Decarbonise the Shipping Sector by 2050, International Renewable Energy Agency (IRENA) 2021, s. 10.
4 K. Sypion-Babś, K. Kołwzan, Fot for 55 Unii Europejskiej w kontekście Wstępnej Strategii Redukcji Gazów Cieplarnianych Międzynarodowej
5 Organizacji Morskiej IMO, Ośrodek ds. IMO przy PRS S.A., luty 2022 r.

nych mórz. Wśród nich wymienić można: Konwencję OSPAR (służy ona zapobieganiu i eliminowaniu zanieczyszczenia mórz, a przez to ochronie obszaru północno-wschodniego Atlantyku przed niekorzystnymi skutkami działalności człowieka; zawarta została w 1992 r.), Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego (zawarta w Helsinkach w 1974 r., zaktualizowana w 1992 r.), Konwencja o ochronie środowiska morskiego i regionu przybrzeżnego Morza Śródziemnego (tzw. Konwencja barcelońska; zawarta w 1976 r., zaktualizowana w 1995 r.) oraz Konwencja o ochronie Morza Czarnego (tzw. Konwencja bukareszteńska; przyjęta w 1992 r.).

Obecnie najistotniejsze akty prawne, regulacje, plany i strategie dotyczące ograniczania emisji GHG z transportu morskiego (również w relacjach krajowych) to dokumenty stworzone przez organy i instytucje Unii Europejskiej, w ramach jej polityki środowiskowej. Dla transportu morskiego w tym kontekście największe znaczenie mają m.in. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszego powietrza dla Europy, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE z dnia 21 listopada 2012 r. zmieniająca dyrektywę Rady 1999/32/WE w zakresie zawartości siarki w paliwach żeglugowych, czy Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Opracowana przez Komisję Europejską w 2011 r. „Biała Księga – Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu" wskazywała, że emisja CO_2 pochodząca z transportu morskiego powinna zostać zredukowana do 2050 r. o co najmniej 40% (jeśli to możliwe to o 50%) w porównaniu z poziomem z 2005 r. Kolejnym krokiem było stworzenie w 2013 r. przez KE strategii dotyczącej stopniowego włączania emisji z transportu morskiego w założenia polityki unijnej w zakresie ograniczania emisji GHG. Zakładała ona m.in. wprowadzenie narzędzi monitorowania emisji (zrealizowane w 2015 r. poprzez wdrożenie tzw. Mechanizmu MRV) oraz przyjęcie celów redukcji emisji GHG[6].

Przyjęta w 2021 r. przez Komisję Europejską seria propozycji prawnych zakłada realizację celu klimatycznego, jakim jest osiągnięcie do 2050 r. neutralności klimatycznej oraz zmniejszenie do 2030 r. emisji gazów cieplarnianych netto o co najmniej 55% w porównaniu z poziomami z 1990 r. W uszczegóławiającej postanowienia pakietu „Fit for 55" Strategii zrównoważonej i inteligentnej mobilności, KE wskazuje na konieczność ułatwienia dla transportu morskiego dostępu do odnawialnych i niskoemisyjnych paliw płynnych i gazowych oraz realizacji inwestycji w sprzęt i infrastrukturę do ich tankowania. Podkreślono także ogromny potencjał portów śródlądowych i morskich, by stały się one nowymi ośrodkami zintegrowanych systemów energii elektrycznej, wodoru i innych niskoemisyjnych paliw.

6 R. Leal-Arcas, J. Wouters, Research Handbook on EU Energy Law and Policy, Edward Elgar Publishing 2017, s. 337-338.



Komisja Europejska, po raz pierwszy ureguluje emisje gazów cieplarnianych w żegludze, za pomocą czterech różnych inicjatyw legislacyjnych w ramach Pakietu Fit for 55:

Po pierwsze, unijny system handlu emisjami ma zostać rozszerzony na sektor morski. Od 2025 r. przedsiębiorstwa żeglugowe będą zobowiązane do płacenia za uprawnienia do emisji za rejsy między portami europejskimi oraz za połowę emisji z rejsów do lub z portów spoza UE. Oczekuje się, że inicjatywa ta wygeneruje znaczną kwotę dochodów, które można by częściowo wykorzystać do finansowania dekarbonizacji sektora za pośrednictwem Funduszu Innowacji, na przykład w formie Kontraktów Różnicowych[7].

Aby uzupełnić ten środek rynkowy, Komisja Europejska zaproponowała w rozporządzeniu FuelEU Maritime docelowy poziom intensywności emisji gazów cieplarnianych z paliw, zobowiązując statki zawijające do portów UE do zmniejszenia śladu węglowego energii wykorzystywanej na pokładzie statków. FuelEU Maritime zacznie obowiązywać w 2025 r., z celem redukcji intensywności GHG o 2%, który będzie stopniowo zwiększany co 5 lat aż do 2050 r. Główną innowacją jest uwzględnienie wszystkich emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia (CO_2, CH_4, N_2O) pochodzących z różnych paliw i odpowiednich technologii silnikowych poprzez wprowadzenie metodologii Well-to-Wake (WTW) mierzonej w ekwiwalencie CO_2. Pomimo tej znacznej poprawy w porównaniu z podejściem Tank-To-Wake opartymi jedynie na CO_2, w kilku badaniach wskazano już na brak zachęt do skutecznego przejścia na zrównoważone paliwa i zalecono dodatkowe mechanizmy nagradzające/nakazujące stosowanie e-paliw („Paliwa odnawialne pochodzenia niebiologicznego")[8].

Po trzecie, we wniosku dotyczącym przeglądu infrastruktury paliw alternatywnych określono wiążące cele dla państw członkowskich w zakresie wprowadzenia do 2025 r. energii elektrycznej z lądu dla kontenerowców i statków pasażerskich w głównych i kompleksowych portach morskich TEN-T oraz punktach tankowania skroplonego gazu ziemnego (LNG) w głównych portach morskich UE TEN-T.[9] Trwają negocjacje w sprawie rozszerzenia celu na infrastrukturę kompatybilną z szerszym zakresem paliw alternatywnych.

Ponadto zaproponowano przegląd dyrektywy w sprawie opodatkowania energii, w tym minimalne poziomy opodatkowania paliw żeglugowych, które w obecnym prawodawstwie były zwolnione z opodatkowania.

Oczekuje się, że do początku 2023 r. unijni decydenci zakończą negocjacje w sprawie ostatecznej wersji inicjatyw Fit for 55. Jedną z głównych nierozstrzygniętych kwestii jest rola tych regulacji w promowaniu wykorzystania, dostaw i dystrybucji zielonego wodoru i jego pochodnych (e-metanol, e-amoniak, e-LNG), w szczególności w związku z propozycją Parlamentu Europejskiego dotyczącą nałożenia na statki mandatu na stosowanie minimalnego udziału e-paliw do 2030 r.

Przepisy te mają mieć zastosowanie do każdego przedsiębiorstwa żeglugowego zawijającego do portu europejskiego, niezależnie od państwa bandery. Dzięki temu UE może regulować swój regionalny udział w emisji, zachowując jednocześnie konkurencyjność europejskich przedsiębiorstw żeglugowych. Ponadto jest to istotny bodziec dla IMO, aby przyspieszyć negocjacje w sprawie globalnych porozumień dotyczących środków rynkowych i norm paliwowych w zakresie emisji gazów cieplarnianych, a także może zainspirować inne kraje rozwinięte do podjęcia działań. Niedawna analiza wykazała, że nawet 84% światowych emisji z żeglugi mogłoby zostać uregulowane, gdyby UE, USA i Chiny przyjęły środki regionalne[10], co stanowiłoby gwarancję, że emisje z żeglugi zostaną uwzględnione, jeżeli nie uda się osiągnąć porozumienia na poziomie IMO.

Delphine Gozillon
Shipping Officer, Transport & Environment

7 Zero-emissions Shipping: Contracts-for-difference as incentives for the decarbonisation of international shipping, Alex Clark, Matthew Ives, Peter Barbrook-Johnson, University of Oxford, June 2021.
8 FuelEU Maritime: T&E analysis and recommendations – How to drive the uptake of sustainable fuels in shipping, Transport&Environment, February 2022; and Potential alternative fuel pathways for compliance with the „FuelEU Maritime initiative", Anastasia Christodoulou, Kevin Cullinane, Transportation Research Part D: Transport and Environment, November 2022.
9 In Poland, TEN-T core ports include Gdansk, Gdynia, Szczecin, and Swinoujscie. Police is a comprehensive TEN-T port.
10 Transport&Environment, Less is more: Regional shipping policy and global decarbonisation: Regulating shipping in Europe, the US and China could green 84% of the fleet, November 2022

Trwające obecnie prace nad technologiami umożliwiającymi obniżanie emisji z transportu morskiego obejmują kilkanaście zakresów tematycznych dotyczących badań i pierwszych wdrożeń w sferze alternatyw dla paliw kopalnych, zastosowania nowych technologii napędowych oraz sposobów dostarczania energii i efektywności jej wykorzystywania. Wśród metod obniżania emisji GHG w transporcie morskim Europejska Agencja Bezpieczeństwa Morskiego (*European Maritime Safety Agency*, EMSA) oraz Europejska Agencja Środowiska (*European Environment Agency*, EEA) wymieniają:

- paliwa alternatywne i technologie energetyczne:
  - LNG
  - biopaliwa
  - alkohol etylowy i metylowy
  - wodór
  - amoniak
  - ogniwa paliwowe
  - baterie
- technologie zasilania elektrycznego z lądu statków w porcie (*onshore power supply* – OPS, *shoreside electricity* - SSE)
- efektywność energetyczną statków oraz optymalizację ich designu
- redukcję prędkości statków (*slow steaming*)
- wykorzystanie energii wiatru (sztywne, miękkie i hybrydowe żagle, latawce trakcyjne, rotory, turbiny wiatrowe)
- systemy oczyszczania gazów spalinowych[11].

Podobne podejście prezentuje Międzynarodowa Agencja Energii Odnawialnej (*International Energy Agency*, IRENA), która w swoim raporcie z 2019 r. opisuje trzy główne drogi redukcji śladu węglowego transportu morskiego[12]:

1. zmiany w konstrukcji jednostek pływających w celu redukcji zużycia paliw
2. przejście od paliw kopalnych do alternatywnych paliw i systemów napędowych
3. wdrożenie energooszczędnych i proekologicznych praktyk zasilania statków w trakcie dokowania na nabrzeżu (tzw. *cold ironing*).

Realizacja pierwszych dwóch zakresów należy do przedsiębiorstw transportowych, trzeciego – do portów.

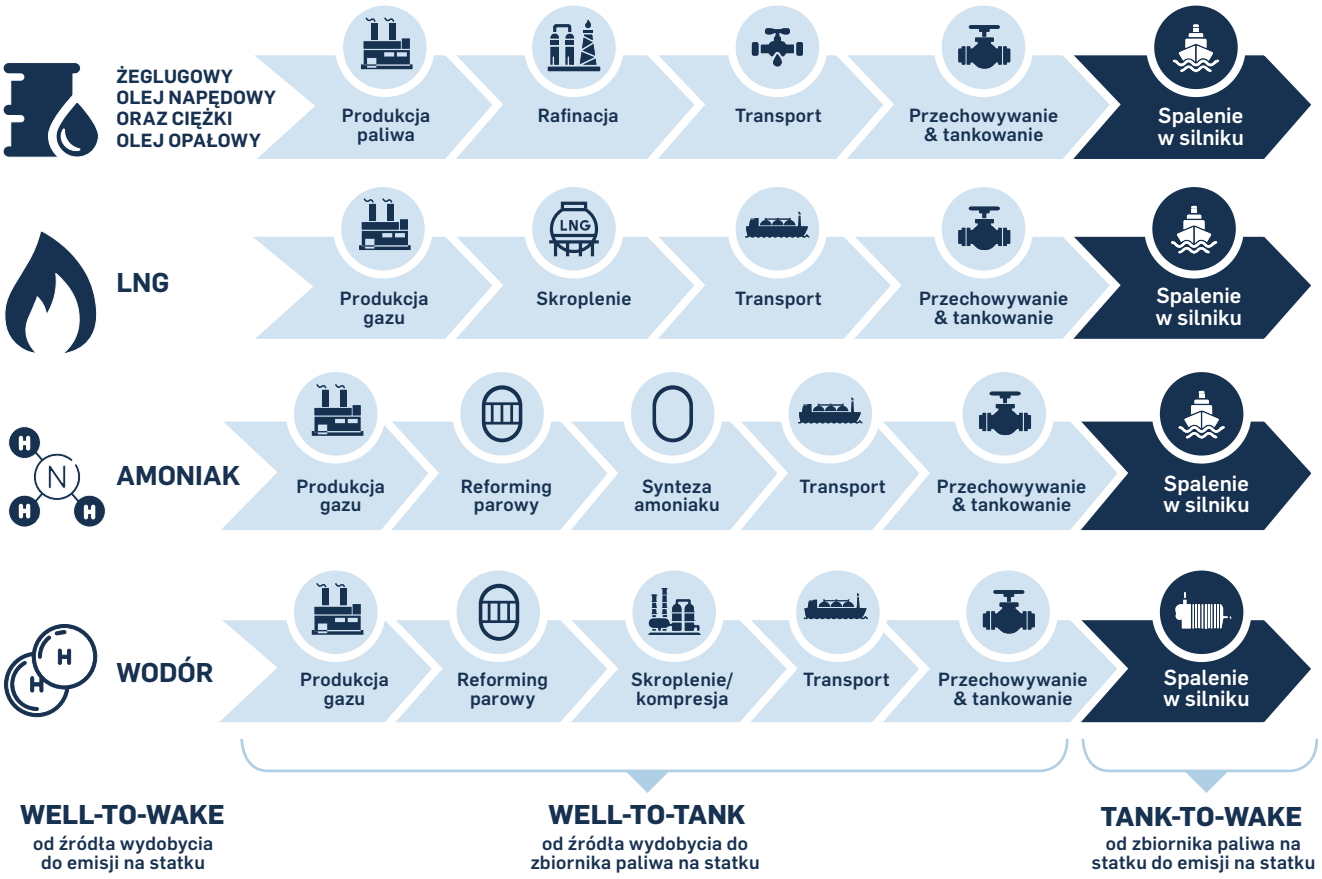
Obecnie w okrętownictwie używa się przede wszystkim **instalacji służących do odsiarczania spalin,** montowanych na instalacji wydechowej agregatów, silników i kotłów. Stosowane są także urządzenia znajdujące się poza statkiem. Instalacje do oczyszczania spalin to tzw. *skrubery*, umożliwiające usuwanie do nawet 95% tlenków siarki (SOx), a także części pyłów zawieszonych (PM). W zależności od stosowanej metody, systemy te można podzielić na suche (jako „filtr" służy tutaj wapno hydratyzowane i siarczan wapnia) oraz mokre (tzw. płuczki, wykorzystujące wodę do odsiarczania spalin). Te drugie dzielą się z kolei na działające w systemie otwartym (w którym woda pobierana jest z zewnątrz, a po oczyszczeniu spalin – usuwana poza statek) i zamkniętym (z częściową recyrkulacją wody).

W związku z wymogami IMO wprowadzonymi w 2020 r., w ostatnich latach liczba okrętów z płuczkami gwałtownie się zwiększa – np. wg danych Bałtyckiej i Międzynarodowej Rady Żeglugowej (*Baltic and International Maritime Council*, BIMCO) od stycznia 2020 r. do marca 2021 r. liczba statków wyposażonych w skrubery podwoiła się z 2011 do 3935 jednostek. Zgodnie z informacjami firmy Clarkson Research Services, w tym czasie skrubery były eksploatowane na 3,9% całości floty, w tym na 20,8% dużych statków handlowych (przede wszystkim zbiornikowców i kontenerowców)[13]. W stosowaniu płuczek otwartych (tańszych, stanowiących ok. 85% wszystkich eksploatowanych systemów) problemem pozostaje kwestia wody odpadowej – na początku 2021 r. rocznie do otwartego morza statki zrzucały jej ok. 10 mld ton, w samym Bałtyku było to 68 mln ton[14].

W przypadku **paliw alternatywnych** coraz większą wagę przykłada się do oceny emisyjności tzw. cyklu życia (*life cycle assessment*, LCA) danego związku chemicznego lub pierwiastka. Nie wystarczy bowiem mierzyć ilości powstałych gazów cieplarnianych w trakcie spalania danego paliwa w silniku pokładowym oraz przy ewentualnym wycieku poza jednostkę – nazywane jest to emisjami od zbiornika paliwa do kilwatera (*tank-to-wake*, TTW). Obecnie bierze się pod uwagę emisję od źródła energii do zbiornika paliwa (*well-to-tank*, WTT) uwzględniającą czynności produkcyjne oraz, co pozwala uchwycić całość śladu węglowego związanego z produkcją i zużyciem danego paliwa – emisję będącą sumą TTW i WTT: od źródła energii do kilwatera (*well-to-wake*, WTW).

11 Podział za: European Maritime Transport Environmental Report 2021, European Maritime Safety Agency / European Environment Agency 2021, s. 105-117.
12 Za: I. Krämer, E. Czermański, Onshore power one option to reduce air emissions in ports, [w:] „Sustainability Management Forum", nr 28, 13-20/2020.
13 M. Grzybowski, Czas na skrubery. Nie dać się wypłukać z rynku. 5200 statków w płuczkami w 2024 to szansa dla polskich stoczni, GospodarkaMorska.pl, 22 marca 2021 r.
14 M. Grzybowski, Skrubery pod lupą. Oczyszczają spaliny. Zanieczyszczają wodę?, GospodarkaMorska.pl, 3 maja 2021 r.

Porównanie emisji WTW w transporcie morskim dla paliw konwencjonalnych, LNG, amoniaku i wodoru



Źródło: E. Lindstad, Fuels and engine technologies with focus on GHG and Energy utilization, Smart Maritime, kwiecień 2020 r.

LNG jest używany jako paliwo do napędzania określonych rodzajów statków już od kilkudziesięciu lat, choć wciąż nie na masową skalę. W 2018 r. jedynie 3% zapotrzebowania na energię wygenerowane przez wszystkie jednostki pływające w Unii Europejskiej zostało zaspokojone poprzez spalanie tej substancji. Jednak dwa ostatnie lata to znaczny wzrost w wykorzystaniu LNG do napędzania statków dalekomorskich. W okresie od stycznia 2021 do stycznia 2022 r. zanotowano 30% wzrost zamówień (w tonażu brutto) na jednostki wykorzystujące to paliwo. W niektórych segmentach rynku, takich jak największe kontenerowce, ponad 50% zamówień dotyczy statków wykorzystujących silniki na LNG lub tzw. „LNG-ready", mogących w każdym momencie rozpocząć spalanie tego paliwa[15]. W 2020 r. oceniano, że do 2024 r. flota statków napędzanych LNG (wyłączając z niej zbiornikowce przewożące LNG) zwiększy się o niemal 160%[16].

Spalanie LNG oznacza znaczne ograniczenie w emisji tlenków siarki (SOx), pyłów zawieszonych (PM, do nawet 90%) oraz tlenków azotu (NOx, do 80%) w porównaniu z użyciem paliw tradycyjnych. Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych jeszcze w 2020 r. szacowane było na 9-15%[17], jednak nowsze silniki umożliwiają osiągnięcie tego ograniczenia na poziomie nawet 23%[18]. Obecnie LNG używany jest przez jednostki wykorzystujące silniki okrętowe na gaz oraz dwupaliwowe silniki czterosuwowe i dwusuwowe. Problemem przy wykorzystaniu tego rodzaju gazu jest m.in. kłopotliwe i kosztowne przechowywanie (chłodzenie do temperatury od -120 do -170°C) oraz tzw. poślizg metanu – wydostawanie się z silnika podczas spalania LNG niewielkich ilości niespalonego metanu[19].

Ponieważ potencjał metanu w powodowaniu globalnego efektu cieplarnianego (GWP) jest 29,8 krotnie wyższy niż CO_2 w okresie 100 lat i do 82,5 krotnie wyższy w okresie 20 lat,[20] wyciek metanu ma znaczący wpływ na skuteczność LNG w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych. W przypadku silników czterosuwowych LNG, które stanowią większość floty LNG w 2020 r., wyciek metanu szacuje się średnio na 3-4%, co mogłoby wystarczyć do zniwelowania zysków z redukcji CO_2[21].

Delphine Gozillon
Shipping Officer, Transport & Environment

Innym problemem jest dostępność niezbędnej infrastruktury – na początku 2022 r. na świecie bunkrowanie LNG statków dostępne było w 141 portach na całym świecie. Przewidywania mówiły o wzroście tej liczby do końca tego roku do 170 oraz o zwiększeniu do 2030 r. udziału LNG w globalnej liczbie infrastruktury bunkrującej do 10%. W tym samym czasie na całym świecie pływają już 33 okręty bunkrujące LNG na morzu[22].

LNG będący związkiem kopalnym składającym się głównie z metanu, postrzegany jest jako paliwo przejściowe, którego wykorzystanie na szeroką skalę w transporcie morskim może doprowadzić do relatywnie szybkiego zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Rozwiązanie to ma być pierwszym krokiem w kierunku wdrożenia technologii umożliwiających spalanie czystszych paliw gazowych (w perspektywie np. do 2050 r.) – tzw. bioLNG (paliwo odnawialne produkowane w efekcie skroplenia biogazu powstającego w procesie fermentacji metanowej materii organicznej: odpadów z produkcji rolnej i spożywczej) oraz e-LNG lub SNG (LNG syntetyczne, zdekarbonizowane, produkowane przy użyciu odnawialnych źródeł energii metodą *power-to-liquid*)[23].

Warto jednak zauważyć, że w ciągu ostatnich kilku lat wiele instytucji naukowych i finansowych podniosło kwestię ryzyka związanego ze stratnymi aktywami przy dużych inwestycjach w technologię LNG, zwłaszcza ze względu na ograniczoną dostępność i przewidywane wysokie koszty biopochodnych i syntetycznych substytutów LNG[24].

Delphine Gozillon
Shipping Officer, Transport & Environment

15 LNG – a Fuel in Transition, Sea-LNG.org, styczeń 2022 r., s. 3.
16 LNG as a Maritime Future Fuel, RightShip.com 2020.
17 E. Lindstad, Fuels and engine technologies with focus on GHG and Energy utilization, Smart Maritime, kwiecień 2020 r., s. 8.
18 LNG – a Fuel in Transition..., s. 7.
19 Science for Environment Policy. Methane emissions from LNG-powered ships higher than current marine fuel oils, Komisja Europejska, styczeń 2016 r.
20 Table 7.15 p.204, IPCC 6th Assessment Report (full report)
21 T&E estimation of the fuel consumed by LNG-powered ships in the 2020 MRV fleet, using fleet characteristics data from IHS Markit and default values for methane slip proposed by the European Commission (FuelEU Maritime initiative, annex II, Cslip)
22 Methane slip, MAN Energy Solutions.
23 LNG – a Fuel in Transition..., s. 5.
24 LNG as maritime fuel is an investment for the future, Gasum Maritime, 5 kwietnia 2022 r.

W okresie od września 2021 r. do kwietnia 2022 r. na Morzu Północnym firma MAN Energy Solutions przeprowadziła udane testy wykorzystania syntetycznego gazu ziemnego SNG w żegludze komercyjnej. Z paliwa tego korzystał kontenerowiec ElbBlue o pojemności 1036 TEU, należący do niemieckiej firmy żeglugowej Elbdeich i obsługiwany przez spółkę czarterującą Unifeeder. Wykorzystuje on czterosuwowy silnik MAN 51/60DF. Jednostka bunkrowana była w połowie SNG, a w połowie LNG, obsługując połączenia pomiędzy niemieckim Brunsbüttel a Rotterdamem. W efekcie testów okazało się, że emisja GHG została zmniejszona o 27% w porównaniu z rejsami, w których spalano jedynie LNG, a o aż 34% w porównaniu z rejsami, w których napędzany był ciężkim olejem opałowym (HFO). Według szacunków MAN Energy Solutions wykorzystanie wyłącznie SNG mogłoby zredukować emisję gazów cieplarnianych o co najmniej 80% w porównaniu z paliwem tradycyjnym. Dodatkowo odnotowano obniżenie emisji tlenków azotu (o niemal 87%) oraz prawie całkowite wyeliminowanie zanieczyszczania atmosfery przez tlenki siarki i cząstki stałe (redukcja emisji o ok. 99%)[25].

BioLNG jest rodzajem **biopaliwa**, czyli paliwa wytwarzanego z produktów pochodzenia biologicznego. Do napędzania okrętów w żegludze morskiej używany może być też np. biodiesel – olej napędowy stanowiący lub zawierający biologiczny komponent w postaci metylowych lub etylowych estrów rzepakowych (*fatty acid methyl esters*, FAME). Spotykany jest czysty biodiesel oraz jego mieszanki (np. 20% biodiesla i 90% oleju napędowego – B20 czy 80% biodiesla i 20% oleju napędowego). Istotne znaczenie dla żeglugi morskiej mogą mieć biopaliwa drugiej generacji, wykorzystujące jako surowiec biomasę odpadową niestanowiącą konkurencji w produkcji żywności. Przykładem może być uwodorniony olej roślinny (*hyrogenated vegetable oil*, HVO), produkowany w całości z surowców odnawialnych, czyli olejów roślinnych i odpadów tłuszczowych.

Biomasa, która zużywana jest w procesie produkcji części biopaliw, jest surowcem odnawialnym, a efekt tego procesu teoretycznie może być uznawany za węglowo neutralny. Bazą dla tego założenia jest fakt, iż rośliny w trakcie swojego wzrostu absorbują określoną ilość CO_2. W efekcie spalania biopaliw z biomasy nie powinno zatem dochodzić do zmiany ilości atmosferycznego dwutlenku węgla netto. Inną kwestią jest pochodzenie energii zużytej w procesie produkcyjnym, a także kwestia ekologiczności upraw roślin, mających posłużyć do produkcji biomasy (jak już wspomniano – np. nie może ona być konkurencją dla produkcji środków spożywczych). Pomimo tych ograniczeń badania dotyczące wykorzystanie biopaliw w żegludze morskiej wskazują, że może ono obniżyć emisję GHG o od 40 do 93%, tlenków siarki o 97%, a pyłów zawieszonych o od 84 do 90%[26].

Plan dojścia do zeroemisyjności do 2040 r. przyjęty przez firmę **A.P. Møller – Maersk** zakłada jej przerzucenie się na biopaliwa oraz zielony metanol. W 2021 r. podmiot zrezygnował z zamawiania jednostek zasilanych wyłącznie paliwami kopalnymi. Część statków Maersk już teraz napędzana jest biopaliwami, zresztą wielu klientów tego duńskiego konglomeratu transportowo-energetycznego stawia sobie za cel redukcję swojego śladu węglowego, uwzględniając w nim całe łańcuchy dostaw materiałów, surowców i towarów. Z tego powodu firma stanęła przed problemem pozyskania zużytego oleju spożywczego, którego cena w Europie jest wyższa od niezużytego, ze względu na popyt branży paliwowej. Do wytwarzania biopaliwa nie można używać oleju jadalnego, ponieważ jest on kategoryzowany jako żywność. Szefostwo koncernu żartobliwie zachęcało nawet w mediach, aby jeść więcej frytek[27]. Na początku 2021 r. Maersk zamówił pierwszy na świecie kontenerowiec napędzany przez e-metanol (metanol z „zielonego" wodoru) lub biometanol, a także – w razie konieczności – przez paliwo o bardzo niskiej zawartości siarki (VLSFO). Statek o pojemności 2100 TEU ma zostać dostarczony w 2023 r. W tym samym roku w Danii ruszy produkcja e-metanolu przy wykorzystaniu energii z OZE oraz biogennego CO2. Zakład zbudowany przez firmę REintegrate dostarczy Maerskowi 10 tys. ton e-metanolu rocznie potrzebnego do zasilania wspomnianego statku[28]. Co ciekawe firma niedawno przyspieszyła swoją drogę do zerowej emisyjności o 10 lat właśnie do 2040 r. ogłaszając zakup łącznie 19 dużych kontenerowców gotowych na napęd metanolowy oraz podpisując partnerstwo na dostarczenie bio-metalnolu i e-metanolu do 2025 r. Najnowszym ogłoszeniem Maersk jest obietnica inwestycji mającej skutkować produkcją 2 mln ton e-metanolu w Hiszpanii do 2030 roku[29].

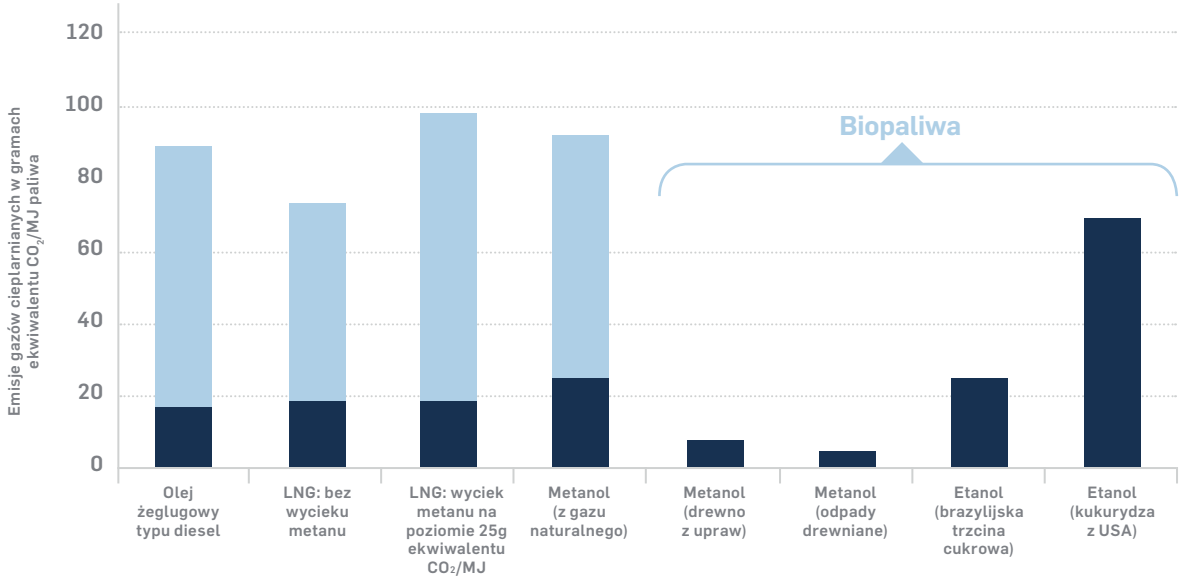
25 P. Stefaniak, Kolejny krok we wdrażaniu alternatywnego napędu statków, IntermodalNews.pl, 7 kwietnia 2022 r.
26 Ch. Nunez, Biofuels offer a cost-effective way to lower shipping emissions, Argonne National Laboratory, 31 sierpnia 2021 r.
27 Maersk. Potrzeba więcej biopaliwa, jedzcie więcej frytek, ZielonaGospodarka.pl, 19 sierpnia 2021 r.
28 F. Bahtić, Maersk secures fuel supply for 1st green methanol-fueled ship, Offshore Energy, 19 sierpnia 2021 r.
29 https://www.maersk.com/news/articles/2022/01/12/apmm-accelerates-net-zero-emission-targets-to-2040- and-sets-milestone-2030-targets.

Pewne nadzieje odnośnie do zastosowania jako paliwa niskoemisyjnego wiązane są z dwoma alkoholami: **alkoholem metylowym** (metanolem, CH_3OH) i **alkoholem etylowym** (etanolem, C_2H_5OH). Mogą one być stosowane w silnikach o spalaniu wewnętrznym oraz potencjalnie w ogniwach paliwowych. Pierwszy z nich produkowany jest na masową skalę przede wszystkim z tzw. gazu syntezowego (mieszaniny tlenku węgla i wodoru) w procesie reformingu parą wodną lub CO_2. Możliwe jest jednak prowadzenie jego produkcji przy użyciu bardziej ekologicznych metod. W 2021 r. opracowano na przykład innowacyjną technologię pochłaniania dwutlenku węgla z zaawansowanym procesem syntezy metanolu w trakcie produkcji stali. Z kolei etanol jest biopaliwem produkowanym przede wszystkim w wyniku fermentacji i destylacji biomasy zawierającej cukry i skrobia, takich jak kukurydza, trzcina cukrowa czy pszenica. Oba alkohole są dość czystymi paliwami, nie zawierają siarki, a ich spalanie cechuje się jedynie niewielką emisją pyłów zawieszonych. W testach laboratoryjnych wykazano redukcję emisji tlenków siarki o nawet 99%, a tlenków azotu – o ok. 60%[30].

Należy oczywiście pamiętać, że użycie roślin uprawnych do produkcji biopaliw jest problematyczne ze względu na efekt niebezpośredniej zmiany użytkowania ziemi, którego efektem są dodatkowe emisje, które nie są przedstawione na wykresie poniżej. Ponieważ emisje, które są efektem niebezpośredniej zmiany użytkowania ziemi są ciężkie do bezpośredniego zmierzenia, UE zdecydowała się wykluczyć użycie roślin uprawnych z regulacji FuelEU Maritime.

Delphine Gozillon
Shipping Officer, Transport & Environment

Porównanie emisji WTW dla wybranych paliw, w tym metanolu i etanolu pochodzącego z różnych źródeł, ukazanych jako liczba gramów CO_2 przypadających na megadżul energii powstałej w procesie spalania paliwa



Źródło: J. Ellis, K. Tanneberger, Study on the use of ethyl and methyl alcohol as alternative fuels in shipping, European Maritime Safety Agency (EMSA), czerwiec 2016 r. (aktualizacja: styczeń 2017 r.)

30 J. Ellis, K. Tanneberger, Study on the use of ethyl and methyl alcohol as alternative fuels in shipping, European Maritime Safety Agency (EMSA), czerwiec 2016 r. (aktualizacja: styczeń 2017 r.).

Zaletą metanolu i etanolu jest to, że już teraz są one szeroko produkowane na potrzeby przemysłu chemicznego. Są także stosunkowo łatwe w przechowywaniu, choć ich gęstość energetyczna jest o połowę mniejsza od konwencjonalnych paliw kopalnych, co oznacza, że potrzebują infrastruktury o większej pojemności do bunkrowania. Alkohole te mogą także powodować korozję niektórych metali, co należy uwzględnić przy wyborze określonych materiałów do urządzeń służących do przechowywania i tankowania. Metanol jest uznawany za związek chemiczny toksyczny dla ludzi – nie wolno go wdycha i dopuszczać do kontaktu ze skórą. Pomimo tego oba alkohole nie są szkodliwe dla środowiska morskiego w przypadku np. wycieku – rozpuszczają się w wodzie, są biodegradowalne i nie są przedmiotem bioakumulacji. Metanol i etanol są więc paliwami o dużym potencjale, choć ich szerokie zastosowanie w transporcie morskim zależeć będzie przede wszystkim od metody produkcji i jej kosztów.

W 2021 r. zespół skupiony wokół finansowanego ze środków Unii Europejskiej projektu **FReSMe** opracował metodę syntezy metanolu na potrzeby żeglugi morskiej, którą udało się skutecznie połączyć z innowacyjną technologią pochłaniania dwutlenku węgla. Cały proces przeprowadzany jest w czasie produkcji stali, w ramach którego powstaje kilka strumieni gazów, zazwyczaj spalanych w elektrowni huty lub wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej. Efektem tego wcześniej była ogromna emisja dwutlenku węgla. Dzięki metodzie opracowanej w ramach projektu FReSMe, wygenerowany w ten sposób CO_2 poddawany jest recyklingowi i przetwarzany w metanol. Natomiast nadmiarowy dwutlenek węgla, który nie został wykorzystany do wytworzenia wspomnianego alkoholu, przygotowywany jest do transportu i magazynowania. Wykorzystanie tej metody oznacza osiągnięcie dwóch korzyści: dekarbonizację sektora produkcji stali oraz uzyskanie stosunkowo czystego paliwa dla transportu morskiego[31].
Produkcja paliw opartych na wodorze takich jak metanol będzie regulowana dyrektywą RED UE. Według projektów aktów delegowanych, wychwytywanie CO_2 z procesów przemysłowych będzie ograniczane od 2035 roku. Obecnie najbardziej zrównoważonym sposobem pozyskiwania CO_2 jest DAC czyli pozyskiwanie go bezpośrednio z powietrza, ale dostępność tej technologii w dużej skali nie jest spodziewana przed latami 2030-tymi, co bezpośrednio ogranicza przyszłą dostępność e-metanolu i e-LNG.

Delphine Gozillon
Shipping Officer, Transport & Environment

31 Metanol otrzymywany z CO_2 emitowanego w czasie produkcji stali nowym paliwem dla statków, Komisja Europejska, 25 maja 2021 r.

Wodór jest postrzegany w kontekście transportu morskiego jako paliwo alternatywne, które wykorzystywać można w dwóch technologiach konwersji energii. Pierwsza z nich dotyczy wykorzystania H_2 podczas spalania w ogniwie paliwowym. W efekcie tego procesu – nazywanego odwróconą elektrolizą – powstaje energia elektryczna oraz produkty uboczne: ciepło oraz woda. Druga metoda wykorzystania wodoru polega na spalaniu go w tradycyjnych silnikach w obecności tlenu, podobnie jak zachodzi to w przypadku olejów opałowych lub napędowych czy LNG. Efektem takiego procesu jest jednak m.in. emisja tlenków azotu.

H_2 może być więc rozpatrywany jako sposób na ograniczenie emisyjności transportu morskiego jedynie przy przyjęciu tej pierwszej metody wykorzystania tego pierwiastka. Zakładając jednak liczenie emisji w ujęciu WTW, niezbędny jest także taki wybór metody produkcji wodoru, aby nie był on paliwem „czarnym", „szarym" (wytwarzanym w procesie gazyfikacji lub reformingu metanu parą wodną – SMR) lub „niebieskim" (produkowanym w procesie SMR połączonym z sekwestracją dwutlenku węgla – CSS), a „zielonym". Najbardziej rozpowszechnionym sposobem jest elektroliza wody, polegająca na poddawaniu jej działaniu prądu elektrycznego, co powoduje rozszczepianie cząsteczek H_2O na cząsteczki tlenu i wodoru. W przypadku zapewnienia OZE jako źródła pochodzenia energii proces ten jest praktycznie zeroemisyjny. Jednak jego bardzo wysoka energochłonność sprawia, że rozpatrywane są inne metody, np.:

- fotoelektroliza wody (PHE – w której komórki fotowoltaiczne pobierają energię z fotonów, a różnica potencjałów powoduje rozkład wody)
- biofotoliza wody (PHB – konwersja wody do tlenu i wodoru w warunkach beztlenowych, z udziałem organizmów morskich: cyjanobakterii i zielonych alg, przy wykorzystaniu wytwarzanego przez nich enzymu Fe-hydrogenazy)[32].

Wykorzystanie „zielonego" wodoru może oznaczać zmniejszenie emisji GHG o nawet 90% w porównaniu z silnikami spalającymi konwencjonalne paliwo[33]. H_2 cechuje się największą gęstością energii w jednostce energii spośród wszystkich paliw wykorzystywanych lub mogących mieć zastosowanie w transporcie morskim. Pod tym względem przewyższa paliwo żeglugowe MGO 2,8 razy, a alkohole – 5-6 razy. Jednak z powodu swej niskiej objętościowej gęstości energii płynny wodór potrzebuje 4 razy więcej miejsca do jego składowania niż MGO i ok. 2 razy więcej niż LNG w przeliczeniu na ekwiwalent energetyczny. Ponadto H_2 wymaga określonych warunków składowania – m.in. utrzymywania go w bardzo niskiej temperaturze (poniżej -253 °C), a co za tym idzie – stosunkowo dużych nakładów na odpowiednią infrastrukturę zbiornikową[34].

Właściwości różnych rodzajów paliw wykorzystywanych w transporcie morskim

	Jednostka	Wodór	MGO	HFO	LNG	Etan	Propan	Butan	Eter dimetylowy (DME)	Metanol	Etanol	Amoniak
Temperatura wrzenia	°C	-253	180-360	180-360	-161	-89	-43	-1	-25	65	78	-33
Gęstość	kg/m³	70,8	900	991	430	570	500	600	670	790	790	696
Wartość opałowa dolna	MJ/kg	120,2	42,7	40,2	48	47,8	46,3	45,7	28,7	19,9	26,8	22,5
Temperatura samozapłonu	°C	585	250	250	537	515	470	365	350	450	420	630
Temperatura zapłonu	°C	-	>60	>60	-188	-135	-104	-60	-41	11	16	132
Gęstość energetyczna w formie ciekłej	MJ/L	8,51	38,4	39,8	20,6	27,2	23,2	27,4	19,2	15,7	21,2	15,7
Porównanie objętościowe z MGO	-	4,51	1,00	0,96	1,86	1,41	1,66	1,40	2,00	2,45	1,81	2,45

Źródło: Sustainabiity Whitepaper: Hydrogen as Maritime Fuel, ABS, czerwiec 2021 r., s. 5.

32 Więcej: M. Moritz, Biologiczne metody otrzymywania wodoru, [w:] „Chemik", nr 8/2012, t. 66, s. 827-830.
33 E. Lindstad, Fuels and engine technologies..., s. 14.
34 Sustainability Whitepaper. Hydrogen as Marine Fuel, ABS, czerwiec 2021 r., s. 4.

Wodór postrzegany jest jako jedno z możliwych alternatywnych paliw dla transportu morskiego, aczkolwiek jego właściwości i wady mające związek z koniecznością przechowywania w określonych warunkach wykluczają raczej ten pierwiastek jako źródło napędu dla największych, dalekomorskich jednostek. Obecnie prowadzone jest wiele projektów mających na celu opracowanie technologii wodorowych i ich wdrożenie w odniesieniu do średnich i lekkich statków poruszających się na krótszych trasach. Pośród nich wymienić można:

- **HySeas III** – projekt mający na celu opracowanie pierwszego europejskiego promu morskiego ro-pax napędzanego ogniwami paliwowymi. Projekt stworzony w ramach finansowanego przez UE projektu zakłada zbudowanie promu pasażersko-samochodowego mogącego zabrać na pokład 120 pasażerów i 16 samochodów osobowych lub 2 ciężarówki. Jednostka ma obsługiwać odcinek pomiędzy Kirkwall i Shapinsay w archipelagu Orkadów na północ od Szkocji, gdzie paliwo wodorowe jest generowane przy użyciu energii wiatrowej[35].

- **Europa Seaways** – to nazwa promu ro-ro napędzanego wodorem, który do 2027 r. ma zostać zbudowany przez europejskiego armatora promowego DFDS w partnerstwie z wieloma innymi podmiotami (m.in. ABB, Ballard Power Systems Europe, Hexagon Purus, Lloyd's Register, Knud E. Hansen, Ørsted czy Danish Ship Finance). Jednostka zasilana będzie układem wodorowych ogniw paliwowych produkujących do 23 MW mocy i wyposażona w zbiorniki paliwowe o pojemności 44 ton. Kursować ma pomiędzy Kopenhagą a Oslo. Wodór produkowany będzie przy wykorzystaniu zielonej energii pochodzącej z planowanej do budowy morskiej elektrowni wiatrowej w pobliżu stolicy Danii[36].

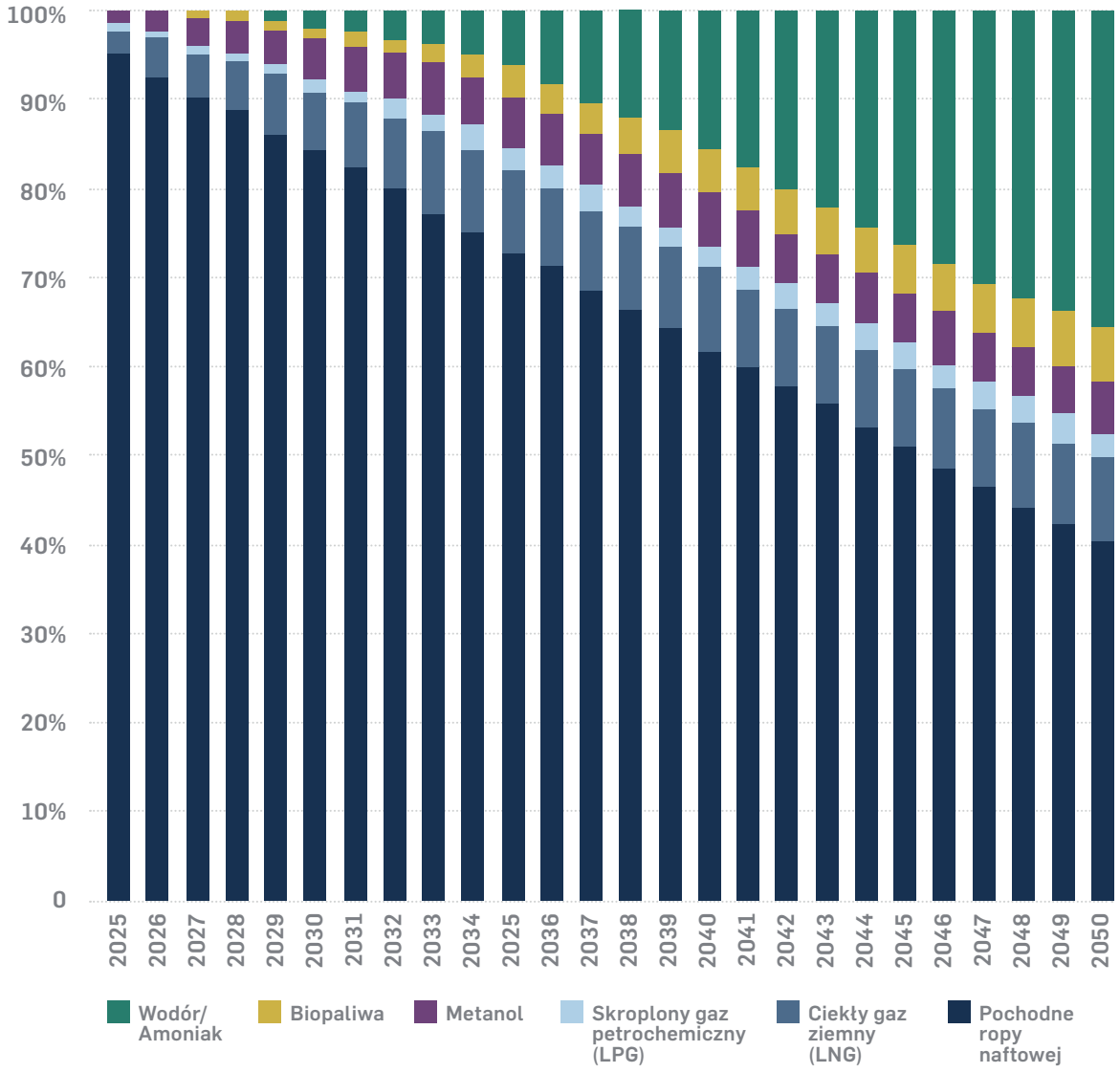
- **Flagships** – projekt mający na celu stworzenie zeroemisyjnego transportu wodnego poprzez opracowanie i zbudowanie do 2023 r. dwóch jednostek wykorzystujących wodorowe ogniwa paliwowe. Pierwsza z łodzi, o nazwie Zulu, to barka żeglugi śródlądowej napędzana skompresowanym H_2. Jej właścicielem jest przedsiębiorstwo Compagnie Fluvial de Transport. Zulu ma przewozić towary po Sekwanie, na trasie Gennevilliers – Bonneuil Sur Marne. Komercyjne wdrożenie tej jednostki ma mieć miejsce jeszcze w 2022 r. Drugim przedsięwzięciem w ramach projektu Flagships jest budowa kontenerowca śródlądowego FPS Waal o długości 109,8 m i pojemności 200 TEU. O ile Zulu jest jednostką nową, to ta ma być statkiem powstałym w wyniku modernizacji statku zbudowanego w 1993 r. Będzie on wyposażony w jednostkę napędową składającą się z wodorowych ogniw paliwowych, baterii, silnika elektrycznego i pojemnika na H_2 – całość o mocy ok. 1,2 MW. FPS Waal ma trafić do ruchu w lecie 2023 r. i obsługiwać trasę Rotterdam – Duisburg na Renie[37].

Większe jednostki napędzane przez H_2 to na razie jedynie projekty koncepcyjne – takie jak np. ten zaprezentowany przez francuski podmiot **Energy Observer 2**, zakładający stworzenie dużej, samowystarczalnej jednostki ro-ro (240 TEU, 120 m, 4 MW mocy silnika elektrycznego, zbiorniki na ciekły wodór o pojemności 70 t, zasięg do 4 tys. mil morskich) będącej w stanie produkować na własne potrzeby „zielony" wodór[38].

O ile pośród ekspertów zajmujących się badaniami oraz planowaniem dekarbonizacji transportu morskiego panuje konsensus, iż nie ma jednego pierwiastka lub związku chemicznego mogącego być paliwem idealnym, to **amoniak** wskazywany jest bardzo często jako posiadający bardzo duży potencjał – zarówno technologiczny, jak i biznesowy. Zgodnie z przewidywaniami międzynarodowej firmy consultingowej DNV z września 2019 r., do połowy XXI wieku ten związek chemiczny może stanowić 25% całości miksu paliw żeglugowych. Prognoza ta mówi także o tym, że od 2044 r. niemal wszystkie nowo budowane statki będą korzystać z amoniaku jako paliwa. Wartość inwestycji niezbędnych do tego, aby zrealizować założenia IMO dotyczące redukcji emisyjności transportu morskiego do 2050 r. szacowana jest na 1,4 biliona dolarów. Jako paliwa o największym potencjale dekarbonizacyjnym wskazywane są właśnie wodór (w odniesieniu do promów i żeglugi śródlądowej) oraz amoniak (w kontekście żeglugi oceanicznej)[39].

39 M. Gallucci, Why the shipping industry is betting big on ammonia, IEEE Spectrum, 23 lutego 2021 r.

Przewidywane zmiany w źródłach pochodzenia paliw w transporcie morskim do 2050 r.



Źródło: American Bureau of Shipping

Ten nieorganiczny związek chemiczny azotu i wodoru o wzorze NH_3 nie zawiera atomów węgla, przez co nie emituje tlenków węgla podczas procesu jego spalania. Potencjalnie może więc być wykorzystywany przy tworzeniu zdekarbonizowanego transportu. Wśród innych jego zalet wymieniana jest gęstość energetyczna zbliżona do metanolu i lepsza niż w przypadku wodoru. W odróżnieniu od tego ostatniego pierwiastka nie potrzeba bardzo niskich temperatur do jego składowania – skrapla się przy -33°C. Również koszt jego wytwarzania (w porównaniu z innymi paliwami alternatywnymi) jest stosunkowo atrakcyjny – pod warunkiem wykorzystania tzw. metody Habera i Boscha. W jej wyniku powstaje ok. 90% światowej produkcji amoniaku. Metoda ta polega na otrzymywaniu tego związku chemicznego w efekcie procesu przebiegającego pod wysokim ciśnieniem (3-35 MPa) i w wysokiej temperaturze (500-600°C). W jego trakcie sprężoną mieszaninę wodoru i azotu (tzw. gaz syntezowy) przepuszcza się przez aparat kontaktowy, zawierający katalizator żelazny, z dodatkiem tlenków glinu, potasu i wapnia. Proces ten zużywa mniej energii niż w przypadku syntezy metanolu lub e-metanu, a do jego przeprowadzenia możliwe jest wykorzystywanie OZE. Wśród wad amoniaku wymieniane są najczęściej koszty WTW – wciąż wyższe niż w przypadku obecnie wykorzystywanych paliw kopalnych. Innym problemem jest toksyczność

tej substancji chemicznej (wysoce niebezpiecznej dla życia ludzkiego i środowiska naturalnego w przypadku wycieku). Amoniak jest także łatwopalny i żrący. Wykorzystanie na szeroką skalę w transporcie morskim będzie więc wymagało zachowania szczególnych środków ostrożności przy jego transporcie, składowaniu i bunkrowaniu[40].

Zdekarbonizowany transport morski może używać amoniaku jako paliwa dla jednostek napędowych wykorzystujących zarówno silniki spalania wewnętrznego, jak i ogniwa paliwowe. Jednak ze względu na toksyczność NH_3 oraz wymogi dotyczące warunków jego składowania silniki wykorzystujące to paliwo są wciąż na dość wczesnym etapie rozwoju technologicznego. W przyszłości być może w większym stopniu będą więc wykorzystywane ogniwa paliwowe spalające amoniak. Aktualnie nad silnikami do statków wykorzystującymi NH_3 pracują firmy takie, jak niemiecki MAN Energy Solutions, finski Wärtsilä, chiński WinGD czy japońskie Mitsui E&S Machinery.

W październiku 2021 r. japońska firma transportowa Mitsui O.S.K. Lines (MOL) podpisała list intencyjny z koncernem Mitsui E&S Machinery oraz niemieckim producentem silników MAN Energy Solutions, którego celem jest stworzenie silnika napędzanego amoniakiem, przeznaczonego dla statków transportowych. Ma to związek z projektem **AmmoniaMot** realizowanym przez tę ostatnią spółkę, w wyniku którego powstać ma silnik dwupaliwowy, zdolny do spalania paliwa dieslowskiego oraz NH_3[41]. Spółka współpracuje nad tym przedsięwzięciem z Uniwersytetem w Monachium, Neptun Ship Design, WTZ oraz Woodward L'Orange. Projekt wspierany jest przez niemieckie federalne ministerstwo gospodarki i technologii. Silnik ma być gotowy do komercyjnego wdrożenia w 2024 r. Znajdzie zastosowanie w jednostkach dalekomorskich, wykorzystywanych w transporcie transoceanicznym. Rok później możliwe ma stać się uruchomienie pierwszych statków pływających wyłącznie na amoniaku. Założenia przedstawione przez firmę MAN Energy Solutions wskazują na możliwość składowania NH_3 na statkach w taki sam sposób, jak dzieje się to z LPG – choć pojemność zbiornika w takim przypadku powinna być dwukrotnie większa, w związku z niższą gęstością energii amoniaku w porównaniu ze skroplonym gazem płynnym[42].

Innym pomysłem na ograniczanie emisyjności transportu morskiego jest wykorzystywanie jednostek napędzanych przez silniki elektryczne zasilane z **baterii** (zazwyczaj litowo-jonowych). Takie rozwiązanie gwarantuje osiągnięcie zeroemisyjności w ujęciu TTW, jak również praktyczne wyeliminowanie tzw. zanieczyszczenia hałasem. Jednak w ujęciu całościowym (WTW) stopień ograniczenia szkodliwości tego rozwiązania dla atmosfery jest oczywiście uzależniony od źródła pochodzenia i sposobu wytwarzania prądu elektrycznego ładującego baterie. Możliwe są także rozwiązania hybrydowe, w których baterie odpowiadają za dostarczanie energii do wszystkich systemów pomocniczych statku, podczas gdy sam napęd jest zapewniony przez silnik wykorzystujący inny rodzaj paliwa. Dochodzi dzięki temu do optymalizacji zużycia tego ostatniego. Ze względów wydajnościowych dotyczących zarówno efektywności magazynowania energii, jak i nieuniknionych strat, do których dochodzi w tym czasie, statkami w całości bateryjnymi mogą być raczej tylko te wykorzystywane na krótkich dystansach, w handlu przybrzeżnym, nieduże promy czy jednostki obsługujące żeglugę śródlądową. W czerwcu 2021 r. ponad 150 statków wykorzystywało wyłącznie napęd bateryjny, a kolejne 100 takich jednostek było w produkcji[43].

Inną kwestią pozostaje emisyjność całego cyklu życia zasobników energii – wolumen gazów cieplarnianych wyprodukowanych podczas wydobycia surowców, produkcji podzespołów i samych baterii, a także ich utylizacji może być znaczny. Tutaj również rozwiązaniem może być energia elektryczna z OZE; dodatkowo wraz z postępem technologicznym zwiększają się możliwości recyklingu baterii. Ostatnie badania wskazują na wysoką wydajność odzyskiwania elementów akumulatorów litowo-jonowych – nawet do 89%-99% pierwiastków zużytych do ich wyprodukowania (kobalt, miedź, lit, mangan, nikiel)[44].

40 D.M. Sveistrup Jacobsen, R. Krantz, L. Moufier, E. Skov Christiansen, Ammonia as a shipping fuel, Global Maritime Forum, 14 marca 2022 r.
41 S. Pekic, MAN Energy kicks off AmmoniaMot project, Offshore Energy, 8 kwietnia 2021 r.
42 F. Bahtić, MOL to order ammonia-fueled engine for ships, 18 października 2021 r.
43 Entering a new era for battery-powered ships, Marine & Offshore, 22 czerwca 2021 r.
44 M. Lehmusto, A. Santasalo-Aarnio, Mathematical framework for total cost of ownership analysis of marine electrical energy storage inspired by circular economy, [w:] "Journal of Power Sources", nr 528, 2022 r.

Na całym świecie eksploatowanych jest już wiele statków towarowych wykorzystujących baterie jako swoje jedyne lub główne źródło napędu. Np. w grudniu 2021 r. w Japonii zwodowano **Asahi** - pierwszy całkowicie elektryczny tankowiec. Wykorzystuje on baterię litowo-jonową o dużej pojemności (3 480 kWh), napędzającą dwa pędniki azymutalne o mocy 300 kW każdy i dwa boczne o mocy 68 kW każdy. Jednostka o pojemności 1280 m^3 wykorzystywana jest do bunkrowania statków HFO w Zatoce Tokijskiej. Tankowiec należy do Asahi Tanker Company. Może rozwijać prędkość ok. 10 węzłów i ma zasięg ok. 100 mil. Proces ładowania baterii zajmuje ok. 10 godzin. Kolejna taka jednostka ma powstać w marcu 2023 r. [45]

Od 2019 r. eksploatowany jest prom elektryczny **Ellen** – wyposażony w zestaw baterii o pojemności 4,3 MWh wyprodukowany przez Danfoss Editron. Jednostka ma długość ok. 60 metrów, może rozwijać prędkość ok. 12 węzłów i przewozić do 30 samochodów, 3 ciężarówek lub 200 osób. Obsługuje ona połączenia promowe pomiędzy południowymi duńskimi wyspami na Bałtyku na trasie o długości ok. 22 mil morskich (ok. 40 km). Zgodnie z informacjami przedstawionymi przez Danfoss Editron, koszty ponoszone na zakup energii elektrycznej dla Ellen były o 24% niższe niż w przypadku podobnego statku wykorzystującego silnik diesla. W czerwcu 2022 r. elektryczny prom ustanowił rekord świata długości rejsu statku elektrycznego na jednym ładowaniu. Ellen przepłynęła 50 mil morskich (ok. 92 km), przybywając do Sønderborg z okazji trwającej tam 7. Corocznej Światowej Konferencji na temat Efektywności Energetycznej, zorganizowanej przez Międzynarodową Agencję Energii (IEA)[46].

W 2017 r. stocznia w chińskim Guangzhou wyprodukowała pierwszy na świecie bateryjny kontenerowiec. Rok później trafił on do eksploatacji. Jednostka ma długość 70 i szerokość 14 metrów. Statek wyposażony jest w system bateryjny liczący ponad tysiąc baterii litowo-jonowych oraz superkondensatorów o łącznej pojemności 2,4 tys. kWh, dzięki którym na pojedynczym ładowaniu (trwającym tylko ok. 2 godzin) jednostka może pokonać dystans nawet 80 km. Eksploatację statku zainaugurowano na Rzece Perłowej – rozpoczął on transport węgla do lokalnej elektrowni. Jednostka jest w stanie jednorazowo przewieźć do 2,3 tys. ton tego ładunku[47].

Szansą na ograniczenie emisji GHG w transporcie morskim jest także rozwój **technologii zasilania elektrycznego z lądu statków zacumowanych w porcie** (*onshore power supply*, OPS). Jest ono znane od kilkudziesięciu lat i stosowane w ograniczonym zakresie. Konieczność realizacji celów klimatycznych sprawia jednak, że zastępowanie instalacją lądową elektrowni okrętowej nabiera coraz większego znaczenia – jako sposób na ograniczenie skażenia środowiska miast i regionów portowych powodowanego przez emisję spalin i innych zanieczyszczeń, a także emisję hałasu. Wprowadzanie OPS w europejskich portach jest wspierane i rekomendowane przez Komisję Europejską – poza korzyściami środowiskowymi rozwój tych systemów może być także impulsem innowacyjnym dla przemysłu elektroenergetycznego oraz stymulować wzrost odsetka energii produkowanej z odnawialnych źródeł w miksie energetycznym regionów i całych państw.

W ramach unijnego pakietu Fit for 55 planowane jest wprowadzenie wymogu podłączenia do OPS kontenerowców i statków pasażerskich o pojemności powyżej 5000 GT od 2030 r. (FuelEU Maritime). W zmienionym rozporządzeniu w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych proponuje się również nałożenie na główne porty UE wymogu stworzenia wystarczającej infrastruktury umożliwiającej podłączenie do OPS w celu zaspokojenia zapotrzebowania na te typy statków do 2030 r.

Delphine Gozillon
Shipping Officer, Transport & Environment

Pierwsze OPS w Europie zostały zainstalowane w 2000 r. w portach w szwedzkim Goeteborgu i belgijskim Zeebrugge. Obecnie jeszcze wciąż dość rzadko porty wyposażone są w urządzenia umożliwiające dostarczanie energii elektrycznej z nabrzeża do statków (choć ich wykorzystanie stało się już obowiązkowe na zachodnim wybrzeżu USA i w rozwijających się krajach Azji). W grudniu 2020 r. na terenie Europejskiego Obszaru Gospodarczego systemy OPS funkcjonowały w: Szwecji (6 portów, 7 OPS), Niemczech (3 porty, 6 OPS), Norwegii (4 porty, 4 OPS), Finlandii (3 porty, 3 OPS), Francji (3 porty, 3 OPS), Hiszpanii (2 porty, 3 OPS), Belgii (2 porty, 2 OPS), Danii (2 port, 2 OPS), Łotwie (2 porty, 2 OPS), Holandii (2 porty, 2 OPS), Włoszech (1 port, OPS) i na

45 World's first all electric zero-emission tanker launched in Japan, Safety4Sea.com, 27 grudnia 2021 r.
46 Electric Ferry Sets Distance Record for Single Battery Charge, The Maritime Executive, 20 czerwca 2022 r.
47 E. Huang, China's first all-electric zero-emissions cargo ship is going to be used to transport coal, Quartz, 23 listopada 2017 r.

Malcie (1 port, 1 OPS)[48]. Podobnie jest z samymi jednostkami pływającymi – zazwyczaj nie są one przystosowane do takiej formy zasilania. Energia potrzebna statkom w porcie dostarczana jest z ich silników pomocniczych wchodzących w skład elektrowni pokładowych, napędzających generatory elektryczne. Zużywają one paliwo dieslowskie lub ciężkie paliwo żeglugowe, emitując przy tym toksyczne gazy spalinowe, hałas i wibracje. Wbrew pozorom zapotrzebowanie na energię przez statki w portach jest znaczne. W 2020 r. w Europie szacowane ono było na 3 543 GWh rocznie, co stanowiło 0,1% poziomu całej konsumpcji energii elektrycznej na Starym Kontynencie z 2012 r.[49]

Wdrażanie rozwiązań związanych z OPS w portach jest wciąż dość kosztowne, wymaga współpracy z przedsiębiorstwami transportowymi, innymi portami oraz firmami energetycznymi. Napotyka też na problemy natury technicznej, dotyczącej przede wszystkim standaryzacji stosowanej technologii. Konieczne jest m.in. stosowanie specjalnych inwerterów przekształcających zasilanie sieciowe 50 Hz na zasilanie 60 Hz, zgodnie z charakterystykami sieci zasilających poszczególnych statków. Obecnie z OPS korzystają najczęściej promy, statki dostawcze i handlowe, a także wycieczkowce (zarówno w dzień, jak i w nocy – w taryfie nocnej, co generuje dodatkowe oszczędności).

Systemy zasilania lądowego statków dokujących na nabrzeżu podzielić można na dwie grupy, w zależności od tego, czy są to instalacje stałe, czy też mobilne. Te pierwsze mogą być połączone z publiczną siecią elektroenergetyczną lub też produkować energię elektryczną samodzielnie (najlepiej z odnawialnych źródeł). W przypadku takich rozwiązań istotne jest oczywiście zapewnienie stałości i niezawodności zasilania, co może być problemem w przypadku nabrzeży cechujących się znacznymi wahaniami poziomu wody podczas przypływów i odpływów. W tym celu stosowane są rozmaite wysięgniki, platformy, systemy kablowe itp. Produkcją stałych instalacji OPS zajmuje się wiele dużych firm technologicznych, takich jak Cavotec, Cochran Marine, NG2-PLUG-System, SAM Electronics, Schneider Electric, Siemens czy Stemmann Technik.

Mobilne OPS to kilka elastycznych rozwiązań umożliwiających dostosowanie technologii do warunków pogodowych, liczby i lokalizacji statków, wykorzystania OZE itd. W 2014 r. w Hamburgu rozpoczęto np. eksploatację barki na LNG o nazwie Hummel, dostarczającej energię elektryczną do statków wycieczkowych, dzięki której udało się zmniejszyć emisje tlenków azotu i węgla o odpowiednio 80 i 30%. Ta pierwsza na świecie barka na LNG wykorzystuje pięć generatorów gazowych, dostarczających elektryczność o mocy 7,5 MW [50]. Inne rozwiązania mobilne dotyczą przede wszystkim tzw. power packów umieszczonych w pojemnikach w kształcie dwóch standardowych 40-stopowych kontenerów. Mogą one wykorzystywać zarówno silniki na LNG, jak i ogniwa paliwowe lub lokalnie produkowane biopaliwa. Kontenery znajdują się zazwyczaj w przedniej części portu, posiadają kable wyposażone w złącza umożliwiające ręczne podłączanie ich do sieci zasilającej zacumowane statki.

Według wyników badań z 2020 r., obejmujących porty znajdujące się w krajach Unii Europejskiej, wykorzystanie OPS cechuje się relatywnie dużym, kilkunastoprocentowym potencjałem redukcji emisji dwutlenku węgla generowanej przez żeglugę pasażerską i towarową. W zależności od rodzaju statku, w przypadku zasilania z krajowej sieci elektroenergetycznej, możliwe jest zmniejszenie wolumenu produkowanego CO_2 o od 0,9 do 4,9%, a przypadku korzystania z OZE – od 1,3 do nawet 9,1%. Średnie potencjalne wartości zaoszczędzonej emisji dwutlenku węgla dzięki OPS to odpowiednio 2,2 i 3,7%[51].

48 Number of ports and OPS facilities in the EU (updated to December 2020), European Environment Agency.
49 Low Cost Onshore Power Supply, CORDIS, Komisja Europejska, 21 czerwca 2019 r.
50 Hummel LNG Hybrid Barge, Ship Technology, 27 października 2014 r.
51 B. Stolz, M. Held, G. Georges, K. Boulouchos, The CO2 reduction potential od shore-side electricity in Europe, [w:] „Applied Energy", nr 285, 1 marca 2021 r.

Całościowy potencjał redukcji emisji CO_2 przy wykorzystaniu OPS w odniesieniu do całości emisji z transportu wodnego w UE, w podziale na różne typy statków

Typ statku	Potencjał redukcji emisji CO_2 w przypadku dostarczania energii elektrycznej z:	
	sieci elektroenergetycznej	OZE
Statki pasażerskie	4,9%	9,1%
Roporudomasowce (OBO)	4,9%	9,1%
Statki ro-pax	4,3%	7,1%
Kontenerowce / statki ro-ro	4,2%	6,4%
Chemikaliowce	2,7%	4,6%
Drobnicowce	2,4%	3,7%
Samochodowce	2,3%	3,7%
Gazowce	2,1%	3,3%
Statki ro-ro	2,0%	3,1%
Masowce	1,7%	2,9%
Tankowce	1,5%	2,6%
Kontenerowce	1,2%	2,1%
Chłodniowce	1,1%	2,0%
Gazowce LNG	0,9%	1,3%
Inne rodzaje statków	1,9%	2,9%
Średnio	2,2%	3,7%

Źródło: B. Stolz, M. Held, G. Georges, K. Boulouchos, The CO_2 reduction potential od shore-side electricity in Europe, [w:] „Applied Energy", nr 285, 1 marca 2021 r.

Poza kwestiami związanymi z rodzajem spalanego paliwa i wykorzystywanym napędem, ogromne znaczenie dla zmniejszania emisyjności transportu morskiego ma także **efektywność energetyczna** jednostek pływających, a także m.in. właściwości ich konstrukcji i designu. W konwencji MARPOL Międzynarodowa Organizacja Morska już w 2011 r. przyjęła projektowy wskaźnik efektywności energetycznej (*Energy Efficiency Index*, EEDI) wymagany dla statków nowych i poddanych znacznej przebudowie oraz plan zarządzania efektywnością energetyczną statku (*Ship Energy Efficiency Management Plan*, SEEMP). Stosowanie tych wskaźników obliguje producentów jednostek do stosowania minimalnych wymagań dotyczących efektywności energetycznej dla nowych statków w zależności od typu i wielkości, a armatorów – do dokonywania przeglądu istniejących praktyk i zużycia energii na statku oraz do określania obszarów wymagających poprawy efektywności energetycznej. Od 2013 r. IMO podwyższała wymogi dotyczące wskaźnika EEDI, stopniowo narzucając coraz większe wymagania dotyczące nowo budowanych statków. Prowadzone są także prace nad wprowadzeniem dodatkowych wymogów.

Ogromne znaczenie dla efektywności wykorzystania napędu przez statki mają **kwestie dotyczące konstrukcji i designu** poszczególnych nowo produkowanych i modernizowanych jednostek. W poniższej tabeli zasygnalizowano jedynie kilka sfer stosowania innowacji i nowoczesnych technologii optymalizacyjnych.

Kadłub i nadbudówka

- **Wielkość statku** – jednostki o większej pojemności cechują się większą efektywnością energetyczną, ponieważ są w stanie transportować większą masę przy tej samej prędkości co mniejsze statki, przy zużyciu relatywnie mniejszej ilości energii (w przeliczeniu na tonę).
- **Wymiary zasadnicze jednostki** – standardy projektowania nowych statków uwzględniają optymalizację stosunku długości do szerokości statku, zwiększając tę pierwszą, a zmniejszając tę drugą, przy zachowaniu tego samego zanurzenia.
- **Waga statku** – masa konstrukcji statku ma wpływ na efektywność energetyczną jednostki i zużycie paliwa. Korzyści ze zmniejszania masy konstrukcji statku zwiększają się wraz z wielkością jednostki.
- **Optymalizacja konstrukcji dziobu i rufy** – stosowane są różne rozwiązania konstrukcyjne w celu zmniejszania sumarycznego oporu kadłuba. W przypadku dziobu stosowane są gruszki dziobowe i inne elementy zmniejszające opór falowy kadłuba. Innowacje dotyczące konstrukcji rufy zmniejszają fale kilwaterowe, poprawiają przepływ wody w kierunku śrub napędowych i pozwalają na uniknięcie powstawania wirów.

Systemy napędowe

- **Optymalizacja kształtu śrub** – opracowano wiele wariantów zmodyfikowanych, wysokowydajnych śrub napędowych. Powinny one być przystosowane do profilu eksploatacyjnego statku oraz hydrodynamiki części rufowej kadłuba.
- **Ulepszenia dotyczące układów napędowych** – wykorzystanie urządzeń „wyrównujących" fale czy zwiększających wydajność przepływu poprzez zmniejszanie problemów związanych z oporem śruby i kadłuba.
- **Systemy „smarowania" powietrzem (***air lubrication systems***, ALS)** – mają na celu zmniejszanie oporu stawianego w wodzie przez kadłub płynącego statku. System może bazować na wykorzystaniu wnęki w podwodnej części kadłuba i pompowaniu tam powietrza w celu wytworzenia swoistej poduszki powietrznej lub umieszczaniu w podwodnej części kadłuba sztucznie wytwarzanej warstwy mikropęcherzyków powietrza. Powoduje to zmniejszenie gęstości ośrodka wokół kadłuba, a w rezultacie zmniejszenie oporu tarcia.

Źródło: A Pathway to Decarbonise the Shipping Sector by 2050, International Renewable Energy Agency (IRENA) 2021, s. 35.

Szczególnie obiecujące wydają się technologie dotyczące stosowania systemów „smarowania" powietrzem oraz zastosowaniem tzw. gruszek dziobowych. W tym pierwszym przypadku wykorzystywać można specjalne dysze pompujące powietrze do wgłębienia w kadłubie lub np. pokrywać kadłub specjalną folią tworzącą pasywną warstwę mikropęcherzyków powietrza. Rozwiązanie takie było rezultatem realizacji zakończonego w kwietniu 2022 r. projektu AIRCOAT (*Air Induced Friction Reducing Ship COATing*) finansowanego ze środków UE[52]. Funkcjonują już także komercyjne systemy ALS – pierwsze było Mitsubishi, potem m.in. firmy Silverstream Technologies i Wärtsilä (wykorzystywany przez okręty należące do firmy A.P. Moeller - Maersk[53]. Zastosowanie „smarowania" powietrzem pomaga zmniejszyć spalanie paliw na statkach o od 5 do nawet 10% oraz ograniczyć emisję CO_2 o ok. 10-15%. Wśród wad zastosowania tej technologii wymienia się jednak to, że może ona być użyteczna jedynie w przypadku określonych rodzajów statków – wyposażonych w płaskie dna. Inną kwestią jest fakt, iż utrzymanie pęcherzyków powietrza przy kadłubie wymaga sporych zmian w jego konstrukcji. W tych technologiach, które zakładają ich „uwięzienie" we wgłębieniu, może to mieć wpływ na sterowność i stabilność jednostki pływającej[54].

Gruszka dziobowa występuje w przedniej części kadłuba niektórych statków. Ma postać walcowatego zgrubienia w dolnej części dziobu, opływowo łączącego się z kadłubem. Jej zadaniem jest zmniejszanie oporu falowego poprzez zmianę rozkładu ciśnienia wody wzdłuż kadłuba i neutralizację wpływu fali dziobowej na statek. Pierwsze badania nad wykorzystaniem modyfikacji kształtu dziobu w celu zmniejszenia spalania paliwa prowadzone były już w latach 30. XX wieku. Dopiero jednak rozwój technik komputerowych umożliwił opracowanie optymalnych kształtów kadłuba, w tym gruszki dziobowej. Wykorzystanie tego elementu konstrukcyjnego

52 Zwiększanie ekologiczności i efektywności paliwowej statków dzięki zastosowaniu warstwy powietrza, CORDIS. Wyniki badań wspieranych przez UE, 14 kwietnia 2022 r.
53 Wärtsilä zainstaluje na statku Maerska technologię „smarowania powietrzem", PortalMorski.pl, 11 października 2021 r.
54 How Air Lubrication System for Ships Works?, Marine Insight, 24 stycznia 2021 r.

w zoptymalizowanym kształcie w przypadku jednostek Maersk umożliwiło osiągnięcie ponad 5-proc. oszczędności na zużyciu paliwa. W 2015 r. kontenerowce należące do Nippon Yusen Kabushiki Kaisha wyposażone w specjalne gruszki dziobowe uzyskały ograniczenie emisji CO_2 o aż 23%[55].

Pełne wykorzystanie możliwości gruszek dziobowych jest jednak możliwe w przypadku poruszania się statków przez większość czasu ich eksploatacji z określoną, stałą prędkością[56]. Do kwestii związanych z prędkością osiąganą przez statki na morzu odwołuje się bezpośrednio inna technika ograniczania zużycia przez nie paliwa – tzw. ***slow steaming***. Polega ona na celowym ograniczaniu szybkości rozwijanej przez jednostki pływające. Zgodnie z wynikami badań przeprowadzonych przez Europejską Agencję Bezpieczeństwa Morskiego (EMSA), nawet niewielkie obniżenie prędkości może mieć relatywnie duży wpływ na konsumpcję paliwa i emisję CO_2. 10% zmniejszenie prędkości oznacza ograniczenie emisji dwutlenku węgla o co najmniej 10-15%, a nawet do 20%[57]. W przypadku masowców, tankowców i kontenerowców ograniczenie ich prędkości o 30% skutkuje redukcją wytwarzania GHG rzędu 33%[58]. Nie bez znaczenia są inne pozytywne ekologiczne skutki zmniejszania szybkości rozwijanych przez statki. Ograniczenie ich o 10% skutkuje 40% zmniejszeniem hałasu i wibracji generowanych przez silniki oraz ogranicza o aż 50% liczbę przypadków kolizji statków ze ssakami morskimi[59].

Opór, który w wodzie napotyka zanurzona część kadłuba statku, może być zwiększany także przez zjawisko *biofoulingu*, polegające na osadzaniu się na nim mikroorganizmów, glonów, roślin lub małych zwierząt morskich. Pokrycie połowy kadłuba warstwą zanieczyszczeń biologicznych o grubości jedynie 0,5 mm może zwiększać zużycie paliwa i emisji GHG o 25%. Pojawienie się skorupiaków (np. wąsonogów) lub pierścienic (np. rurkoczułkowców) może natomiast spowodować zwiększenie się emisyjności statku o nawet 55%[60]. Ze zjawiskiem biofoulingu walczy się m.in. poprzez zastosowanie skutecznych farb antyporostowych, kładzionych na podwodną część kadłuba statku. W większości przypadków jednak składniki zastosowane do ich produkcji stwarzają zagrożenie dla środowiska morskiego. Poza metodami chemicznymi stosuje się także fizyczne (regularne oczyszczanie za pomocą wody pod ogromnym ciśnieniem), ultrasoniczne (użycie dźwięku o częstotliwości ≥18 KHz), elektryczne i magnetyczne (zastosowanie prądu i pól magnetycznych) czy biologiczne (stosowanie środków zawierających naturalne wirusy-bakteriofagi)[61].

Na koniec warto wspomnieć o rozwiązaniach technicznych, które wykorzystują wiatr jako naturalne, wszechobecne i praktycznie niewyczerpalne źródło czystej energii. To pewnego rodzaju powrót do korzeni żeglugi, w dawnych wiekach opartej na interakcji wiatr – żagiel. W obecnych czasach chodzi o instalacje wiatrowe produkujące energię na pokładzie statku lub wspomagające jego napęd (tzw. *wind-assisted ship propulsion*, WASP). Wśród tych ostatnich wyróżnić można:

- **Miękkie żagle** (*soft sails*) – powierzchnie zbudowane z lekkich elastycznych materiałów (tkanin), mogących deformować się i powracać do pierwotnego kształtu pod wpływem siły i kierunku wiatru, wykorzystujące konstrukcje masztowe. Miękkie żagle były szeroko stosowane w żegludze towarowej do lat 20. XX wieku. Później jednostki wykorzystujące ten rodzaj napędu były już bardzo rzadkim widokiem, choć jeszcze w latach 50. XX wieku żaglowce używano do przewozu ładunków przez oceany – były to głównie tzw. windjammery, 4- lub 5-masztowce oceaniczne, transportujące węgiel, saletrę, guano, rudę żelaza, zboża, drzewo, wełnę czy wina w beczkach oraz drobnicę. Osiągały prędkość nawet 16 węzłów[62]. Obecnie stosowane są różne technologie nowoczesnych miękkich żagli, takie jak Pinta-Rig, Delta czy Fastrigs.

- **Sztywne żagle** (*rigid sails*) – powierzchnie o stałej konstrukcji, budowane na bazie cięższych materiałów o ograniczonej elastyczności (np. kompozytów), zazwyczaj wykorzystujące obrotowe konstrukcje masztowe wzmacniane szkieletowo. Najczęściej w kształcie prostokątnym lub kwadratowym, często składane. Technologia sztywnych żagli w czasach nam współczesnych była wykorzystywana m.in. w Japonii w latach 80. XX wieku – opracowano wówczas typ żagla JAMDA, zainstalowany na jednostkach Shin Aitoku Maru i Usuki Pioneer. Nie stanowiły one głównego źródła napędu tych statków, a jedynie wsparcie, umożliwiające obniżenie zużycia paliwa. Zanotowano wówczas zmniejszenie jego

55 NYK and MTI Devise Energy-saving Adjustments that Significantly Reduced Emissions from Containerships, NYK.com, 6 marca 2015 r.
56 What is the Bulbous Bow For, The Maritime Review, 19 sierpnia 2020 r.
57 J. Corbett, H. Wang, J. Winebrake, The effectiveness and costs of speed reductions on emissons from international shipping, [w:] "Transportation Research Part D: Transport and Environment", nr 8, grudzień 2009 r.
58 Regulating speed: a short-term measure to reduce maritime GHG emissions, CE Delft, 18 października 2017 r., s. 10.
59 R. Leaper, The Role of Slower Vessel Speeds in Reducing Greenhouse Gas Emissions, Underwater Noise and Collision Risk to Whales, Frontiers.org, 16 sierpnia 2016 r.
60 Zwiększanie..., op. cit.
61 Więcej: G. Gizer, U. Önal, M. Ram, N. Sahiner, Biofouling and Mitigation Methods: A Review, [w:] "Biointerface Research in Applied Chemistry", nr 2/2023.
62 M. Grzybowski, Żagle wracają na morskie szlaki handlowe, GospodarkaMorska.pl, 9 maja 2021 r.

konsumpcji o co najmniej 30%. Podobnie było w przypadku innej technologii, nazywanej Walker WingSail, zastosowanej w przypadku masowca MV Ashington w 1986 r.[63] Za rodzaj sztywnego żagla można uznać żaglopłaty lub żaglo-skrzydła (*wing sails*), będące sztywnymi lub półsztywnymi płatami o przekroju laminarnym, przypominające skrzydła samolotu, przystosowane do wytwarzania siły ciągu po obydwu stronach profilu w zależności od halsu, po którym porusza się jednostka.

- **Żagle hybrydowe** (*hybrid sails*) – konstrukcja łącząca elementy żagla miękkiego oraz sztywnego. Opracowana m.in. w Japonii, w tokijskim Narodowym Instytucie Badań Morskich (NMRI). Inną technologią żagla hybrydowego jest DynaRig (zaliczana czasem do żagli miękkich), zastosowana na jachcie Maltese Falcon. Montaż takich instalacji jest kosztowny i dość skomplikowany, więc ich zastosowanie jest dość ograniczone – głównie do ekskluzywnych, nowoczesnych jachtów, choć powstały już projekty wyspecjalizowanych współczesnych statków towarowych wykorzystujących tę technologię (B9 Energy Group).

- **Latawce** – ich zadaniem jest wykorzystywanie silnych wiatrów wiejących na wysokości 100-300 m nad poziomem wody do wytworzenia siły pozwalającej napędzić jednostkę pływającą. Latawce takie poruszają się na uwięzi, kreśląc w powietrzu trasy przypominające ósemki. Symulacje komputerowe dotyczące ich wykorzystania wskazują, że w sprzyjających warunkach latawiec o powierzchni 15 m^2 może pociągnąć małą łódź rybacką, a taki o powierzchni 30 m^2 – zapewnić zeroemisyjny napęd dla jednostki o długości 30 i szerokości ok. 13 metrów. Badania przeprowadzone we Francji w 2016 r. wskazują natomiast, że w przypadku tankowca o nośności 50 tys. DWT i zastosowaniu latawca o powierzchni 320 m^2, oszczędności w zużyciu paliwa wynoszą 10%, gdy wieje wiatr z prędkością 10 m/s, a aż 50%, gdy wiatr osiąga prędkość 15,6 m/s[64]. Najbardziej znaną technologią zakładającą wykorzystanie latawców jako pomocniczego napędu jest Skysails – zastosowana m.in. na drobnicowcu Michael A., kontenerowcu M/V Theseus czy masowcu Aghia Marina. Latawiec taki może być eksploatowany w dwóch trybach: jako urządzenie generujące siłę napędową (ciągnące) lub produkujące energię elektryczną z wiatru. Zgodnie z danymi podawanymi przez producenta efektem jego wykorzystania może oszczędność zużycia paliwa rzędu 10-15%.

- **Rotory/turbiny wiatrowe, rotory Flettnera** – alternatywne napędy aerodynamiczne mające kształt wirującej turbiny lub walca. W przypadku tego drugiego, wykorzystywany jest tzw. efekt Magnusa, polegający na powstawaniu siły prostopadłej do kierunku ruchu, działającej na obracający i poruszający się walec. Pierwsze rotory działające na tej zasadzie zostały zainstalowane na statku Backau, który w 1926 r. przepłynął Atlantyk. Później, ze względu na niskie ceny ropy naftowej, próby wykorzystania tego napędu zostały zarzucone. W 2010 r. statek towarowy Enercon E-ship o nośności 10 500 DWT wyposażono w 4 rotory o wysokości 25 m i średnicy 4 m. Na trasie pomiędzy Niemcami i Portugalią odnotowano zmniejszenie zużycia paliwa w wysokości 23%. Inne testy przeprowadzono w 2015 r. Na promie ro-ro Estraden o nośności 9700 DWT zabudowano wówczas rotory dostarczone przez firmę Norsepower, o wysokości 18 m i średnicy 3 m. Użycie jednego rotora na trasie pomiędzy Holandią a Wielką Brytanią umożliwiło ograniczenie spalania paliwa o 2,6%, a włączenie drugiego – o 6,1%[65].

63 G. Atkins, H. Nguyen, J. Binns, Considerations regarding the use of rigid sails on modern powered ships, [w:] "Cogent Engineering", 5/2018.
64 M. Petković, M. Krcum, M. Zubčić, I. Pavić, Wind Assisted Ship Propulsion Technologies – Can they help in Emissions Reduction?, [w:] „Nase More", nr 68, listopad 2021 r.
65 T. Riski, Experiences of Norsepower Rotor Sails on Board Three Different Ships, Norsepower 2019.

VII.
Transformacja energetyczna: transport kolejowy

dr inż. Ignacy Góra
Prezes Urzędu Transportu Kolejowego

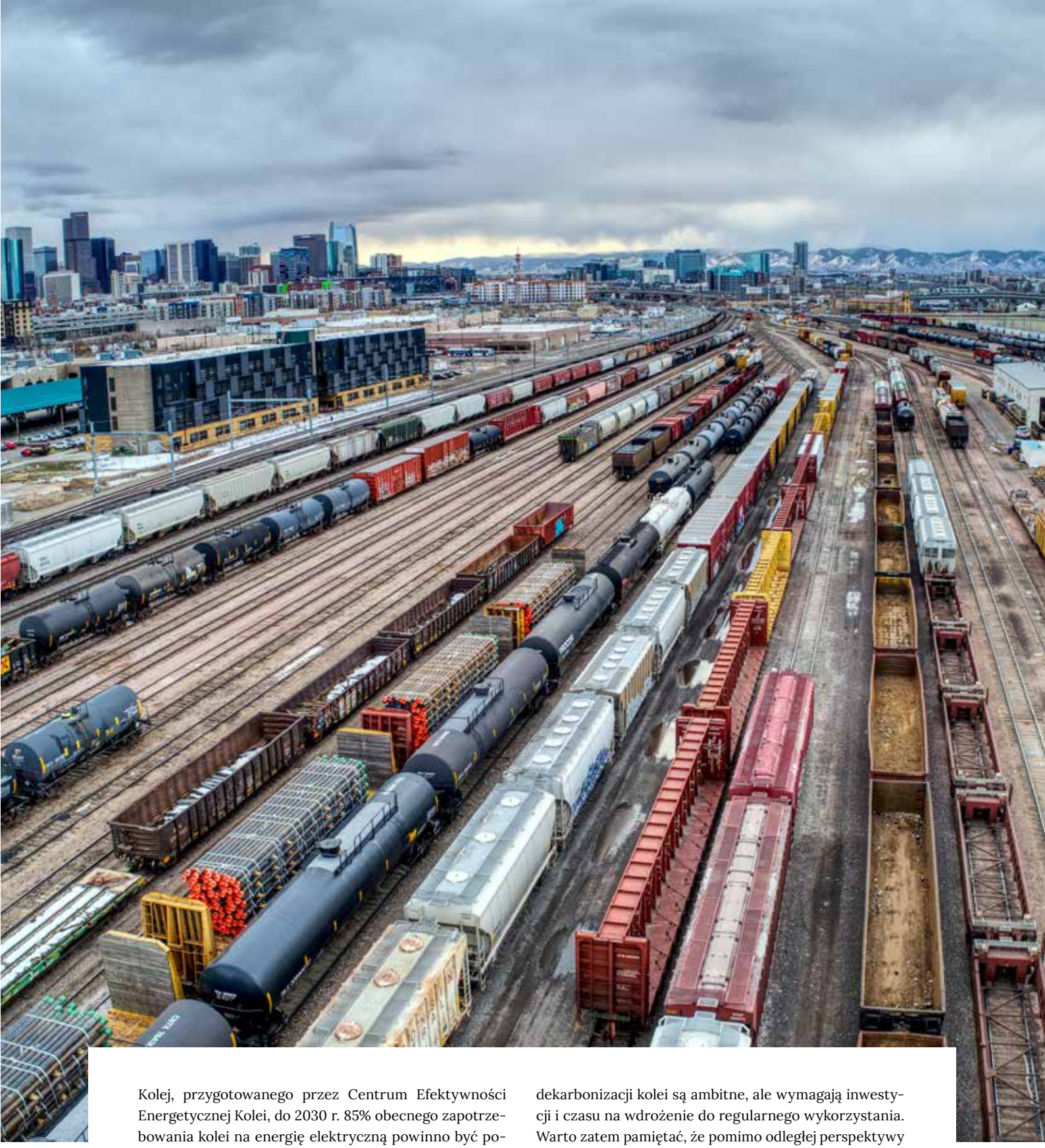
KOLEJ SZANSĄ NA DEKARBONIZACJĘ TRANSPORTU

Dwutlenek węgla w atmosferze stanowi jeden z największych problemów współczesnego świata. Dążenie do zrównoważonego rozwoju transportu kolejowego będzie jednym z kluczowych narzędzi do osiągnięcia celów klimatycznych Unii Europejskiej. Kolej to bowiem najbardziej ekologiczna forma transportu, której znaczenie powinno rosnąć.

W Protokole z Kyoto dwutlenek węgla, metan oraz podtlenek azotu zostały wskazane jako gazy cieplarniane. W ramach walki z globalnym ociepleniem powstał program unijny Europejski Zielony Ład. Zakłada on, że do 2050 r. bilans produkowanych i neutralizowanych gazów cieplarnianych w Europie powinien wynosić 0. W związku z tym do 2050 r. planowana jest redukcja emisji związanych z transportem o 90%. To ogromne wyzwanie, ponieważ transport w Europie generuje 25% całkowitej emisji dwutlenku węgla. Największa jego część, bo aż 72%, pochodzi z transportu drogowego, do którego zaliczają się m.in. samochody osobowe i ciężarówki. Lotnictwo wraz z transportem morskim produkują kolejno 13% oraz 14% dwutlenku węgla. Transport drogowy, lotniczy i morski jest jednak trudny do szybkiej dekarbonizacji. Elektryfikacja w tym przypadku jest nieopłacalna, a niskoemisyjne bądź zeroemisyjne paliwa nie są jeszcze dostępne na dużą skalę. Alternatywą może być kolej, za czym jednoznacznie przemawiają dane. Z portalu UTK „Dane Kolejowe" można dowiedzieć się m.in. o tym, że jedynie 0,4% CO_2 emitowanego przez transport w Europie pochodzi z transportu kolejowego. To rekordowo mało w porównaniu do alternatywnych form transportu. Po przeliczeniu na pasażera okazuje się, że pociągi produkują 3 razy mniej dwutlenku węgla niż samochody i aż 8 razy mniej niż samoloty. Aby przewieźć jednego pasażera, społeczeństwo ponosi konkretne, mierzalne koszty z tytułu zanieczyszczenia powietrza, zmian klimatu i hałasu. W przypadku transportu drogowego koszt na 100 kilometrów wyniesie 56 zł, transportu lotniczego – 6,8 zł, a transportu kolejowego – 4,7 zł. Wszystkie te atrybuty przemawiają za koleją, jednak aby stawała się ona alternatywą, zwłaszcza w transporcie towarów, wymaga inwestycji i zmian organizacyjnych.

W tym kontekście niezbędne jest zwiększenie przepustowości linii kolejowych, zarówno pod względem nacisku na oś, maksymalnej długości pociągów, jak i ich liczebności – zwłaszcza na sieci TEN-T. Obecnie to istotny czynnik, który wpływa np. na duże opóźnienia w transporcie towarów koleją, sięgające nawet kilku dni. Osiągnięcie interoperacyjności kolei w całej UE stanie się kolejnym impulsem do rozwoju międzynarodowych przewozów towarowych i pasażerskich. Ważne są tu inwestycje w jednolite systemy sterowania pociągami, jak ETCS. Przepustowość terminali przeładunkowych, zwłaszcza na granicy wschodniej, okazuje się niewystarczająca, co wiąże się z koniecznością ich rozbudowy. Ograniczone są także możliwości przewoźników towarowych, np. pod względem dostępności wagonów czy lokomotyw. Nie wszędzie infrastruktura pozwala na przyjmowanie pociągów towarowych. Zdarzało się, że w trakcie modernizacji linii kolejowych likwidowane były rampy czy bocznice. Koszty dostępu do infrastruktury, wyższe niż te w transporcie drogowym, wpływają na to, że oferta przewoźników kolejowych dla wielu klientów nie jest atrakcyjna cenowo. Wszystkie wspomniane czynniki to bariery zrównoważonego rozwoju kolei obniżające jej konkurencyjność. Kolej nie jest zbyt często pierwszym wyborem dla wielu przedsiębiorców, którym zależy na niskich kosztach i przewidywalności np. co do godziny dotarcia przesyłki. To kluczowe wyzwanie dla zwiększenia roli kolei w europejskim transporcie i osiągnięcia celów klimatycznych UE.

Kolej już teraz dąży do całkowitej bezemisyjności. Co ciekawe, to jedyny środek transportu, który od roku 1990 zmniejszył ogólną emisję spalin dzięki modernizacji lokomotyw, które z roku na rok są coraz bardziej przyjazne środowisku. W dalszej dekarbonizacji mają pomóc silniki wodorowe, emitujące wyłącznie parę wodną. Z wodorem na kolei wiąże się duże nadzieje, ale to wciąż spore wyzwanie pod względem taboru czy infrastruktury do jego dystrybucji. Prowadzone obecnie różne projekty związane z wykorzystaniem w lokomotywach wodoru i biometanu – to jednak czasochłonny proces. Także energia elektryczna wykorzystywana do napędu pociągów powinna być w najbliższych latach pozyskiwana z odnawialnych źródeł. Zgodnie z założeniami Programu Zielona



Kolej, przygotowanego przez Centrum Efektywności Energetycznej Kolei, do 2030 r. 85% obecnego zapotrzebowania kolei na energię elektryczną powinno być pokrywane z odnawialnych źródeł energii. Szacuje się, że pozwoli to zmniejszyć roczną emisję gazów cieplarnianych o 9 mln ton.

Wykorzystanie potencjału transportu szynowego i jego zrównoważony rozwój będą miały realny wpływ na spełnienie celów klimatycznych UE. Istniejące koncepcje dekarbonizacji kolei są ambitne, ale wymagają inwestycji i czasu na wdrożenie do regularnego wykorzystania. Warto zatem pamiętać, że pomimo odległej perspektywy połowy wieku obecne i planowane inwestycje w infrastrukturę czy tabor kolejowy będą miały realny wpływ na spełnienie celów klimatycznych za kilkadziesiąt lat. Od tych decyzji będzie zależało to, w którym miejscu pod względem dekarbonizacji znajdzie się transport i sama kolej za kilkadziesiąt lat.

CENTRUM EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ KOLEI

Janusz Malinowski
Przewodniczący Prezydium Rady Programowej
Centrum Efektywności Energetycznej Kolei

PROGRAM ZIELONA KOLEJ® PODSTAWĄ ZRÓWNOWAŻONEGO TRANSPORTU

Zmniejszenie energochłonności gospodarki i działania związane z maksymalizacją efektywności zużycia energii elektrycznej od początku stanowią podstawowy cel działania Centrum Efektywności Energetycznej Kolei. W CEEK od 2019 r. współpracują wszyscy najważniejsi uczestnicy rynku kolejowego, począwszy od zarządców infrastruktury, poprzez przewoźników, którzy zużywają 95% energii wykorzystywanej w sektorze kolejowym, aż po ekspertów energetycznych i infrastrukturalnych. Nasza organizacja stanowi doskonały przykład wspólnej pracy różnych interesariuszy nad wdrożeniem w życie jednej wizji – kolei, która jest konkurencyjna i przyjazna dla środowiska.

Wdrażamy proekologiczne i efektywne energetyczne rozwiązania, takie 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 CO_2 o ponad 1 000 000 ton.

Flagową inicjatywą CEEK jest już realizowany program Zielona Kolej®, który zakłada przejście branży kolejowej na zasilanie w 85% energią z OZE – do 2030 r. Jego realizacja spowoduje redukcję zużycia energii produkowanej z paliw konwencjonalnych o ponad 2 TWh oraz redukcję emisji CO_2 o 8 mln ton. Docelowo program ten zakłada całkowite, czyli stuprocentowe wykorzystanie energii z OZE w sektorze kolejowym. Co więcej, program 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 CO_2 ponad zakładany obecnie wskaźnik.

Branża kolejowa podejmuje intensywne działania, aby zredukować zużycie energii oraz zużywać energię pochodzącą z OZE. Odpowiedź na wyzwania klimatyczne oczekiwana jest także przez coraz bardziej świadomych na tym punkcie klientów sektora kolejowego – zarówno pasażerów, jak i firm. Badania prowadzone m.in. przez

Europejski Bank Inwestycyjny czy polskie Ministerstwo Klimatu i Środowiska jasno pokazują wzrost świadomości pasażerów, którzy coraz częściej decydują się na rezygnację ze środków transportu indywidualnego na rzecz wykorzystania transportu publicznego. Jak wynika z raportu przygotowanego przez Instytut Badań Rynkowych i Społecznych (IBRIS) dla Fundacji ProKolej, także biznes coraz częściej zwraca uwagę na wpływ środowiskowy generowany przez łańcuchy logistyczne i poszukuje bardziej ekologicznych form transportu towarów. To właśnie w transporcie kolejowym przedsiębiorcy z różnych branż upatrują największych szans na ograniczenie śladu węglowego.

REPOWEREU – PRZYSPIESZENIE TRANSFORMACJI KLIMATYCZNEJ I UNIKALNA SZANSA DLA SEKTORA KOLEJOWEGO W POLSCE

Wyzwania związane z dekarbonizacją systemu transportu stanowią jedną z głównych osi działań podejmowanych przez Unię Europejską i Państwa Członkowskie w celu osiągnięcia neutralności klimatycznej do roku 2050. Ambitne założenia dotyczące dekarbonizacji tego obszaru gospodarki stanowią także ważny element programu Fit For 55. Program RePowerEU, czyli plan odejścia od źródeł energii opartych na pochodzących z Rosji węglowodorach to konieczna odpowiedź w świetle agresji na Ukrainę, która przedefiniowała wiele dotychczas obowiązujących polityk, w tym podejście do sektora energetycznego. Plan ten zakłada m.in. intensyfikację działań mających na celu zwiększenie oszczędności zużycia energii, budowę odnawialnych źródeł energii, a także wzmocnienie roli kolei w systemie transportu. Według Europejskiej Agencji Środowiska ok. 1/4 całkowitej emisji CO_2 w UE w 2019 r. pochodziło z sektora transportu. Większość zanieczyszczeń generowanych jest przez sektor drogowy (ponad 71%).

Oznacza to, że konieczne jest wprowadzenie – z jednej strony – działań zwiększających efektywność energetyczną, a z drugiej – zdecydowane przyśpieszenie transformacji klimatycznej oraz stworzenie uwarunkowań pozwalających w większym stopniu wykorzystać transport publiczny i kolejowy. Ponieważ to właśnie kolej jest już dziś najmniej energochłonnym środkiem transportu: wykazuje najmniejsze średnie zużycie energii elektrycznej w przypadku przewozu pasażerów (poniżej 10 ton/miliony pas-km) i prawie najmniejsze – w odniesieniu do transportu towarów (mniej energii zużywają jedynie statki). Przerzucenie transportu na tory to olbrzymia szansa na pozbycie się konieczności importowania ropy z Rosji, ponieważ w transporcie towarowym ponad 1/3 oleju napędowego zużywają ciężarówki.

SYSTEMOWE WSPARCIE ROZWOJU KOLEI – DZISIAJ JESZCZE WAŻNIEJSZE NIŻ KIEDYKOLWIEK

Konieczność wyeliminowania węglowodorów z Rosji zbiega się z sytuacją skokowego wzrostu cen energii, dlatego dzisiaj szczególnie istotne jest przyspieszenie procesu przenoszenia pasażerów i towarów na kolej, tak by korzystać z najbardziej efektywnego i najmniej emisyjnego środka transportu. Kluczem do powodzenia tego procesu jest wprowadzenie systemowych narzędzi wspierających konkurencyjność sektora. W Polsce przedstawiciele branży kolejowej apelują o wsparcie np. w postaci zwolnienia z opłaty mocowej lub opłat związanych z uprawnieniami do emisji CO_2 czy wprowadzenie zerowej stawki VAT na bilety kolejowe w relacjach krajowych. Dobrym przykładem mogą być Niemcy, gdzie przeznaczono na ten cel już (w przeliczeniu) 2,5 mld zł, wprowadzając 3-miesięczny bilet kolejowy na wszystkie połączenia oprócz ICE za 9 euro.

Funkcjonowanie CEEK jest, według mnie, najlepszym dowodem, że tylko zintegrowane działania kluczowych podmiotów całego rynku transportowego pozwolą zrealizować ambitne zamierzenia dekarbonizacji i uniezależnienie od rosyjskich węglowodorów. Z tego względu bardzo cieszy nas inicjatywa raportu United Nations Global Compact, który po raz kolejny porusza zagadnienia związane ze zrównoważonym transportem. Partnerska współpraca pomiędzy rządem, organizacjami branżowymi i sektorem biznesu jest niezbędna, aby skutecznie odpowiedzieć na wyzwania związane z dbałością o środowisko naturalne oraz bezpieczną energetyczną przyszłość dla Unii Europejskiej.

TOR | ZESPÓŁ DORADCÓW GOSPODARCZYCH

Michał Grobelny
Zespół Doradców Gospodarczych TOR sp. z o.o.

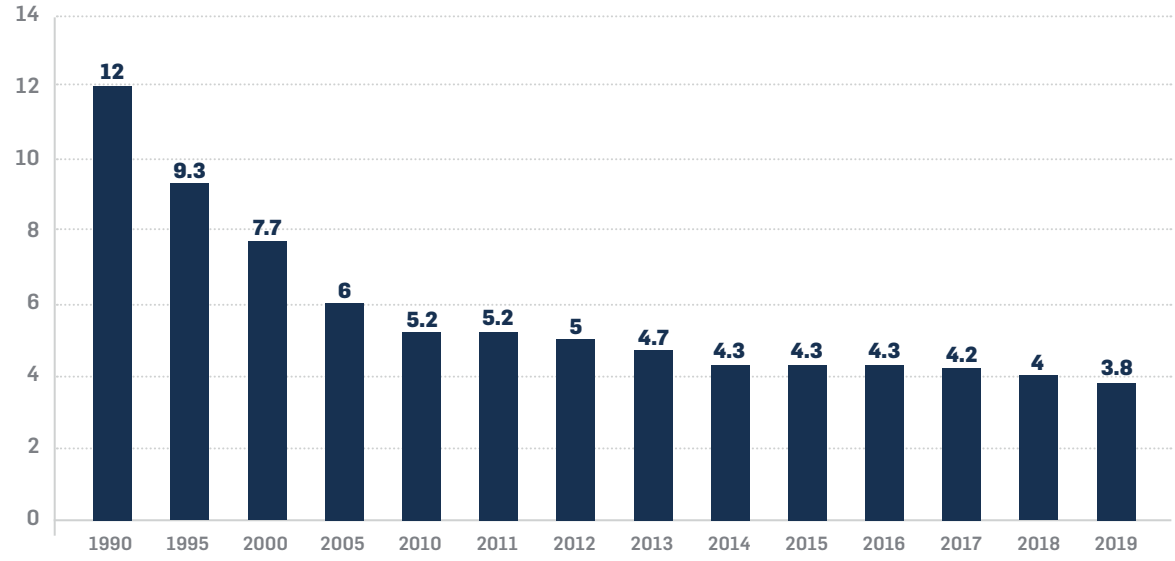
TRANSPORT KOLEJOWY – STWORZONY DLA ELEKTRYCZNOŚCI I... WODORU?

Zalety transportu kolejowego jako jednego z najbardziej ekologicznych i efektywnych energetycznie sposób przemieszczania dużych wolumenów towarów i surowców oraz znacznej liczby pasażerów są powszechnie znane. W 2020 r. przewozy towarowe koleją stanowiły 11,9% całości pracy przewozowej wykonanej w Unii Europejskiej liczonej w tonokilometrach (3. co do wielkości wynik: najwięcej przewieziono drogami kołowymi – 54,7% oraz drogą morską – 29%)[1]. Jednocześnie emisyjność kolei stanowi jedynie niewielki ułamek całości dwutlenku węgla trafiającego do atmosfery nad naszym kontynentem. We wspomnianym 2019 r. ten rodzaj transportu odpowiadał za jedynie 0,4% całości emisji GHG. Niechlubnym liderem były tutaj przewozy wykonywane na drogach – ponad 71% (z czego 60,6% – samochody osobowe, 27,1% – ciężkie ciężarowe, 11% – lżejsze auta dostawcze, 1,3% – motocykle), na drugim miejscu znalazła się żegluga morska (ponad 14%), a na trzecim – lotnictwo cywilne (13,4%)[2]. Również dane na temat średniej emisji gazów cieplarnianych na pasażerokilometr stawiają transport kolejowy w bardzo pozytywnym świetle. Zgodnie z danymi Europejskiej Agencji Środowiska, w 2018 r. w UE w przypadku lotów pasażerskich wynosił on 160 g ekwiwalentu CO_2, samochodów pasażerskich – 143 g, autobusów – 80 g, żeglugi morskiej – 61 g, a pociągów pasażerskich – jedynie 33 g. Oznacza to, że transport kolejowy w przeliczeniu na pasażerokilometr jest niemal 5-krotnie mniej emisyjny niż drogowy[3]. W przypadku przewozu towarów różnica ta jest jeszcze bardziej spektakularna. Emisja GHG w odniesieniu do transportu lotniczego cargo to 1036 g ekwiwalentu CO_2 na tonokilometr, ciężarówek – 137 g, żeglugi śródlądowej – 33 g, pociągów towarowych – 24 g, a transportu morskiego – jedynie 7 g. Transport lotniczy jest więc aż 43-krotnie bardziej emisyjny niż kolej[4].

Niestety, pomimo niewątpliwych zalet i generowania niepomiernie mniejszych kosztów zewnętrznych kolej przegrywa z tańszym i mniej zbiurokratyzowanym transportem drogowym. Nic więc dziwnego w tym, że ambitne cele Komisji Europejskiej związane z tzw. Zielonym Ładem zakładają m.in. przerzucenie 75% transportu towarów z dróg na kolej i śródlądowy transport wodny. Jak wskazuje KE, aby osiągnąć neutralność klimatyczną, niezbędne jest ograniczenie do 2050 r. emisji pochodzącej z transportu aż o 90%. W nachodzących latach rozwój kolei, jako ekologicznego i energooszczędnego środka transportu, z pewnością będzie miał ogromne znaczenie dla realizacji tych planów, nawet pomimo obiektywnych przeszkód, takich jak szalejące ceny energii elektrycznej. Transport kolejowy ma bowiem możliwość dalszego, relatywnie łatwego, ograniczania własnej emisyjności i energochłonności. Nadaje się do tego najbardziej chyba ze wszystkich sposobów przemieszczania ludzi i towarów. Rozwój w kierunku jeszcze większej ekologiczności kolei pasażerskiej i towarowej zakłada m.in. inwestycje w nowe, alternatywne paliwa i napędy, zwiększanie efektywności operacyjnej przedsiębiorstw kolejowych czy szersze wykorzystanie OZE dla pozyskiwania energii trakcyjnej i nietrakcyjnej. Kolej jest także nieodzownym elementem tzw. zielonych łańcuchów dostaw – dzięki niej ślad węglowy operacji logistycznych jest znacząco obniżany.

1 Freight transport statistics – modal split, Eurostat.
2 Share of transport greenhouse gas emissions, Europejska Agencja Środowiska.
3 Decarbonising road transport – the role of vehicles, fuels and transport demand, EEA Report No 2/2022, 1 czerwca 2022 r., s. 38.
4 Tamże, s. 39.

Emisja CO_2 z kolei w UE w latach 1990-2019 (w mln ton metrycznych)



Źródło: Eurostat

Co ciekawe, już teraz kolej jest liderem pośród wszystkich środków transportu w ograniczaniu swojej emisyjności. Podczas gdy lotnictwo czy transport drogowy stale zwiększa wielkość swojej rocznej emisji (np. w odniesieniu do bazowego 1990 r.), kolej zmniejszyła ją o ponad 2/3. Tymczasem, do czasu pandemicznego załamania, emisje z międzynarodowego lotnictwa i żeglugi wzrosły odpowiednio o niemal 146 i 34% w porównaniu do 1990 r.[5]

Chociaż kolej już teraz postrzega się jako ekologiczny środek transportu, to zdecydowanie nie jest ona oceniana jako pełnoprawna konkurencja np. dla przewozów drogami kołowymi. Stosunkowo droga, wymagająca specjalistycznej i kosztownej w budowie infrastruktury liniowej i przeładunkowej, podatna na opóźnienia i zakłócenia w ruchu pociągów, w wielu europejskich krajach (m.in. w Polsce) wyspecjalizowała się przede wszystkim w przewozach swoich tradycyjnych grup towarowych – czyli przede wszystkim towarów masowych. I choć sytuacja ta powoli się zmienia – czego przykładem jest ciągły wzrost wielkości przewozów intermodalnych –to kolej musi poszukiwać sposobów zwiększania swojej efektywności, która pozwoli jej – z jednej strony – nawiązać walkę konkurencyjną z innymi środkami transportu (np. w przypadku tras do kilkuset kilometrów z krajowymi połączeniami lotniczymi), a z drugiej – szukać z nimi możliwości współpracy (m.in. powiązanie z przewozami samochodowymi w tzw. logistyce ostatniej mili, dowóz pasażerów na lotniska do połączeń długodystansowych i międzykontynentalnych, integracja z transportem publicznym w aglomeracjach itd.). Nie bez znaczenia jest także dalsze ograniczanie własnej emisyjności – zwłaszcza w kontekście założeń unijnego Zielonego Ładu i uszczegóławiającej je Strategii zrównoważonej i inteligentnej mobilności. Dokument ten wskazuje m.in. na konieczność osiągnięcia do 2030 r. neutralności klimatycznej planowych podróży na dystansach do 500 km[6]. Wydaje się, że bez szerokiego wykorzystania transportu kolejowego i ze względu na wciąż wstępne stadium elektryfikacji transportu drogowego czy lotniczego (nie wspominając już o zastosowaniu wodoru), kolej jest tutaj jedynym wyjściem.

W ramach transportu kolejowego funkcjonują podmioty, które (w dużym uproszczeniu) podzielić można na dwie grupy: infrastrukturalne (odpowiedzialne za funkcjonowanie infrastruktury liniowej oraz dworców kolejowych) oraz przewoźników (przedsiębiorstwa zajmujące się komercyjnym lub realizowanym w ramach umów o świadczenie usługi publicznej przewozem pasażerów lub transportem towarów). Dodatkowo z dostaw pojazdów, maszyn, podzespołów, paliw i energii elektrycznej oraz związanych nimi usług utrzymuje się cała reszta branży – mniej lub bardziej wyspecjalizowane spółki tworzące cały przemysł kolejowy. Szacunki Komisji Europejskiej z 2019 r. mówiły, że całość sektora kolejowego w Europie to ok. 1 mln miejsc pracy bezpośrednio związanych z tym środkiem transportu oraz kolejne 1,2 mln powiązane z nim pośrednio. Sama branża dostawców

5 Emisja z samolotów i statków: fakty i liczby, Parlament Europejski, 5 grudnia 2019 r.
6 A fundamental transport transformation: Commission presents its plan for green, smart and affordable mobility, Komisja Europejska, 9 grudnia 2020 r.

na rzecz kolei zatrudnia ok. 400 tys. pracowników na naszym kontynencie[7].

Zmniejszanie emisyjności kolei powiązać można bezpośrednio z paradygmatem (lub piramidą) A-S-I (*Avoid – Shift – Improve*), wypracowanym we wczesnych latach 90. XX wieku. Mówi on przede wszystkim o tym, w jaki sposób tworzyć zrównoważoną mobilność miejską. Jego główne zasady odnieść można także do samego transportu szynowego. Po pierwsze zatem – aby zmniejszyć emisyjność kolei, należy przede wszystkim zredukować konieczność przemieszczania osób i towarów. Można to osiągnąć w przypadku przewozów pasażerskich np. poprzez efektywne planowanie przestrzenne i zapobieganie tzw. urban sprawl (niekontrolowanemu „rozlewaniu się" miast) czy budując tzw. miasta 15-minutowe. W przypadku transportu towarowego możliwe jest to poprzez np. skracanie lub przemodelowanie łańcuchów logistycznych lub wykorzystywanie zasad tzw. ekonomii cyrkularnej. Drugim elementem A-S-I jest zmiana środka transportu na bardziej efektywny i mniej emisyjny. W przypadku transportu pasażerskiego to przede wszystkim wykorzystanie ruchu pieszego, rowerowego i właśnie kolei (zarówno tych aglomeracyjnych, jak i dużych prędkości, łączących ze sobą największe aglomeracje) oraz przywiązywanie dużej wagi do integracji kolei z innymi środkami transportu publicznego (taryfowej, biletowej, rozkładowej itp.). W odniesieniu do transportu towarowego to m.in. wykorzystanie intermodalu czy budowa „zielonych" łańcuchów logistycznych. Ostatnie, trzecie „piętro" piramidy A-S-I to poprawa efektywności wykorzystywanych środków transportu. W przypadku kolei może ona polegać na elektryfikacji połączonej z wykorzystaniem energii trakcyjnej z OZE, wdrażaniem alternatywnych paliw i systemów napędowych, zwiększaniu efektywności energetycznej pojazdów, cyfryzacji i digitalizacji czynności utrzymaniowych, naprawczych czy modernizacyjnych, ale także na optymalizacji zachowań maszynistów i motorniczych (tzw. *eco-driving*)[8].

Emisja GHG (przede wszystkim CO_2) pochodząca od przewoźników i podmiotów infrastrukturalnych na kolei ujmowana jest najczęściej w odniesieniu do trzech zakresów (używanych przez wiele podmiotów z różnych branż w celu obliczania i raportowania całości ich śladu węglowego)[9]:

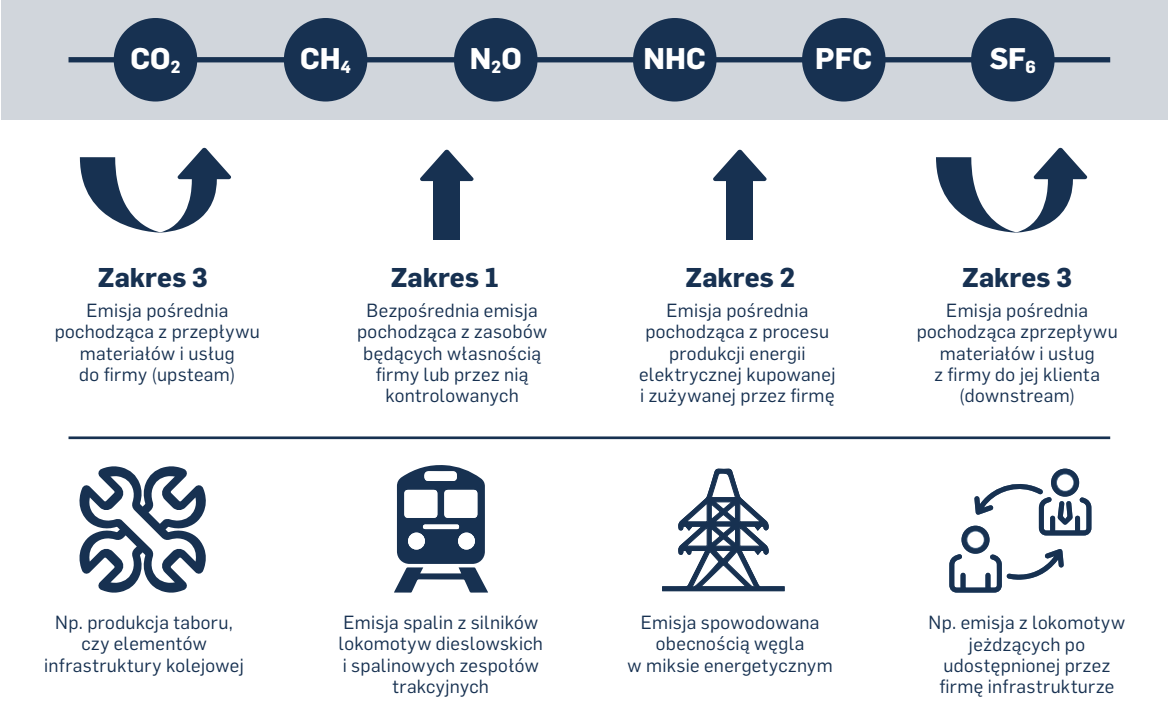
- **Zakres 1** – bezpośrednia emisja pochodząca z zasobów będących własnością firmy lub przez nią kontrolowanych. W przypadku przewoźnika kolejowego eksploatującego tabor spalinowy, jest to np. emisja spalin z silników lokomotyw dieslowskich i spalinowych zespołów trakcyjnych.

- **Zakres 2** – emisja pośrednia, pochodząca z procesu produkcji energii elektrycznej kupowanej i zużywanej przez firmę. W przypadku przewoźnika pasażerskiego lub towarowego eksploatującego tabor o napędzie elektrycznym będzie to emisja spowodowana obecnością węgla w miksie energetycznym, który jest spalany w elektrowniach węglowych w celu wytworzenia energii trakcyjnej.

- **Zakres 3** – to emisja pośrednia, którą podzielić można na dwie podkategorie. Pierwsza z nich dotyczy emisji pośredniej pochodzącej z przepływu materiałów i usług do firmy (tzw. *upstream*). Dotyczyć to może np. produkcji i dostaw taboru, czy elementów infrastruktury kolejowej. Pozyskując te produkty, przewoźnik lub zarządca infrastruktury pośrednio przyczynia się więc do zwiększenia emisji GHG do atmosfery. Druga podkategoria to emisja pośrednia pochodząca z przepływu materiałów i usług z firmy do jej klientów (tzw. *downstream*). W przypadku przedsiębiorstwa kolejowego – może to być np. emisja z lokomotyw spalinowych jeżdżących po udostępnionej przez firmę infrastrukturze liniowej.

7 Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Komisja Europejska, 2019.
8 Więcej na temat podejścia A-S-I: Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I), GIZ, marzec 2019 r.
9 Więcej na ten temat: T. Bernoville, What are Scopes 1,2 and 3 of Carbon Emissions?, PlanA, 12 czerwca 2022 r.

Zakresy emisji GHG przedsiębiorstw kolejowych



Źródło: Boston Consulting Group oraz opracowanie własne

W przypadku podmiotów kolejowych ograniczanie emisyjności ich działalności w odniesieniu do zakresu 1 może być osiągana poprzez wykorzystywanie taboru elektrycznego w połączeniu z elektryfikacją linii kolejowych, eksploatację pojazdów o napędzie hybrydowym lub korzystających z paliw alternatywnych, stosowanie różnego rodzaju rozwiązań technicznych zwiększających efektywność energetyczną pojazdów i innych urządzeń czy też poprzez maksymalizację wykorzystania zasobów. Warto tutaj zauważyć, że w przypadku tych dwóch ostatnich sposobów dochodzić może zarówno do zmniejszenia emisji bezpośredniej (np. dzięki optymalizacji pracy pociągów spalinowych) lub pośredniej (kwestie dotyczące utrzymania infrastruktury czy optymalizacja wykorzystania pociągów elektrycznych). Natomiast ograniczanie emisji w odniesieniu do zakresu 2 to przede wszystkim zwiększanie udziału OZE w źródłach pochodzenia energii trakcyjnej. Zmniejszanie emisyjności w zakresie 3 to głównie określanie i egzekwowanie proekologicznych standardów pośród dostawców usług, podwykonawców, zleceniobiorców, ale także klientów danego przedsiębiorstwa.

W 2021 r. wartość światowego rynku **elektryfikacji** oceniana była na 9,6 mld euro. Na całym świecie spośród łącznie 1,3 mln kilometrów linii kolejowych ok. 375 tys. jest zelektryfikowana, co oznacza, iż odsetek infrastruktury, po której jeździć mogą pociągi elektryczne w całości globalnej sieci, wynosi nieco poniżej 30%. Poziom elektryfikacji waha się w zależności od kontynentu i państwa, w którym funkcjonuje dany system kolejowy. Przykładowo, najmniej linii kolejowych z siecią trakcji elektrycznej występuje w Ameryce Północnej (ok. 1%), a najwięcej – na zachodzie Europy (ok. 57%). Udział linii zelektryfikowanych w całej sieci w ostatnich latach zwiększył się znacznie w Azji – w 2013 r. wynosił jedynie 34%, w 2017 r. – 47%, a w 2021 r. – już 55%[10]. W Polsce w sieć elektroenergetyczną wyposażone jest ok. 62% całości długości krajowej sieci kolejowej.

Koszty elektryfikacji linii kolejowych są znaczne. Uzależnione są one oczywiście od długości odcinka, wymaganego napięcia oraztego, czy przedsięwzięcie dotyczy jedno- czy dwutorowej linii. Przykładowo, zakończony w grudniu 2021 r. projekt elektryfikacji jednotorowego odcinka Ocice – Rzeszów (nieco ponad 67 km) pochłonął ok. 67 mln zł. Oznacza to w przybliżeniu koszt 1 mln zł za 1 km[11]. Nieco wyższy jest koszt trwającego przedsięwzięcia polegającego na elektryfikacji linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej (wraz z budową przystanku

10 Worldwide rail electrification remains at high volume, RailwayPro, 19 lutego 2021 r.
11 PLK zakończyły elektryfikację linii 71 między Rzeszowem a Ocicami, Rynek-Kolejowy.pl, 9 grudnia 2021 r.

Gdańsk Firoga) – wynosi prawie 48,9 mln zł za niemal 40 kilometrów dwutorowej linii[12]. O wiele szerzej zakrojone projekty realizowane są poza granicami Polski. Elektryfikację sieci w 70% do 2050 r. zakłada niemiecki Program Elektryfikacja Plus. Obecnie niemiecka sieć kolejowa zelektryfikowana jest w ok. 61%. Do tej daty rząd federalny ma zamiar wydać na to przedsięwzięcie ok. 227 mln euro[13]. Zelektryfikowanie większości swojej sieci planuje do 2024 r. również rząd Indii. Realizowany tam program Mission 100% Electrification zakłada osiągnięcie w najbliższych latach neutralności klimatycznej tamtejszej kolei. W 2024 r. ma zakończyć się elektryfikacja szerokotorowej części indyjskiej sieci kolejowej. W połowie 2022 r. odsetek tamtejszych linii, po których można było poruszać się przy wykorzystaniu trakcji elektrycznej, wynosił ok. 80%[14]. Na kontynencie azjatyckim również Chiny mają znakomite osiągnięcia w elektryfikacji infrastruktury kolejowej. O ile w 2000 r. w przewody trakcji elektrycznej wyposażone było jedynie 20% sieci Państwa Środka, to w 2020 r. było to już prawie 75%[15]. Do 2025 r. zelektryfikowana ma być m.in. słynna, licząca 1136 km długości linia Golmud – Lhasa (koszt przedsięwzięcia – 2,23 mld dolarów)[16]. Dobudowywanie sieci trakcyjnej do istniejącej infrastruktury kolejowej jest także ważnym elementem kompleksowego brytyjskiego rządowego programu dekarbonizacji transportu (*Transport Decarbonisation Plan*). Zgodnie z nim, kolej towarowa w Zjednoczonym Królestwie ma być w 100% neutralna klimatycznie w 2050 r., a kolej spalinowa ma zniknąć 10 lat wcześniej[17]. Nie sposób w tym miejscu nie wspomnieć o największym projekcie elektryfikacji linii kolejowej w Europie. Chodzi tutaj o budowę tzw. Rail Baltica, która ma połączyć Warszawę, Kowno, Rygę, Tallinn i Helsinki. Łącznie w kolejową sieć elektroenergetyczną do 2026 r, wyposażone ma zostać 870 km toru (sama trasa ma ok. 374 km długości, a linia na niej budowana ma dwa tory). Pociągi jeżdżące po tej trasie mają zużywać rocznie ok. 900 GWh energii elektrycznej, co ma doprowadzić do zwiększenia zapotrzebowania na nią w państwach bałtyckich o ok. 3%[18]. Oczywiście, należy tutaj podkreślić, że sama elektryfikacja linii kolejowych nie jest receptą na zmniejszanie emisji tego środka transportu. Konieczna jest także zmiana źródeł pochodzenia energii trakcyjnej – z paliw kopalnych na OZE (o czym dalej).

Jednym z głównych sposobów na ograniczanie lub niemal całkowite eliminowanie emisyjności transportu kolejowego jest **eksploatacja pojazdów wykorzystujących silniki na paliwa alternatywne lub takich, w których zastosowano innowacyjne systemy napędowe.** W tym drugim przypadku mowa np. o pojazdach dwunapędowych (dwutrakcyjnych, bimodalnych)[19] czy bateryjnych. Konstrukcje takie – przede wszystkim lokomotywy i zespoły trakcyjne – w swoim portfolio posiadają obecnie właściwie wszyscy światowi producenci taboru kolejowego. W przypadku np. niemieckiej firmy Siemens mowa tutaj o lokomotywach Vectron Dual Mode, francuski Alstom oferuje swoim klientom lokomotywy hybrydowe z rodziny Traxx i Prima H_3 (dieslowsko-bateryjne), szwajcarski Stadler produkuje zespoły trakcyjne wchodzące w skład platformy Flirt o napędzie bi- i trimodalnym (elektryczno-spalinowe, bateryjno-dieslowskie czy elektryczno-spalinowe wyposażone w baterie trakcyjne), a także lokomotywy Euro Dual (elektryczno-spalinowe) oraz Class 93 (elektryczno-spalinowo-bateryjne). Również polscy producenci mają już w swoim asortymencie pojazdy wykorzystujące różne systemy napędowe. Nowosądecki Newag od 2019 r. sprzedaje na polski rynek dwutrakcyjne (spalinowo-elektryczne) zespoły oznaczone fabrycznie jako 36WEh, mogące jeździć 160 km/h przy wykorzystaniu energii elektrycznej oraz 120 km/h podczas korzystania z silników spalinowych. Producent zaprezentował już także rozwiązanie polegające na zastosowaniu superkondensatorów w pojeździe hybrydowym (pozwalają one na rozruch jednostki do prędkości ok. 50-60 km/h dzięki odzyskanej w trakcie hamowania elektrodynamicznego energii, co skutkuje znaczną redukcją zużytego paliwa)[20]. Prototypowy dwunapędowy (spalinowo-elektryczny) zespół trakcyjny o nazwie handlowej Plus wyprodukował już także poznański dostawca taboru szynowego H. Cegielski – FPS.

12 PLK zakończyły elektryfikację linii 71 między Rzeszowem a Ocicami, Rynek-Kolejowy.pl, 9 grudnia 2021 r.
13 Ruszyła elektryfikacja Pomorskiej Kolei Metropolitalnej, 15 czerwca 2021 r.
14 Germany to Invest €227M on Rail Electrification, Focus on Batteries and Hydrogen, Hydrogen-Central.com, 21 czerwca 2021 r.
15 Electrification project nears 100%, Indian Railways in line to save crores, Financial Express, 30 czerwca 2022 r.
16 Z. Shao, How railroad freight can thrive again in China, The International Council on Clean Transport, 8 lipca 2022 r.
17 D. Briginshaw, China to electrify 1136km Golmud – Lhasa line, International Railway Journal, 24 maja 2022 r.
18 Transport decarbonisation plan / rail environment policy statement – summary, Rail Delivery Group, lipiec 2022 r.
19 Historical railway electrification procurement launched for the Rail Baltica highspeed railway, RailBaltica.org, 1 czerwca 2022 r.
20 Nie należy ich mylić z pojazdami dwudrogowymi – wyspecjalizowanymi do poruszania się zarówno po torach kolejowych, jak i drogach kołowych.

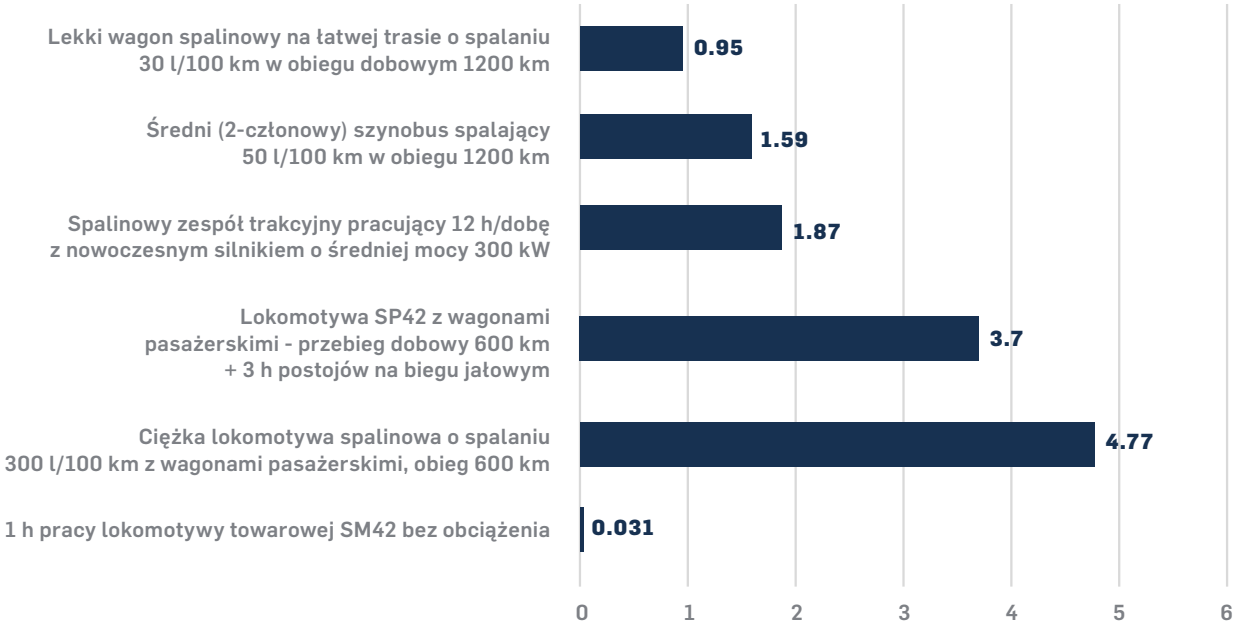
Potencjał wielonapędowych pojazdów kolejowych rozwija m.in. szwajcarska **firma Stadler**. Przykładem rozwiązań przez nią stosowanych jest trimodalny pojazd Flirt UK wyprodukowany dla przewoźnika Keolis Amey Operations, który w październiku 2015 r. przejął obsługę części linii kolejowych w Walii (w Wielkiej Brytanii transport szynowy funkcjonuje na bazie tzw. franczyzowej obsługi poszczególnych linii). Zamówienie złożone w Stadlerze w lutym 2019 r. obejmowało skonstruowanie i dostawę 24 trójmodalnych jednostek. Kontrakt wciąż jest w trakcie realizacji, ale producent zaprezentował jedną z pierwszych takich jednostek podczas berlińskich targów kolejowych InnoTrans 2022. Trójnapędowy Flirt wyposażony jest w silnik elektryczny mogący korzystać z sieci trakcyjnej o napięciu 25 kV AC. Jednocześnie może także używać alternatywnego napędu spalinowego, jak również baterii – mogą one być ładowane zarówno z sieci za pośrednictwem pantografu, jak z prądnicy napędzanej przez silnik spalinowy (spełniający normy emisji Stage V). Bateria trakcyjna i silniki diesla znajdują się w specjalnym powerpacku, oddzielonym od przestrzeni pasażerskich. Wykorzystanie trybu bateryjnego i elektrycznego umożliwia zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i hałasu. W codziennej eksploatacji stosowanie napędu spalinowego ma być ograniczone do minimum. Wykorzystanie takiego układu napędowego umożliwia przewoźnikowi korzystanie ze zróżnicowanej sieci kolejowej – zarówno tej zelektryfikowanej, jak i tej pozbawionej sieci trakcji elektrycznej. Dzięki temu dla prowadzenia obsługi połączeń pasażerskich nie potrzeba bardzo kosztownych inwestycji w elektryfikację brakujących elementów układu transportowego[21].

Należy tutaj wspomnieć, że w przewozach towarowych wykorzystywane są także lokomotywy elektryczne z tzw. modułami dojazdowymi. To pojazdy w pracy liniowej korzystające z energii elektrycznej z sieci trakcyjnej, ale w momencie konieczność wykonania pracy manewrowej lub dowozu ładunku do odbiorcy z wykorzystaniem niezelektryfikowanego fragmentu sieci kolejowej (np. bocznicy) wykorzystują one dodatkowe silniki spalinowe lub bateryjne zasobniki energii. Zastosowanie takich rozwiązań technicznych umożliwia wyeliminowanie zastosowania dodatkowych spalinowych lokomotyw manewrowych. Technologie te wykorzystują m.in. oferowane przez polskich producentów lokomotywy elektryczne Gama Marathon (Pesa Bydgoszcz – modułem dojazdowym jest dodatkowy silnik spalinowy) oraz Griffin (Newag Nowy Sącz – wersja z pomocniczym silnikiem spalinowym).

Kolejowe **pojazdy na wodór** coraz częściej wskazywane są jako jeden z głównych przyszłych sposobów ograniczania emisji kolei w odniesieniu do konieczności wykonywania przewozów na liniach niezelektryfikowanych. Ze względu na uwarunkowania natury technicznej, wykorzystanie tego pierwiastka możliwe będzie w najszerszym stopniu do napędzania pasażerskich zespołów trakcyjnych (regionalnych, tzw. szynobusów) oraz lokomotyw manewrowych (wykorzystywanych na bocznicach, terminalach czy infrastrukturze rozrządowej). Układ napędowy takiego pojazdu składa się z ogniwa paliwowego, baterii, zbiorników paliwa, silników trakcyjnych oraz przetwornic (głównej i pomocniczej). W ogniwie paliwowym dochodzi do utleniania wodoru, a efektem tej reakcji chemicznej jest energia elektryczna i woda (w postaci płynnej i pary wodnej). Energia ta jest magazynowana w baterii (najczęściej litowo-jonowej) i służy ona do napędzania silników trakcyjnych oraz zasilania urządzeń pokładowych. Prąd wytworzony przez ogniwo paliwowe przechodzi przez przetwornicę główną, której zadaniem jest dostosowanie go do wartości wymaganych przez odbiornik – baterię i silnik trakcyjny. Zadaniem przetwornic pomocniczych jest dostosowanie parametrów prądu do potrzeb różnego rodzaju urządzeń pokładowych (klimatyzacji, napędu drzwi, systemów informacji pasażerskiej, oświetlenia itp.).

21 Flirt Trimodal Multiple Unit, Stadler Rail.

Dobowa emisja CO_2 związana z eksploatacją pojazdów szynowych (w tonach)



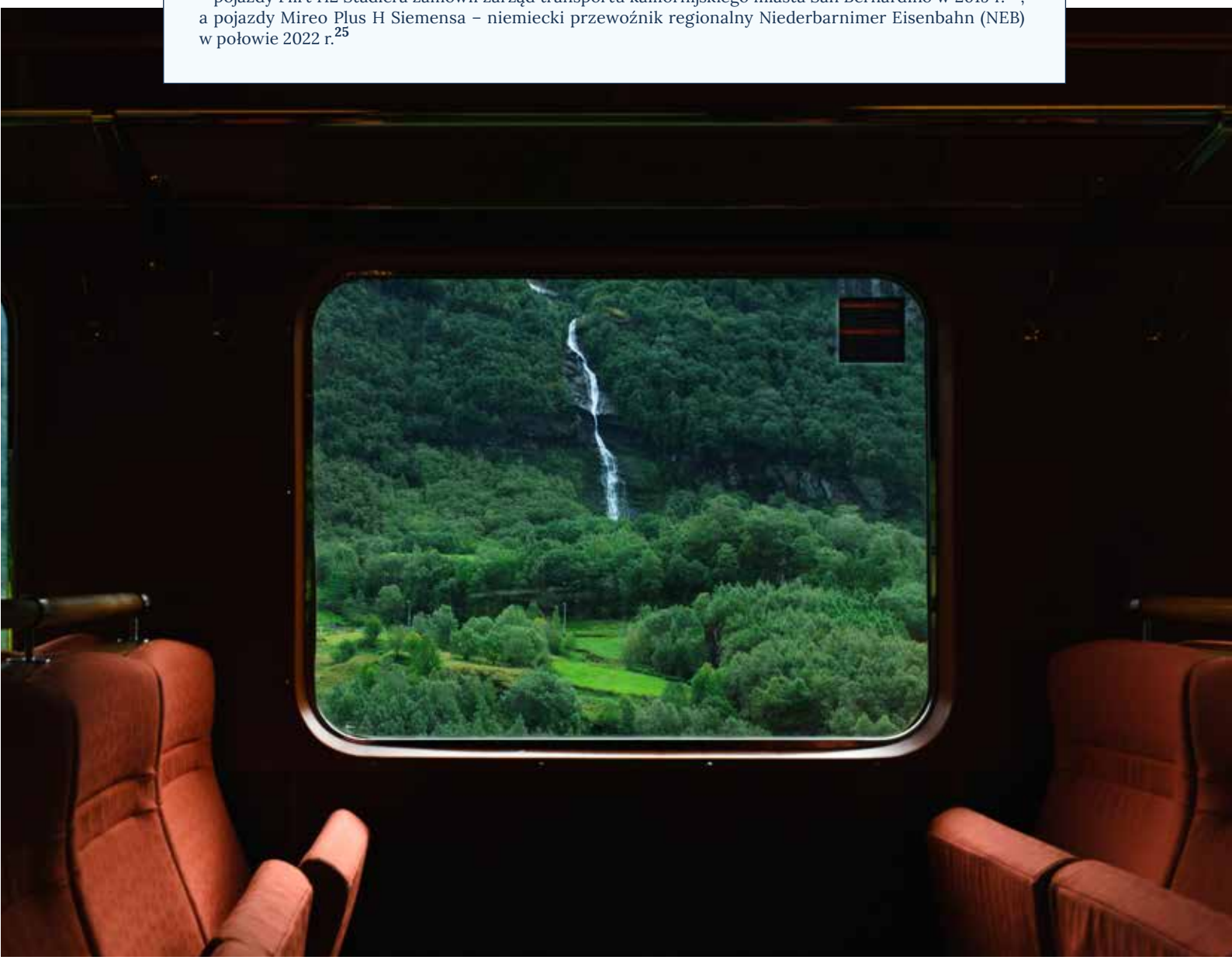
Źródło: Transport kluczem do rozwoju technologii wodorowych w Polsce, ZDG TOR, luty 2021, s. 49.

Wnioski z dotychczasowych analiz i pierwszych doświadczeń z eksploatacji pojazdów szynowych na wodór wskazują, że wykorzystanie tego pierwiastka może być atrakcyjnym rozwiązaniem na drodze do budowania szynowego transportu neutralnego klimatycznie. Niezbędne jest jednak zmniejszenie kosztów pozyskania, składowania i tankowania H_2. Wśród zalet takiego rozwiązania wymienia się: ekologiczność (brak niskiej emisji w miejscu eksploatacji pojazdy, a przy produkcji wodoru przy użyciu energii z OZE – całkowite ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery), oszczędność (brak konieczności elektryfikacji szlaków kolejowych), mniej hałasu i wibracji, elastyczność i uniwersalność (możliwość obsługi jednym pojazdem tras wiodących przez zarówno odcinki zelektryfikowane, jak i pozbawione sieci trakcyjnej) oraz relatywnie duży zasięg przy stosunkowo krótkim czasie tankowania (obecnie eksploatowane kolejowe pojazdy na wodór mogą przejechać na jednym, trwającym 15 minut tankowaniu nawet 900-1100 km przy prędkości maksymalnej 140 km/h). Wśród wad napędu wodorowego wskazywane są najczęściej przede wszystkim koszty wytworzenia paliwa, jego logistyki i dystrybucji oraz stosunkowo niską żywotność ogniwa paliwowego. Przeszkody te jednak powinny zostać zniwelowane przy zaangażowaniu producentów taboru oraz wsparciu ze środków publicznych[22].

Kolejowe pojazdy na wodór znajdują się już w ofercie większości najważniejszych światowych producentów taboru. Francuski Alstom oferuje swoim klientom zespoły trakcyjne Coradia iLint (prekursorski pojazd, testowany już od kilku lat w ruchu regionalnym w Niemczech), niemiecki Siemens – składy Mireo Plus H, szwajcarski Stadler – Flirt H2. Również bydgoska Pesa zaprezentowała w 2021 r. prototypową lokomotywę wodorową – SM42-6Dn (niebędącą jednak zupełnie nowym pojazdem, ale modernizacją lokomotywy spalinowej SM42). W zakresie infrastruktury tankowania H_2 polski producent współpracuje z państwowym PKN Orlen.

22 Więcej: Transport kluczem do rozwoju technologii wodorowych w Polsce, ZDG TOR, luty 2021 r.

Pierwszym na świecie wodorowym pojazdem szynowym w regularnej eksploatacji jest wyprodukowany przez Alstom **zespół trakcyjny Coradia iLint**. Tę napędzaną przez H_2 wersję produkowanego wcześniej pojazdu Coradia Lint 54 zaprezentowano po raz pierwszy w 2016 r. Przeznaczona do obsługi ruchu regionalnego, została wyprodukowana w niemieckich zakładach Alstomu w Salzgitter. Projekt stworzenia takiego pojazdu zapoczątkowano w 2014 r., przy wsparciu ze strony niemieckiego Ministerstwa Gospodarki i Mobilności, jako część Narodowego Programu Rozwoju Technologii Wodorowych i Ogniw Paliwowych (NIP 2). Coradia iLint wykorzystuje wodorowe ogniwo paliwowe oraz baterie litowo-jonowe i asynchroniczne trójfazowe silniki trakcyjne. Może rozwijać prędkość do 140 km/h, a jej zasięg to 600-1000 km (w zależności od profilu trasy). W 2017 r. Alstom zawarł pierwszą umowę na dostawę pojazdów Coradia iLint – 14 sztuk dla niemieckiego przewoźnika LNVG obsługującego trasy regionalne w Dolnej Saksonii. Kolejne kontrakty na dostawy wodorowych pociągów producent podpisał także z innymi podmiotami z Niemiec, a także z Holandii. Pod koniec sierpnia 2022 r. w Dolnej Saksonii zainaugurowano pierwszą na świecie linię kolejową obsługiwaną w regularnym ruchu wyłącznie przez pociągi Coradia iLint zasilane całkowicie wodorem (trasa między Cuxhaven, Bremerhaven, Bremervörde i Buxtehude)[23]. Kolejne wdrożenia technologii wodorowej są tylko kwestią czasu – pojazdy Flirt H2 Stadlera zamówił zarząd transportu kalifornijskiego miasta San Bernardino w 2019 r.[24], a pojazdy Mireo Plus H Siemensa – niemiecki przewoźnik regionalny Niederbarnimer Eisenbahn (NEB) w połowie 2022 r.[25]



23 Światowa premiera: 14 pociągów wodorowych Coradia iLint będzie obsługiwać pierwszą w 100% wodorową linię kolejową, Alstom, 24 sierpnia 2022 r.
24 First DMU for SBCTA leaves Stadler factory, Stadler Rail, 15 listopada 2021 r.
25 Pierwsze pociągi wodorowe dla regionu metropolitalnego Berlin-Brandenburgia, Siemens, 27 czerwca 2022 r.

Ważnym czynnikiem zmniejszającym energochłonność, a co za tym idzie – również emisyjność transportu kolejowego jest dążenie do zwiększania **efektywności energetycznej** pojazdów, budynków, urządzeń i czynności eksploatacyjnych związanych z wykonywaniem pracy przewozowej lub utrzymaniem kolejowej infrastruktury i suprastruktury. Efektywność energetyczna definiowana jest jako stosunek uzyskanego efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia lub instalacji w typowych warunkach, do ilości zużytej energii niezbędnej do uzyskania tego efektu przez wspomniany obiekt, urządzenie lub instalację. Uproszczona definicja, autorstwa Parlamentu Europejskiego, mówi natomiast, że jest to po prostu stosunek uzyskanych wyników, usług, towarów lub energii do wkładu energii; zależność między energią uzyskaną a doprowadzoną[26].

Kolej dysponuje całym arsenałem środków zmniejszających jej energochłonność i poprawiających wykorzystanie już pobranej energii elektrycznej. Wspomnieć można np. o narzędziach optymalizujących pracę maszynistów. To tzw. **systemy DAS** (*Driving Advisory Systems*) „podpowiadające" prowadzącym pociągi, w jaki sposób powinni robić to w sposób najbardziej oszczędny, jeśli chodzi o zużycie energii trakcyjnej (dopasowanie prędkości do warunków pogodowych i rozkładu jazdy, kwestia przyśpieszania oraz hamowania itd.). Rozwiązania takie zaczęły być wdrażane przez różnego rodzaju przewoźników kolejowych już na początku drugiej dekady XXI wieku. Systemy DAS ewoluowały i z czasem oraz postępem technologicznym zaczęły pojawiać się technologie doskonalsze – kolejne generacje. Pierwotnie były to systemy tzw. S-DAS (*Standalone* DAS) – statyczne, stosowane w odniesieniu do konkretnych połączeń lub rozkładów jazdy. Dane wgrywane były przed początkiem przejazdu. Kolejny etap rozwoju to tzw. N-DAS (*Networked* DAS) – system sieciowy, uwzględniający połączenia w czasie rzeczywistym z innymi użytkownikami za pośrednictwem centrali znajdującej się u przewoźnika lub zarządcy infrastruktury, wykorzystujący technologię 4G. Rozwiązanie to zakłada (choć w ograniczonym stopniu) wymianę informacji o zmianach rozkładu jazdy. Ostatnia generacja czy tzw. C-DAS (*Connected* DAS) posiada bezpośrednie połączenie z zewnętrznym systemem zarządzania ruchem kolejowym. W czasie rzeczywistym przekazywane mu są wszelkie informacje na temat rozkładu jazdy, utrudnień, tras alternatywnych, ograniczeń prędkości itp. W Europie Zachodniej współpraca dotycząca wprowadzenia systemów DAS wspólnych dla całego europejskiego systemu kolejowego prowadzona była w ramach zapoczątkowanego w 2016 r. programu SFERA (*Smart communications for Efficient Rail Activities*) pod auspicjami Międzynarodowej Unii Kolei (UIC). W przedsięwzięciu tym udział brali przedstawiciele spółek kolejowych (przewoźników i zarządców infrastruktury) z Niemiec, Belgii, Austrii, Holandii, Francji czy Norwegii. Wspólnie ustalono m.in. standardy, jakimi należałoby się kierować przy stworzeniu wspólnego, międzynarodowego systemu DAS, spełniającego założenia interoperacyjności. Wynikiem tej kooperacji były także dane dotyczące efektywności wykorzystania systemów optymalizujących pracę maszynistów.

26 Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG.

W zależności od trasy i typu pociągu, stosowanie DAS gwarantowało oszczędności w zużyciu energii na poziomie od 5 do 15%[27]. Zaawansowany technologicznie, jednolity system tzw. eco-drivingu testowany jest także przez przewoźników kolejowych w Polsce – w ramach jednego z projektów realizowanych pod egidą Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK). Według wyliczeń ekspertów tej branżowej organizacji, wdrożenie wspólnego systemu DAS na kolei w Polsce w ciągu 10 lat umożliwiłoby wygenerowanie oszczędności energii elektrycznej na poziomie 400 GWh oraz zredukowanie emisji dwutlenku węgla o 320 tys. ton[28].

W odniesieniu do pojazdów szynowych, w sferze ograniczania zużycia przez nich energii (jak również emisyjności), zastosowanie ma ogromny arsenał technologiczny wykorzystywany przez producentów taboru, którego celem jest m.in. **zmniejszanie masy pociągów,** a także np. **optymalizacja designu** mająca na celu zmniejszanie oporów powietrza podczas jazdy. Mniejszy ciężar pojazdów szynowych to przede wszystkim większa efektywność energetyczna tego taboru – możliwość osiągania tych samych (lub większych) prędkości przy zużyciu mniejszej ilości energii. Efektem tego są także oszczędności na nakładach na prace utrzymaniowe dotyczące infrastruktury kolejowej (lżejsze pociągi mniej zużywają infrastrukturę torową), a co za tym idzie – mniejsze opłaty za użytkowanie tejże (zarządcy infrastruktury zazwyczaj uzależniają wysokość stawek za dostęp do infrastruktury od masy pociągu). Z tego powodu producenci taboru kolejowego w konstrukcji pojazdów szynowych szeroko wykorzystują takie materiały, jak kompozyty (np. polimery wzmacniane włóknem szklanym – GFRP), włókna węglowe (np. CFRP) czy tzw. aluminium spienione (*metal foam*). Ich zastosowanie wydatnie zmniejsza masę pociągu, przy jednoczesnym zachowaniu (lub poprawie) trwałości i wytrzymałości konstrukcji w porównaniu z zastosowaniem tradycyjnych materiałów (przede wszystkim stali i aluminium). Przykładowo, zastosowanie metali spienionych do konstrukcji głowic napędowych pociągów dużych prędkości pozwoliło na zmniejszenie masy tych elementów konstrukcyjnych taboru aż o 18%[29]. Natomiast użycie CFRP do budowy składów dużych prędkości Avril przez producenta Talgo umożliwiło zredukowanie masy tych pojazdów o nawet 50%[30].

Producenci taboru kolejowego zaprzęgają najnowocześniejsze technologie także do poprawy aerodynamiki projektowanych, a następnie produkowanych pojazdów. Ma to znaczenie przede wszystkim w przypadku pociągów dużych prędkości, jeżdżących powyżej 250, a nawet 300 km/h. Przykładowo, francuski Alstom wprowadzając do eksploatacji składy dużych prędkości AGV, podkreślał, że zużywają one o 10% mniej energii elektrycznej od konkurencyjnych produktów, ze względu na mniejszą masę, zastosowanie zaawansowanej technologicznie rekuperacji, mniejszą liczbę wózków oraz ulepszony, aerodynamiczny kształt czoła (opór powietrza zmniejszony o ok. 15%)[31]. Jeszcze lepsze dane na temat swojego produktu prezentowała firma Bombardier (w 2021 r. przejęta przez Alstom), wprowadzając na rynek pociąg Zefiro – wskazując na 20% oszczędności na zużyciu energii[32]. Jak się jednak okazuje, również w przypadku przewozów towarowych znaczenie optymalizacji kształtu wagonów może przynieść odczuwalne oszczędności na zużyciu energii trakcyjnej lub paliwa. Testy przeprowadzone w specjalistycznym tunelu aerodynamicznym w Berlinie na zmodyfikowanych, aerodynamicznych cysternach kolejowych wykazały, że możliwe stało się zredukowanie oporu powietrza o nawet 29%[33].

Szeroko stosowanym sposobem na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez pojazdy szynowe jest tzw. **rekuperacja**, czyli odzysk energii podczas hamowania pojazdu szynowego z napędem elektrycznym lub hybrydowym. W trakcie takiego procesu energia kinetyczna rozpędzonej masy pociągu zamieniana jest na energię elektryczną, dzięki przestawieniu pracy silników trakcyjnych pojazdu na pracę generatorową. Działanie silnika w układzie „prądnicowym" umożliwia spożytkowanie energii dotychczas bezpowrotnie traconej (poprzez przekształcanie jej w energię cieplną), na cele trakcyjne lub nietrakcyjne. W tym drugim przypadku może być ona spożytkowana do oświetlenia, ogrzewania pojazdu lub zasilenia klimatyzacji pokładowej. Możliwe jest także zmagazynowanie jej w zasobniku energii i wykorzystanie w czasie zwiększonego zapotrzebowania (np. jazda na odcinku o dużym nachyleniu toru). Najczęściej jednak stosowanym rozwiązaniem jest przesyłanie odzyskanej energii z powrotem do sieci elektroenergetycznej. Rekuperacja lub hamowanie odzyskowe jest już szeroko rozpowszechnione w branży kolejowej – szczególnie znaczące są oszczędności w zużyciu energii możliwe do osiągnięcia przy jej zastosowaniu w odniesieniu do tych rodzajów przewozów, które zakładają konieczność dużej liczby zatrzymań i przyśpieszeń. Dotyczy to zwłaszcza kolei aglomeracyjnych i metra. Zastosowanie techniki rekuperacji, w zależności od konkretnej trasy, w polskich

27 Ch. Lima-Vanzeler, S. Dislaire, T. Sutter, SFERA: Supporting the deployment of connected-DAS systems, Global Railway Review, 28 sierpnia 2020 r.
28 Eco-driving, Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK).
29 Innovative solutions made of aluminium foam for lightweight construction, Havel metal foam, s. 16.
30 Talgo develops new rolling assemblies for very high-speed trains, reduces weight by 50%, Rail Target, 26 kwietnia 2022 r.
31 Alstom's Avelia AGV reaches 100 million kilometres milestone in Italy, Alstom, 5 grudnia 2019 r.
32 Bombardier Zefiro Very High Speed Trains, Railway Technology, 14 września 2011 r.
33 Ch.N. Nayeri, J. Tschepe, H. Schulze, H. Schell, Aerodynamic Drag Reduction of Railroad Tank Wagons, [w:] „Fluids" nr 7/2022, s. 1.

warunkach może dać oszczędności w zużyciu energii |nawet rzędu 20-25%[34]. Zagraniczne doświadczenia eksploatacyjne wskazują na możliwość zmniejszenia całkowitego poboru energii elektrycznej przez dany pojazd szynowy o 20-40%, a także ograniczenia emisji CO_2 do atmosfery na podobnym poziomie[35]. Stąd więc szerokie zastosowanie takich systemów odzysku i magazynowania energii jak: Alstom Hesop (99% skuteczność odzysku energii z hamowania[36], wykorzystywany m.in. przez tramwaje w Paryżu, metro w Hamburgu i Mediolanie), Siemens Sitras (m.in. metro w Oslo, Singapurze i Portland, do 300 ton CO_2 zaoszczędzone rocznie[37]) czy Ingeteam Ingeber (m.in. metro w Wiedniu, Brukseli, Maladze i Bilbao, przykładowe oszczędności w zużyciu energii w tym ostatnim mieście w 2021 r. wyniosły 2095 MWh[38]).

Sposobem na maksymalizację efektywności wykorzystania zasobów zarówno przewoźników, jak i firm infrastrukturalnych w branży kolejowej jest także szeroko pojmowana cyfryzacja zarządzania budową i utrzymaniem pojazdów oraz infrastruktury liniowej, technicznej czy pomocniczej. Dzięki niej możliwe jest zwiększenie dostępności i niezawodności transportu kolejowego, przy jednoczesnym zmniejszeniu jego energochłonności – m.in. poprzez optymalizację nakładów ponoszonych na czynności naprawcze i utrzymaniowe. Szczegółowe opisy poszczególnych technologii pochłonęłyby z pewnością więcej miejsca niż przeznaczono na to opracowanie, ale warto wspomnieć kilka z nich. Przykładem tzw. **inteligentnej infrastruktury kolejowej** są cyfrowe systemy sterowania ruchem kolejowym (nazywane signallingiem i interlockingiem 4.0), w których zdigitalizowane rozwiązania modułowe zastąpiły drogą w utrzymaniu i energochłonną infrastrukturę stacyjną. Wykorzystują one m.in. interfejsy IP-based czy cyfrowe nastawnice. Obecnie w tym kierunku przekształcana jest np. cała norweska sieć kolejowa – całość będzie kontrolowana przez system ETCS, zarządzany z jednego miejsca dla całego kraju oraz wykorzystywać technologię IoT (*Internet of Things*) i standardy Eulynx/Neupro. Pierwsza cyfrowa nastawnica (*digital interlocking*) została już natomiast uruchomiona przez Deutsche Bahn we współpracy z Siemensem w ramach projektu Annaberg-Bucholz w Saksonii (komponent systemu sygnalizacyjnego Trackguard Sinet)[39].

Innym sposobem poprawiania efektywności funkcjonowania transportu kolejowego jest **zdigitalizowane utrzymanie pojazdów i infrastruktury kolejowej**, wykorzystujące takie technologie jak internet rzeczy (IoT, *Internet of Things* – system inteligentnych urządzeń elektronicznych, które za pośrednictwem telefonii komórkowej mogą automatycznie komunikować się i wymieniać dane za pomocą sieci bez ingerencji człowieka), transmisja 5G, sztuczna inteligencja (AI, *Artificial Intelligence*), uczenie maszynowe (*Machine Learning*, wykorzystanie algorytmów samopoprawiających się poprzez doświadczenie, ekspozycję na dane), Big Data (analiza dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych, których przetwarzanie wymaga np. wykorzystania sztucznej inteligencji) czy drony. Jak dotąd szeroko stosowane było tzw. *Condition-Based Maintenance* (CBM, utrzymanie na podstawie stanu technicznego), czyli działania utrzymaniowe oparte na monitorowaniu zasobów (maszyn, urządzeń, pojazdów, obiektów infrastrukturalnych), w których wszelkie czynności są powiązane ze wskaźnikami ich stanu. Szersze zastosowanie wymienionych powyżej narzędzi pozwala natomiast na wprowadzenie tzw. **utrzymania predykatywnego** (PdM, *Predictive Maintenance*), w ramach którego przewiduje się, jakie czynności utrzymaniowe i w którym miejscu systemu będą potrzebne. Bazuje on np. na tzw. **bliźniaku cyfrowym** (*Digital Twin*) – wirtualnej replice fizycznego urządzenia w połączeniu z symulacją jego działania w całym życiu produktu. Przykładem wykorzystania tej technologii jest współpraca pomiędzy Deutsche Bahn a producentem taboru Stadler Rail, dzięki której w 2021 r. powstał kompletny zdigitalizowany model pociągu. Czerpał on z danych pozyskanych przez czujniki zainstalowane na fizycznie istniejącym pojeździe. Dzięki temu możliwe stało się przewidywanie, jakie czynności utrzymaniowe należy zastosować, jeszcze przed wystąpieniem awarii. Kolejnym krokiem będzie stworzenie takiego wirtualnego obrazu całej floty taborowej[40].

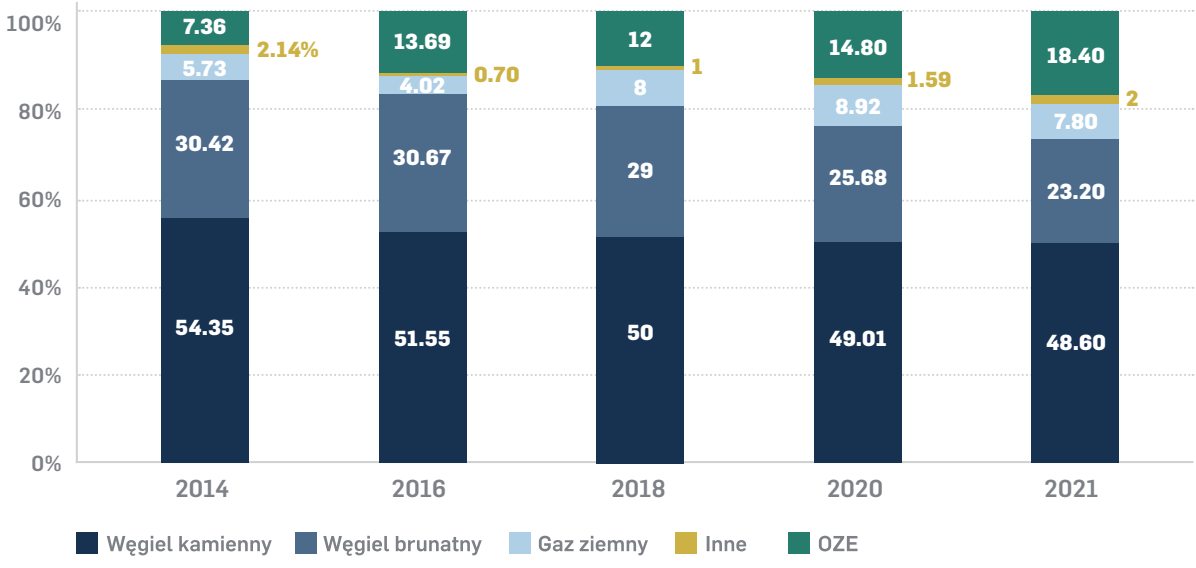
Wspomnieć należy też o **cyfrowych narzędziach służących do efektywnego zarządzania operacyjnego** – zarówno jeśli chodzi o obsługę floty pojazdów szynowych, jak i personelu utrzymaniowego, czy naprawczego. Ich wykorzystanie umożliwia optymalizację podejmowanych czynności, zmniejsza zużycie energii, a co za tym idzie – całość pośredniej i bezpośredniej emisji generowanej przez dane przedsiębiorstwo kolejowe. Przykładem takiego rozwiązania wdrożonego na polskim gruncie jest Planer – zdigitalizowany system funkcjonujący w PKP Energetyka, pozwalający na mobilne zarządzanie brygadami i długoterminowe planowanie prac. Dzięki

34 R. Czubiński, Raport CEEK: Rekuperacja pozwoli zużyć o jedną czwartą energii mniej, Rynek-Kolejowy.pl, 15 listopada 2019 r.
35 M. Taratajcio, Rozwiązania poprawiające efektywność energetyczną kolei na podstawie testów przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii, [w:] „Przegląd Elektrotechniczny", nr 11/2018, s. 139.
36 Hesop: Saving energy and costs in a single solution, Alstom.
37 Siemens Installing First Regenerative Energy Storage Unit in the U.S. on New TriMet Light Rail Line, Businesswite.com, 3 czerwca 2013 r.
38 D. Burroughs, Metro Bilbao announces results of energy efficiency projects, International Railway Journal, 9 czerwca 2022 r.
39 „Working together to shape the progres", Siemens Mobility, 26 sierpnia 2019 r.
40 Deutsche Bahn and Stadler to develop train digital twin, RailTech.com, 19 maja 2021 r.

jego zastosowaniu możliwa stała się automatyzacja podstawowych, często powtarzalnych procesów, zarządzanie harmonogramem codziennej pracy prawie 4 tys. pracowników spółki wykonujących pracę na sieci oraz zarządzanie specjalistycznym taborem kolejowym (m.in. pociągami sieciowymi) i sprzętem wykorzystywanym do serwisu sieci trakcyjnej. Implementacja systemu Planer umożliwiła lepsze planowanie i unikanie strat czasowych i energetycznych – takich jak np. nadmiar lub brak właściwych narzędzi, niepotrzebne przejazdy, odwołania napraw w ostatniej chwili itd.[41]

Zwiększanie efektywności przewozów (w ujęciu jednostkowym – tzn. zmniejszanie zużycia energii przypadającej na tonę ładunku lub pasażera przewożonego na określony dystans) osiągane jest także np. poprzez stosowanie taboru piętrowego (zwłaszcza w przypadku przewozów aglomeracyjnych) i w konfiguracji tzw. *push-pull* (składy zmienno-kierunkowe, składające się z wagonów środkowych – często właśnie piętrowych – oraz skrajnych, sterowniczych; pociąg taki może być ciągnięty lub pchany przez lokomotywę elektryczną – w tym drugim przypadku maszynista prowadzi skład z wagonu sterowniczego; układ taki likwiduje konieczność wykonywania dodatkowej pracy manewrowej lub przepinania lokomotywy na dworcach czołowych w przypadku zmiany kierunku jazdy pociągu). W przewozach towarowych stosowane jest np. wydłużanie składów dla przewozów całopociągowych – popularne przede wszystkim w Ameryce Północnej i Australii. Osiągają one tam nawet 1500 metrów długości, a w przypadku przewozów kontenerów stosowana jest praktyka ustawiania na platformach wagonowych nawet po 2 kontenery jeden na drugim. Oczywiście, składy takie wymagają obsługi przez kilka lokomotyw, w tzw. trakcji ukrotnionej, ale stosowanie jak najdłuższych pociągów sprawia, że koszty przewozu tony ładunku się zmniejszają. Zwiększa się natomiast efektywność wykorzystania zasobów, takich jak pojazdy i pracownicy. Próby zwiększania długości pociągów towarowych mają miejsce również w Europie, gdzie najdłuższe składy mają zazwyczaj 730-740 metrów. Zgodnie z danymi przedstawionymi przez Europejską Wspólnotę Kolei (CER), wolumen towarów, które mogą być przewożone przez pojedynczy pociąg, można zwiększyć o 35% w przypadku pociągu wydłużonego z ok. 740 m do 1000 m, a nawet o 103%, jeśli możliwe okazałoby się uruchomienie składu o długości 1500 m[42]. W polskich warunkach przedstawiane są obliczenia, które mówią o tym, że powiększenie składu towarowego z obecnych 600-650 m do np. 730 m to uzysk pojemności na poziomie 12-15% oraz spadek kosztów przewozu o ok. 10%. Mogłoby to mieć szczególne znaczenie dla przewozów kontenerów, dzięki czemu kolej mogłaby w bardziej efektywny sposób konkurować z przewozami samochodowymi[43]. Oczywiście, należy jednak pamiętać także o kosztach takiego przedsięwzięcia – przede wszystkim konieczności przystosowania infrastruktury (zwłaszcza tej służącej do przeładunku, a także powiększenia dopuszczalnego nacisku na oś).

Wzrost udziału OZE w miksie energii trakcyjnej na kolei w Polsce (2014-2021)



Źródło: PKP Energetyka

41 P. Kubisiak, Nowa jakość w organizacji, [w:] Studium przypadku PKP Energetyka. Zarządzanie zmianą w cyfrowych czasach, Harvard Business Review Polska, s. 42.
42 Longer trains: Facts & Experiences in Europe, CER, maj 2016 r., s. 6.
43 R. Przybylski, Długie pociągi odbiorą tirom ładunki, Logistyka.rp.pl, 28 maja 2020 r.

Kolej elektryczna zbyt często postrzegana jest jako synonim transportu w pełni ekologicznego. O ile wykorzystanie elektromobilności pozwala na zmniejszenie lub zlikwidowanie tzw. niskiej emisji (emisja pyłów i szkodliwych gazów „w miejscu", na wysokości do 40 m), to jednak pamiętać należy o tym, że prawdziwie neutralny klimatycznie środek transportu korzysta z energii trakcyjnej wytworzonej z odnawialnych źródeł. W Polsce pochodzi ona wciąż w 71,8% z węgla (udział odnawialnych źródeł to 18,4%)[44]. Część najbardziej „prokolejowych" państw europejskich już zapewniło swoim kolejom **zasilanie pochodzące z OZE**. W Niderlandach tamtejsze koleje NS jeżdżą właśnie na energii elektrycznej wytwarzanej w oparciu o wyłącznie odnawialne źródła. Dzieje się tak od 2017 r. To pierwszy kraj na świecie, któremu udało się stworzyć taki ogólnokrajowy system neutralnego klimatycznie transportu szynowego. Roczne zużycie energii na kolei w Niderlandach to ok. 1,2 TWh (1% całości krajowej konsumpcji energii). Pochodzi ona z elektrowni wiatrowych i jest w 50% importowana (głównie ze Szwecji). Również w przypadku awaryjnego wyłączenia z ruchu części składów, kolej NS używa pojazdów niskoemisyjnych – autobusy komunikacji zastępczej jeżdżą na bio-olej (HVO). Od 2018 r. neutralna klimatycznie jest także kolej w Austrii. Zielona energia zużywana na napędzanie tamtejszych pociągów pochodzi przede wszystkim z 8 elektrowni wodnych (2 kolejne są w budowie) oraz jednej elektrowni solarnej. Dodatkowo koleje austriackie ÖBB są w trakcie wdrażania programu oszczędzania energii – rozpisany na lata 2018--2023 zakłada ograniczenie jej zużycia o 237,7 GWh, co pozwoliłoby na zmniejszenie emisji o 31 mln ton CO_2. Również w Hiszpanii kolej elektryczna korzysta w 100% z OZE (ruch kolejowy w tym kraju zelektryfikowany jest w 78%), przy rocznym zużyciu tamtejszych kolei państwowych RENFE na poziomie 2,5 TWh (co daje aż ok. 2,6% zużycia krajowego). Co więcej, wdrożony tam system eco-drivingu pozwolił na zwiększenie oszczędności w tej sferze o nawet 30%. Plany RENFE do 2030 r. zakładają dalsze obniżanie emisji dwutlenku węgla do atmosfery o ponad 9,9 mln ton[45].

Do stanu osiągniętego przez kolejowe systemy elektroenergetyczne w Niderlandach, Austrii i Hiszpanii dążą obecnie koleje na całym świecie, realizując szeroko zakrojone programy mające na celu **zwiększenie udziału OZE w miksie energetycznym zużywanej energii.** W Niemczech plany koncernu DB obejmują zagwarantowanie dojścia do pułapu 80% energii z odnawialnych źródeł w 2030 r., a 100% – w 2038 r. W kraju tym od 2018 r. wszystkie pociągi dalekobieżne i 33 największe dworce kolejowe są już w pełni neutralne klimatycznie. We Francji podobny program został zainaugurowany w 2016 r. Plany państwowego koncernu SNCF mówią o udziale 40-50% energii z OZE w miksie energetycznym na kolei w 2025 r., a 100% w 2035 r. Do 2025 r. efektywność energetyczna francuskiego transportu kolejowego ma zwiększyć się o 20%, a jego emisyjność ma zostać ograniczona o co najmniej 25%. 2025 r. to także data planowanego przejścia na zasilanie z OZE przez szwajcarskie koleje federalne SBB. Już teraz pociągi jeżdżące w tym kraju korzystają z energii trakcyjnej pochodzącej w 90% z odnawialnych źródeł – przede wszystkim z elektrowni wodnych (7 takich obiektów jest własnością SBB). Pozostałe 10% produkowane jest w elektrowniach atomowych[46]. Usunięcie węgla z miksu energetycznego do 2025 r. jest też głównym elementem brytyjskiego *Transport Decarbonisation Plan* przyjętego w 2021 r. Zakłada on osiągnięcie przez wyspiarski transport statusu zeroemisyjnego w 2050 r., poprzez m.in. całkowitą likwidację kolei spalinowej w perspektywie 2040 r. Plan na osiągnięcie przez kolej statusu neutralnego klimatycznie środka transportu mają również Indie. Określany jest on jako *Atmanirbhar*, co tłumaczyć można jako „samowystarczalność". Zatrudniające ok. 1,2 mln (!) pracowników Koleje Indyjskie od 2020 r. realizują wizję budowy ogromnej liczby farm fotowoltaicznych – państwowe przedsiębiorstwo jest właścicielem ogromnych terenów (ok. 51 tys. hektarów), na których mają znaleźć się elektrownie solarne o łącznej mocy 20 GW[47].

Wykorzystanie energii słonecznej do napędzania pociągów elektrycznych ma na celu również realizowany w Polsce przez Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK) program Zielona Kolej. Jego głównym założeniem jest osiągnięcie pułapu 85% zielonej energii w miksie energetycznym zasilania transportu kolejowego w Polsce do 2030 r. Co ciekawe, w przeciwieństwie do podobnych programów realizowanych w krajach Europy Zachodniej, CEEK jest inicjatywą całej polskiej branży kolejowej (a nie podmiotem powołanym do życia przez państwo lub państwowy holding kolejowy), zrzeszającą spółki odpowiedzialne za aż 95% emisji na kolei w naszym kraju. Poza programem Zielona Kolej Centrum zajmuje się także całym szeregiem innych projektów, mających na celu zmniejszenie emisyjności polskiego transportu kolejowego.

44 PKP Energetyka: Struktura paliw (wielkość emisji).
45 „Holandia, Austria, Hiszpania – Zielona Kolej już tam jest", [w:] Zielona kolej w Polsce – klimat, energetyka, transport, UN Global Compact Network Poland, październik 2021 r., s. 43.
46 „Europejscy potentaci kolejowi stawiają na OZE", [w:] Zielona kolej w Polsce – klimat, energetyka, transport, UN Global Compact Network Poland, październik 2021 r., s. 56-59.
47 S. Dixit, Indian Railways to set up 20 GW solar power plants on its surplus land to become 'Atmanirbhar' by 2030, ZeeNews, 27 sierpnia 2020 r.

Centrum Efektywności Energetycznej Kolei (CEEK) powstało w 2019 r. To inicjatywa branżowa mająca na celu realizację działań optymalizacyjnych w zakresie zużycia energii elektrycznej przez szeroko pojmowaną kolej w Polsce. Flagowym przedsięwzięciem tego podmiotu jest program Zielona Kolej, zakładający przejście do 2030 r. przewoźników kolejowych funkcjonujących w naszym kraju na korzystanie z energii trakcyjnej pochodzącej w 85% z odnawialnych źródeł (50% do 2025 r., docelowo w 100%). Poza przewoźnikami kolejowymi głównym podmiotem zaangażowanym w realizację tych zamierzeń jest PKP Energetyka, której zadaniem jest zapewnienie odpowiednich wolumenów zielonej energii na potrzeby przewoźników pasażerskich i towarowych (poprzez zakupy od producentów, a w dalszej perspektywie również poprzez budowę własnych farm solarnych – impuls inwestycyjny w sektorze fotowoltaiki niezbędny dla realizacji programu szacowany jest na ok. 10 mld zł[48]). Spółka podpisała już umowy na dostawy energii trakcyjnej z OZE z Łódzką Koleją Aglomeracyjną i CTL Logistics. Chęć przystąpienia do programu wyraziło już kilkunastu innych przewoźników (m.in. DB Cargo Polska, Koleje Śląskie, Małopolskie i Mazowieckie, a także Captrain, czy Ecco Rail), odpowiedzialnych za łącznie 22% towarowych i 34% pasażerskich przewozów w Polsce w ujęciu rocznym (liczonych odpowiednio w liczbie pasażerów i masie towarów)[49]. Jednak poza programem Zielona Kolej CEEK skupia się także na realizacji trzech innych obszarów działań:

- **rekuperacja** – wykorzystanie hamowania odzyskowego w taborze przewoźników kolejowych w Polsce ma doprowadzić do oszczędności 600 GWh energii trakcyjnej do 2030 r. i ograniczenia emisji 480 tys. ton CO_2
- **eco-driving na kolei** – wdrożenie jednolitego systemu DAS na kolei w Polsce pozwoli na zmniejszenie zużycia energii na poziomie 400 GWh do 2030 r., co doprowadzić ma do ograniczenia emisji dwutlenku węgla o 320 tys. ton
- **wykorzystanie OZE** (głównie paneli PV) na rzecz produkcji energii nietrakcyjnej dla przewoźników kolejowych – inwestycje w instalacje paneli słonecznych na budynkach i terenach kolejowych należących do poszczególnych spółek mogą wygenerować do 2030 r. ok. 200 GWh energii elektrycznej. Efektem tego będzie zmniejszenie emisji CO_2 o ok. 200 tys. ton.

Działania CEEK w ramach tych trzech zakresów ma do 2030 r. zmniejszyć zużycie energii na kolei o 1,2 TWh. Łącznie oznacza to ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery o 1 mln ton.

Do czasu przejścia na OZE jako głównego źródła pochodzenia energii trakcyjnej przewoźnicy kolejowi mogą stosować np. działania kompensacyjne emisji gazów cieplarnianych, do której dochodzi w związku z prowadzonymi przez nich przewozami. Mechanizm ten polega na równoważeniu przez dane przedsiębiorstwo własnej emisji, poprzez inwestycje w globalne lub lokalne projekty związane z ochroną przyrody. Chodzi tutaj głównie o przedsięwzięcia obejmujące działania na rzecz rekonstrukcji naturalnych ekosystemów (przede wszystkim lasów) lub technologii mających na celu unikanie i minimalizowanie emisji GHG oraz pomoc w wychwytywaniu CO_2 w biotopach[50]. Możliwość dobrowolnego wsparcia ekologicznych projektów zapewnia m.in. czeski prywatny przewoźnik kolejowy Leo Express. Jego pasażerowie podczas zakupu biletu mogą zdecydować się na zwiększenie zapłaty o drobną sumę (minimum 1 koronę czeską), która jest przekazywana przez spółkę na realizację przedsięwzięć, mających kompensować emisję dwutlenku węgla spowodowaną koniecznością pozyskania energii trakcyjnej dla pociągów firmy. Są to przede wszystkim projekty polegające na sadzeniu drzew (np. w czeskich wioskach Beňov i Jabloňov przewoźnik zasadził ich 85)[51]. Podobny program ekoofsetowy mają zamiar wdrożyć PKP Intercity – w styczniu 2021 r. przewoźnik podpisał z Lasami Państwowymi list intencyjny dotyczący współpracy przy nasadzaniu drzew. Przedsięwzięcie to ma być realizowane na zasadzie dobrowolnej dodatkowej opłaty przy zakupie biletów, która będzie przeznaczana przez spółkę na finansowanie przedsięwzięć ekologicznych. Współpraca Lasów Państwowych z PKP Intercity związana jest z projektem Leśnych Gospodarstw Węglowych (LGW) oraz z organizowanymi w jego ramach aukcjami Jednostek Dwutlenku Węgla (JDW)[52]. Warto dodać, że od czerwca 2021 r. podczas sprawdzania połączeń kolejowych na stronie przewoźnika pasażerowie otrzymują informację o śladzie węglowym podróży pociągiem na określonej trasie, w zestawieniu z przejazdem samochodem lub lotem samolotem[53]. Nadruk z takimi danymi znajduje się także na bilecie kolejowym[54].

48 PKP Energetyka: impuls inwestycyjny w OZE szacowany jest do 10 mld zł, PulsBiznesu.pl, 21 kwietnia 2021 r.
49 Za: www.zielonakolej.pl
50 Gdy emisji nie można uniknąć, czyli kilka słów o kompensacji, wnp.pl, 24 września 2021 r.
51 Leo Express: Compensate your carbon fottprint.
52 M. Szymajda, W jaki sposób pasażerowie PKP Intercity posadzą drzewa?, 16 kwietnia 2021 r.
53 PKP Intercity informuje pasażerów o śladzie węglowym, PKP Intercity, 2 czerwca 2021 r.
54 Informacja o śladzie węglowym na biletach PKP Intercity, wnp.pl, 15 lipca 2021 r.

Na koniec warto wspomnieć o działaniach podejmowanych przez wiele przedsiębiorstw kolejowych w celu „zazielenienia" zużywanej przez nie energii nietrakcyjnej. W tej sferze największy potencjał ma **wykorzystanie paneli fotowoltaicznych** – firmy kolejowe dysponują bowiem stosunkowo dużymi terenami, wieloma budynkami i innymi obiektami infrastrukturalnymi, na których możliwe jest umieszczanie instalacji PV. Sama PKP SA (spółka odpowiedzialna m.in. za dworce kolejowe) posiada w Polsce ok. 100 tys. hektarów gruntów[55]. W modernizowanych obiektach dworcowych zarządzanych przez ten podmiot instalowane są właśnie panele solarne – w 2020 r. ich łączna moc wynosiła ponad 100 kW. Spółka ma też plany budowy farm fotowoltaicznych we współpracy z PGE Energia Odnawialna. W instalacje solarne inwestują także PKP Polskie Linie Kolejowe – narodowy zarządca kolejowej infrastruktury liniowej. Spółka zainstalowała je na dachach budynków kolejowych m.in. w Kielcach, Łukowie, Międzyrzecu Podlaskim, Przemyślu, Siedlcach czy Włoszczowie. W 2020 r. panele PV należące do PKP PLK wyprodukowały łącznie ok. 240 MWh energii elektrycznej. Spółka testuje także rozwiązania polegające na umieszczaniu takich instalacji na ekranach akustycznych znajdujących się wzdłuż linii kolejowych. W przyszłości mają one produkować energię elektryczną na potrzeby nastawni, czy oświetlania przejść oraz przejazdów drogowo-kolejowych. Dalsze plany PKP PLK mówią także o inwestycjach w energetykę wiatrową[56]. Zrealizowane projekty fotowoltaiczne mają za sobą także m.in. PKP Energetyka i Pomorska Kolej Metropolitalna. Ta pierwsza spółka zainstalowała panele PV na dachach swoich podstacji trakcyjnych, dzięki czemu udało się jej zmniejszyć zużycie własne energii elektrycznej generowane przez te obiekty[57]. Instalacje fotowoltaiczne zostały także zbudowane przy trasie Pomorskiej Kolei Metropolitalnej na nasypie kolejowym w okolicach przystanku Gdańsk Matarnia. Ich możliwości produkcyjne to ok. 100 MWh energii elektrycznej rocznie (ok. 5% całego rocznego zużycia spółki) [58].

Na zakończenie podkreślić należy, że o ile kolej już teraz jest środkiem transportu generującym najmniejsze koszty zewnętrzne transportu w porównaniu z innymi sposobami przemieszczania towarów i pasażerów i o ile podejmuje szeroko zakrojone działania na rzecz ograniczania swojej emisyjności (tak bezpośredniej, jak i pośredniej), to jednak prawdziwy efekt ekologiczny tej aktywności będzie widoczny dopiero wtedy, gdy jej udział w tzw. *modal split* zostanie wydatnie zwiększony. Bez podjęcia radykalnych kroków na rzecz zwiększenia konkurencyjności kolei – czy to przez władze centralne, podmioty unijne, czy samych aktywnych w branży przedsiębiorców – będzie ona wciąż przegrywać z bardziej emisyjnymi przewozami drogowymi, morskimi czy lotniczymi.

55 PKP chce przejść na energię odnawialną. Jak to robi Deutsche Bahn?, gramwzielone.pl, 21 lutego 2020 r.
56 J. Rösler, Jak w fotowoltaikę inwestują PKP SA i PKP PLK?, Rynek-Kolejowy.pl, 8 sierpnia 2021 r.
57 Panele PV na wszystkich podstacjach trakcyjnych PKP Energetyka, gramwzielone.pl, 22 kwietnia 2021 r.
58 A. Woźniak, Miliardy na inwestycje. Kolej pojedzie na zielonym prądzie, rp.pl, 23 lipca 2021 r.

VIII.
Transformacja energetyczna: transport lotniczy

Urząd Lotnictwa Cywilnego

Piotr Samson
Prezes Urzędu Lotnictwa Cywilnego

PERSPEKTYWY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TRANSPORTU LOTNICZEGO

Branża lotnicza pozostaje zmobilizowana i zdeterminowana w swoich działaniach zmierzających do dalszego dynamicznego rozwoju. Dziś, biorąc pod uwagę potrzeby wynikające ze zmian klimatycznych, sektor ten jest liderem jeśli chodzi o wysiłki podejmowane w celu wpisania odpowiedzialnego i zrównoważonego rozwoju do modelu tego rodzaju transportu. Początkowo przemysł lotniczy mobilizowany był optymalizacją kosztów, co spowodowało, że już kilka dekad temu zaczął podejmować dalekosiężne kroki, aby zredukować emisje z silników statków powietrznych, jednocześnie poprawiając ich efektywność. Dzisiaj, poprzez rosnącą świadomość dotyczącą zmiany klimatu i skutków środowiskowych, jakie mają emisje CO_2, branża lotnicza wypracowuje narzędzia dla osiągniecia neutralności klimatycznej w przyszłości.

Niezależnie od tego, czy mowa o producentach samolotów, liniach lotniczych, lotniskach czy prawodawcach w obszarze polityki klimatycznej, obecnie w wielu regionach świata trwają nieustanne prace nad zmniejszeniem negatywnego oddziaływania lotnictwa na środowisko. Mimo ciągłego rozwoju branży obecny poziom emisji CO_2 z transportu lotniczego utrzymuje się na poziomie 2% ogólnych emisji związanych z działalnością człowieka.

Nie ma jednak wątpliwości, że mimo wysiłku tego sektora przemysłu, z powodu dynamiki wzrostu i odbudowania się tej gałęzi transportu po dwóch latach pandemii COVID-19, bez zdecydowanych działań wszystkich krajów, emisje spowodowane lotnictwem będą wzrastać.

Na szczęście mówimy o branży lotniczej, która jest pionierem nowych technologii również w obszarze ekologii. Korzysta ona także z zaangażowania wielu międzynarodowych podmiotów i interesariuszy, którzy starają się wspólnie wypracować rozwiązania, mające na celu nie tylko zatrzymanie wzrostu emisji, ale i zmniejszenie ich pomimo ciągłego rozwoju sektora.

W skali ogólnoświatowej, agenda Organizacji Narodów Zjednoczonych czyli Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO), jest niekwestionowanym liderem rozwiązań w zakresie zrównoważonego transportu lotniczego. W swojej decyzji z roku 2016 przyjęła Program kompensacji i redukcji emisji dwutlenku węgla w lotnictwie międzynarodowym (CORSIA), który stanie się obligatoryjny dla każdego kraju członkowskiego w 2027 r. Wprowadza on ekonomiczne instrumenty polityki środowiskowej, mające na celu kompensację emisji CO_2, w ramach którego operatorzy samolotów muszą nabywać kredyty węglowe na rynku emisji. Ponadto decyzja w sprawie długoterminowych celów aspiracyjnych (LTAG) ICAO powinna zapaść w tym roku. Będą one w zgodzie z celami Porozumienia paryskiego takimi jak zero emisji CO_2 netto z lotnictwa do 2050 r., wraz z celami pośrednimi wyznaczonymi również na rok 2030 i 2040. Dodatkowo planowane jest ustanowienie systemu monitoringu weryfikacji do 2030 r. i mechanizmu raportowania implementacji długoterminowych celów aspiracyjnych.

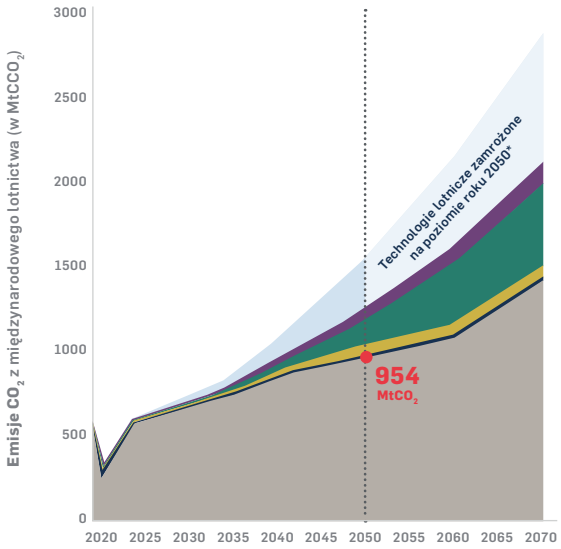
Jednakże nie tylko globalne inicjatywy ukierunkowane są na poprawę tej sytuacji. W lipcu 2021 r. Unia Europejska zaproponowała pakiet legislacyjny pod nazwą „Fit for 55" lub „Gotowi na 55", który również zakłada kompleksowe rozwiązania dla sektora lotniczego. W ramach pakietu propozycje zakładają wdrożenie systemu CORSIA autorstwa ICAO oraz jego współpracę z systemem handlu uprawnieniami do emisji UE, którego część obejmuje lotnictwo. Co więcej, Unia Europejska zdecydowała się ustanowić minimalne wymogi użycia „zrównoważonych paliw lotniczych" (SAF) – paliw, które są odnawialne lub wytwarzane z odpadów. Innowacyjne rozwiązania paliwowe tego typu są również przewidziane przez ICAO.

Firmy takie jak Airbus planują oferować samoloty, które będą używać źródeł energii innych od współcześnie wykorzystywanej nafty lotniczej. W ramach swoich projektów firma ta przewiduje użycie wodoru. Jego potencjał już jest eksplorowany i w najbliższych dekadach ten typ samolotów ma szanse zastąpić obecnie użytkowaną flotę. Nie możemy zapomnieć, że pasażerowie dokonują coraz bardziej świadomych wyborów w kontekście środowiska. Nikt nie jest już zaskoczony, gdy podczas przeglądania oferty lotów dostrzeże oznaczenie niższych emisji przy poszczególnych przelotach. Dla zapewnienia transparentności i sprawiedliwego traktowania pasażerów Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotnictwa (EASA) pracuje nad wdrożeniem Oznakowania Ekologicznego,

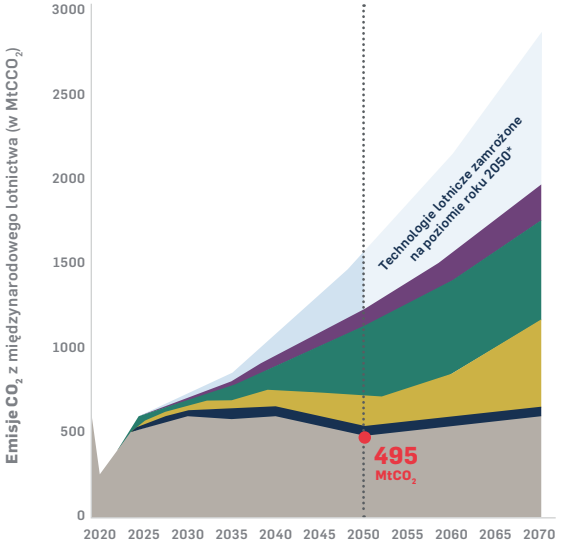
które z założenia na początku ma skupić się na wydajności technologii samolotów i może w późniejszym terminie zostać poszerzone o inne aspekty, takie jak ogólna wydajność redukcji emisji CO_2, profil linii lotniczych, lotnisk czy użycie SAF.

Niewątpliwie w przyszłości czekają na nas dalsze wyzwania i ambicje klimatyczne, dlatego tak ważne jest, żeby transport lotniczy kontynuował dobre praktyki w zakresie owocnej i efektywnej współpracy na rzecz wypełnienia swojej roli w walce o lepszy klimat dla przyszłych perspektyw zrównoważonego rozwoju.

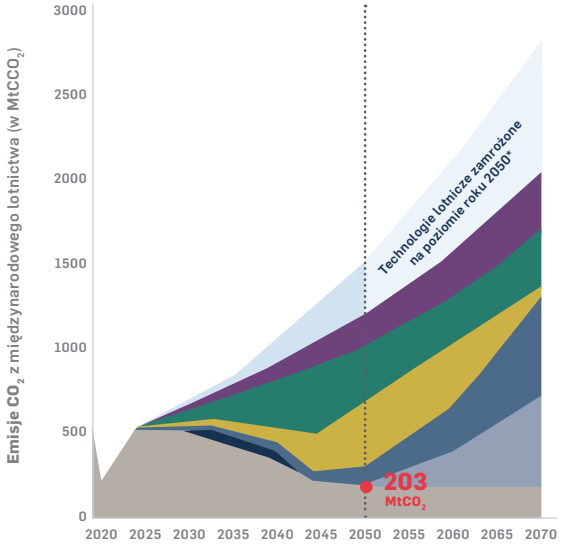
IS1 LTAG Integrated Scenario 1



IS2 LTAG Integrated Scenario 2



IS3 LTAG Integrated Scenario 3



***Należy uważać przy interpretacji całkowitych emisji CO_2 po roku 2050 ze względu na założenia modelu jak zamrożenie technologi lotniczych po roku 2050. Przy tych założeniach emisje CO_2 są wyższe niż w alternatywnych scenariuszach (i podejściach do modelowania) gdzie technologie lotnicze byłyby rozwijane po roku 2050.**

Global Compact
Network Poland

Zuzanna Pałejko
UN Global Compact Network Poland

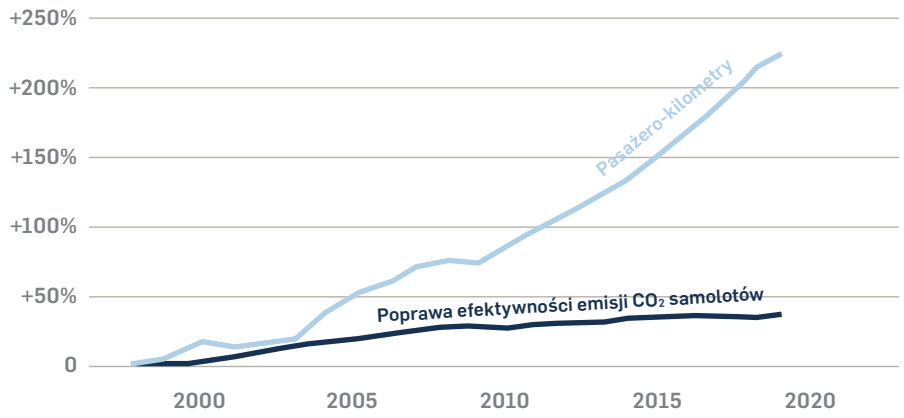
LOTNICTWO WOBEC KRYZYSU KLIMATYCZNEGO – WYZWANIA I ROZWIĄZANIA

WYZWANIA DEKARBONIZACJI

Transport lotniczy może być zaliczany do najbardziej emisyjnych środków transportu pod względem intensywności emisji. Dokładne wyliczenia zależą od zapełnienia samolotu, jego modelu czy wagi załadunku, ale – uśredniając te wartości – lotnictwo nie ma sobie równych. Mimo wszystko na całym świecie ten sektor odpowiada za około 2,1% emisji CO_2[1]. Sytuacja wygląda nieco inaczej w Unii Europejskiej, gdzie sektor odpowiadał już za 3,8%[2] emisji gazów cieplarnianych w 2019 r. oraz w Polsce, gdzie w analogicznym okresie prawie 1%[3] można przypisać lotnictwu. Na pierwszy rzut oka odsetek emisji CO_2 z tego sektora nie jest znaczący, natomiast w zestawieniu z poniższymi danymi powinien budzić nasz niepokój. Po pierwsze lotnictwo jest w przeważającej mierze użytkowane przez najbogatszych, a nie służy całości społeczeństwa. 1% populacji świata jest odpowiedzialny za połowę emisji z latania[4], a co więcej – szacuje się, że około 80% ludzi nigdy nie podróżowało samolotem[5]. Dane dotyczące dynamicznego wzrostu emisji z tego sektora też nie napawają optymizmem. W latach 2000-2019 emisje CO_2 ze światowego transportu lotniczego rosłyśrednioo2%.Wlatach2010-2019emisjeCO_2zmiędzynarodowego transportu lotniczego wzrosły o 37%.[6] W samej Polsce od 2005 r. do 2019 r. zużycie paliwa lotniczego na loty krajowe i międzynarodowe wzrosło o 319% do 1039,08 kt. To doprowadziło do wzrostu emisji CO_2 w tym okresie o 170% do 127,80 kt.[7] Co ważne, ten wzrost ogólnych emisji CO_2 odbywał się mimo znacznej poprawy efektywności paliwowej samolotów. W latach 2005-2017 ilość paliwa spalanego na pasażerokilometr spadła o 24%, jednak w tym samym okresie ruch lotniczy wzrósł o 60%, tym samym pochłaniając budżet węglowy zaoszczędzony dzięki zwiększonej efektywności[8].

1 Air Transport Action Group 2019 https://www.atag.org/facts-figures.html
2 Europejska Agencja Środowiska 2022
https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20191129STO67756/emisje-z-samolotow-istatkow-fakty-i-liczby-infografika
3 Opracowanie własne na podstawie danych z Europejska Agencja Środowiska (Statistical Pocketbook 2021)
https://transport.ec.europa.eu/media-corner/publications/statistical-pocketbook-2021_en
4 Gössling, Stefan, 2020, Global Environmental Change : The global scale, distribution and growth of aviation: Implications for climate change
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378020307779
5 David Muilenburg; CNBC, 2017 https://www.cnbc.com/2017/12/07/boeing-ceo-80-percent-of-people-neverflown- for-us-that-means-growth.html
6 United Nations. Sustainable transport, sustainable development. Interagency report for second Global Sustainable Transport Conference. 2021.
https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021- 10/Transportation%20Report%202021_FullReport_Digital.pdf
7 KOBiZE 2022 dla UNFCCC
https://cdr.eionet.europa.eu/pl/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envyo86ig/NIR_POL_2022.pdf
8 European Union (2017) Reducing emissions from aviation, Climate Action - European Commission. Available at:
https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en

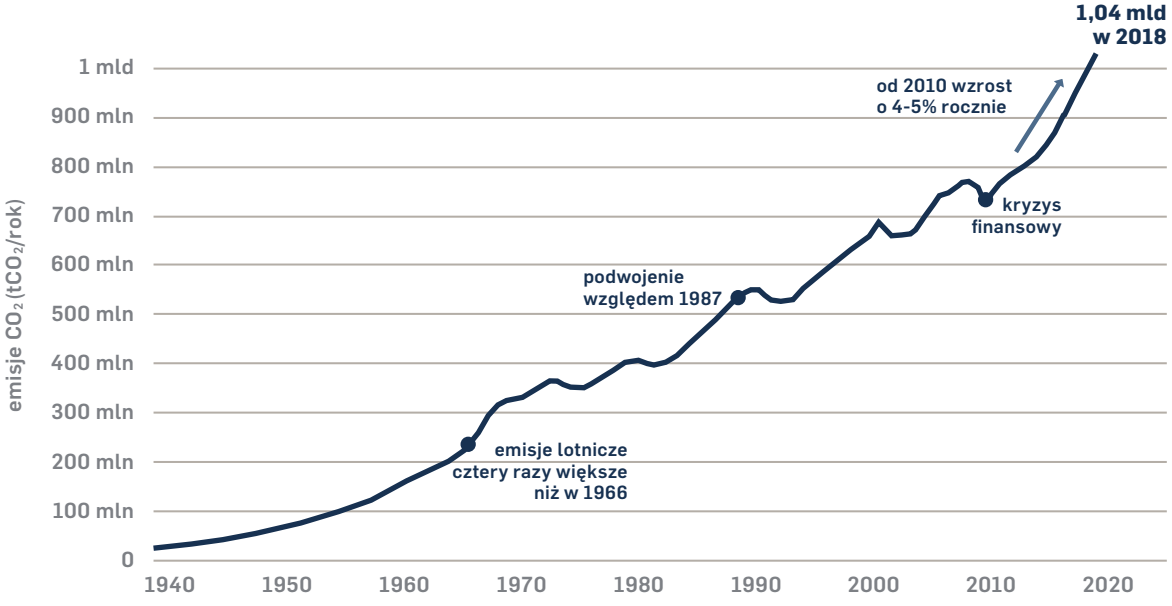
Raporty ICAO pokazują wzrost ruchu lotniczego przewyższający poprawę efektywności emisji CO_2



Źródło: ICAO Annual Reports

Globalne emisje dwutlenku węgla z lotnictwa

Dane obejmują loty pasażerskie, wojskowe i przewozy towarowe. Nie obejmują wpływu na klimat innego niż emisje CO_2, ani zwiększenia efektu wynikającego z emisji na dużej wysokości.



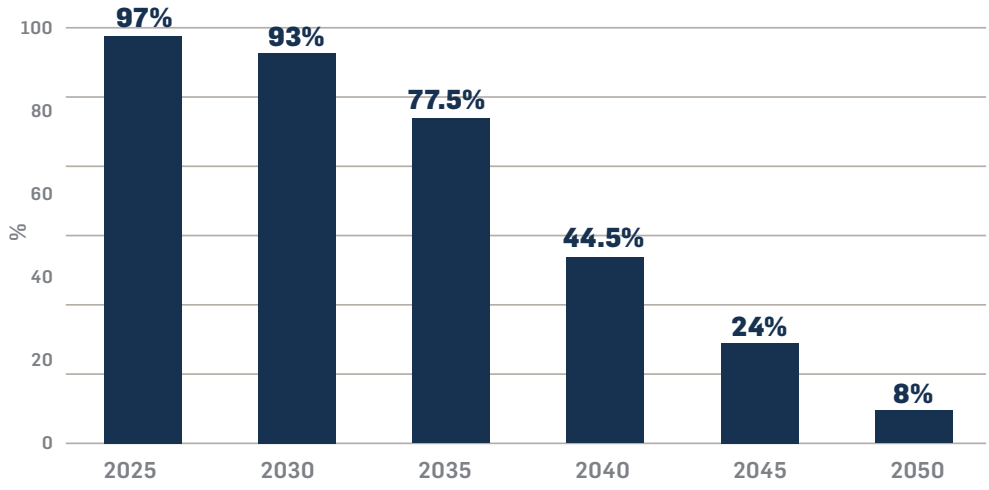
Źródło: OurWorldInData Idane Lee i in.,2021)

Mimo to branża lotnicza roztacza wizję, w której może ona osiągnąć neutralność klimatyczną do 2050 r. bez ograniczenia szybko rosnącego popytu na transport lotniczy[9]. Co więcej, w literaturze nie do znalezienia są przypadki, gdzie regulator krajowy czy unijny przewidział możliwość ograniczenia lotów jako sposób uniknięcia emisji gazów cieplarnianych z sektora. Nawet w ambitnej strategii Wielkiej Brytanii „Jet Zero", przedstawiającej rządowy plan zerowej emisji netto z lotnictwa do 2050 r., przewiduje się 70% wzrostu liczby pasażerów między rokiem 2021 a 2050[10]. Zrzeszenie Międzynarodowego Transportu Lotniczego (IATA), w ramach którego skupionych jest 300 linii lotniczych odpowiedzialnych za 83% ruchu lotniczego na świecie, realizuje cel osiągniecia

9 AACARE Vision 2020 (2001) or Fly the Green Deal, Europe's Vision for Sustainable Aviation, Report of the Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe (ACARE) 2022
https://www.acare4europe.org/wp-content/uploads/2022/06/20220815_Fly-the-green-deal_LR-1.pdf
10 Department for Transport 2022, Jet Zero strategy: delivering net zero aviation by 2050
https://www.gov.uk/government/publications/jet-zero-strategy-delivering-net-zero-aviation-by-2050

neutralności klimatycznej z operacji lotniczych w połowie stulecia w ramach strategii „Fly Net Zero" od 2021 r. Strategia zakłada redukcję emisji w 65% opartą o użycie Zrównoważonych Paliw Lotniczych (SAF), w 13% na nowych technologiach, w 3% na infrastrukturze i optymalizacji operacji lotniczych i w 19% na offsetowaniu i wychwytywaniu CO_2[11]. W wyżej przedstawionym planie warto zwrócić uwagę na niski odsetek faktycznych redukcji emisji poprzez ograniczenie zużycia paliwa, czyli łącznie 16% pochodzące z zastosowania nowej technologii budowy samolotów i zwiększenia efektywności operacyjnej. Linie lotnicze w ramach IATA w znacznej mierze będą skupiały się na offsetowaniu swoich emisji, w szczególności na początku. Offsetowanie nie redukuje emisji, a wręcz pozwala na ich wzrost poprzez odroczenie faktycznych działań mitygacyjnych, jednocześnie tworząc iluzję proklimatycznych zmian w sektorze. Poniższy wykres przygotowany przez IATA dobrze obrazuje odroczenie faktycznych zmian systemowych, gdzie dopiero między rokiem 2035 a 2040 ponad połowa emisji zacznie być redukowana za pomocą innych środków niż offsety.

Szacowana zależność od offsetów w redukcji emisji CO_2 branży lotniczej



Źródło: IATA 2022 Net zero 2050: offsetting and carbon capture
https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---offsetting-and-carbon-capture/

Duża zależność od offsetowania CO_2 w redukcji emisji branży w najbliższych latach może być również tłumaczona długim czasem wymaganym, aby produkcja SAF była na odpowiednio wysokim poziomie, by móc zastąpić konwencjonalne paliwo lotnicze lub aby samoloty z zupełnie nową technologią o zupełnie nowym wyglądzie lub z alternatywnym napędem zostały wyprodukowane i wdrożone w odpowiedniej skali. Warto również zauważyć oderwane od rzeczywistości założenia w strategii „Fly Net Zero", gdzie SAF ma zmniejszać emisje w cyklu życia o 100%, mimo że obecnie jest to między 10-80%, przy czym aktualnie można je zmieszać z konwencjonalnym paliwem najwyżej w proporcjach 50/50[12]. To, czego brakuje w strategii, to natychmiastowych działań, które nie czekają bezczynnie na pojawienie się przełomowych technologii na czas, aby wpływ lotnictwa był zerowy netto do 2050 r., bo to niesie za sobą duże ryzyko niepowodzenia.

EMISJE NON-CO_2

Zanim przejdziemy do omawiania rozwiązań dekarbonizacji transportu lotniczego, warto zwrócić uwagę na rodzaj gazów cieplarnianych emitowanych przez samoloty. Badania wskazują, że emisje gazów cieplarnianych niebędących CO_2 odpowiadają za ponad 2/3 wpływu lotnictwa na klimat[13]. Te gazy to w przeważającej mierze tlenki azotu (NOx), które wydzielane na wysokości przelotowej samolotu cywilnego doprowadzają do tworzenia się ozonu[14]. Podobny efekt cieplarniany jest konsekwencją emitowania pary wodnej i sadzy, które

11 IATA 2022 https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet----iata-net-zeroresolution/
12 Missed Targets: A brief history of aviation climate targets of the early 21st century. May 2022. Produced by Green Gumption for Possible. https://static1.squarespace.com/static/5d30896202a18c0001b49180/t/6273db16dcb32d309eaf126e/1651759897885/Missed-Targets-Report.pdf
13 Cabuzel, T. (2020, November 23). Updated analysis of the non-CO_2 effects of aviation https://ec.europa.eu/clima/news/updated-analysis-non-co2-effects-aviation_en
14 Emisje tlenków azotu powodują również rozpadanie się cząsteczek metanu (CH_4) na dwutlenek węgla (CO_2), co jest pozytywnym zjawiskiem z punktu widzenia klimatu, ale mimo wszystko mają wpływ na ocieplanie klimatu.

przy odpowiednich warunkach lotu tworzą smugi kondensacyjne i w efekcie cirrusy, które zatrzymują ciepło na ziemi, szczególnie w nocy. Dlaczego te emisje mają znaczenie? Nawet pomijając fakt, że gazy cieplarniane niebędące dwutlenkiem węgla (non-CO_2) w przypadku lotnictwa wywołują większy efekt cieplarniany niż emisje CO_2, to istnieją dwa systemowe powody, dla których mają one znaczenie. Po pierwsze, emisje non-CO_2 są systemowo pomijane. Polityka klimatyczna w dużej mierze opiera się na redukcji emisji dwutlenku węgla i to też do tego związku chemicznego uśredniany jest wpływ na ocieplenie klimatu innych substancji[15]. W kontekście lotnictwa wyzwanie polega na tym, że offsetowanie, na którym w dużej mierze polega plan IATA niwelacji emisji na świecie, jest praktycznie w całości oparte na odzysku CO_2 z atmosfery, a nie reszty szkodliwych substancji, czyli *de facto* adresuje jedynie 1/3 problemu. Z drugiej strony emisje non-CO_2 z lotnictwa wzrosną. Jako alternatywa dla nafty lotniczej używanej obecnie przez odrzutowce i turbopropy rozpatrywany jest m.in. wodór i amoniak. Przy ich spalaniu wydalana jest para wodna i tlenki azotu, których efekt cieplarniany został opisany powyżej. W rezultacie zidentyfikowana została pilna potrzeba zaadresowania emisji non-CO_2 z lotnictwa. **Te emisje można obniżyć latając mniej, używając SAF oraz naftę lotniczą z mniejszą zawartością węglowodorów aromatycznych.**

Niewątpliwie przed lotnictwem stoi wiele wyzwań związanych z dekarbonizacją. O ile linie lotnicze w swoich deklaracjach skupiają się na zmniejszaniu intensywności emisji CO_2, o tyle powyżej przedstawione problemy dobitnie pokazują, że to nie wystarczy. Ciągle dynamicznie wzrastające emisje sektora mimo poprawy efektywności paliwowej czy niezaadresowane emisje non-CO_2 są tego najlepszym przykładem. Za to sytuacja nie jest beznadziejna – na świecie, w Unii Europejskiej czy w Polsce do znalezienia są przykłady rozwiązań planowanych czy już w trakcie realizacji. Zostały one przedstawione poniżej.

ZARZĄDZANIE POPYTEM NA TRANSPORT LOTNICZY

Najszybszą odpowiedzią na rosnące emisje z transportu lotniczego jest redukcja popytu. Warto zaznaczyć, że obecnie ten jest utrzymywany na sztucznie wysokim poziomie poprzez zaniżoną cenę biletów nieuwzględniającą wpływu środowiskowego oraz za pomocą programów lojalnościowych pozwalających zbierać mile. Szacuje się, że aż 60% popytu na bilety tanich linii lotniczych jest kupowanych jedynie ze względu na ich niską cenę[16]. Takie ceny biletów są możliwe, ponieważ paliwo lotnicze jest zwolnione z opodatkowania[17], przy tym warto zaznaczyć, że paliwo stanowi około 24% kosztów operacyjnych linii lotniczych[18]. Kolejnym powodem może być brak opodatkowania biletów na loty międzynarodowe przez kraje Unii Europejskiej. W Polsce podatek VAT obowiązuje jedynie na zakup biletów lotniczych na lot krajowy i wynosi on 8%, czyli jest równy podatkowi nałożonemu na bilety kolejowe czy autobusowe. Przy czym warto pamiętać, że loty krajowe w 2019 r. stanowiły jedynie 3,49% wszystkich lotów z Polski[19]. **Tę lukę można zaadresować na poziomie europejskim poprzez wprowadzenie podatku na bilety lotnicze, którego wysokość byłaby zależna od dystansu (im dłuższy, tym większy podatek), klasy przelotu (klasy powyżej ekonomicznej mają znacznie wyższy ślad środowiskowy) oraz liczby lotów wykonanych przez danego pasażera w ciągu roku (im więcej, tym wyższy podatek).**

Koszt dwutlenku węgla z przelotu również jest zaniżony poprzez darmową pulę uprawnień do emisji w ramach EU-ETS, jaką dostaje branża. W 2019 r. darmowa pula sięgnęła prawie połowy uprawnień, jakich potrzebował cały sektor lotniczy. Co więcej, od 2016 r. system EU-ETS obejmuje jedynie loty wewnątrz wspólnoty po ogłoszeniu planów przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) – czyli organizację ONZ zajmującą się lotnictwem cywilnym, o utworzeniu systemu offsetującego emisje obejmującego cały świat. W praktyce oznacza to, że obecnie jedynie około 18% wszystkich lotów z lotnisk w Unii Europejskiej jest objętych systemem EU ETS[20]. System stworzony przez ICAO – CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), w odróżnieniu od EU-ETS, jest mechanizmem offsetowania emisji, w dodatku jedynie emisje wychodzące ponad poziom roku bazowego wymagają offsetowania. Ponieważ ten system miał zacząć działać od 2021 r., początkowo planowano uznać 2020 za

15 Za pomocą wartości ekwiwalentu CO_2 (CO_2e).
16 Climate Change Committee, Behaviour change, public engagement and Net Zero (Imperial College London)
https://www.theccc.org.uk/publication/behaviour-change-public-engagement-and-net-zero-imperial-collegelondon/
17 Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, podpisana w Chicago, art. 24 dostępna na stronie:
https://www.ulc.gov.pl/_download/personel_lotniczy/certyfikacja-organizacji-rejestracjapodmiotow/ symulatory/konwencja_1010_ULC_po_korekcie_16_XI_2020.pdf
18 IATA 2022 Fuel Fact Sheet https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---fuel/
19 KOBiZE 2022 dla UNFCCC
https://cdr.eionet.europa.eu/pl/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envyo86ig/NIR_POL_2022.pdf
20 Transport and Environment 2022, Roadmap to climate neutral aviation in Europe
https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/03/TE-aviation-decarbonisation-roadmap-FINAL.pdf

rok bazowy, natomiast po wybuchu pandemii Covid-19 i radykalnemu zmniejszeniu ruchu lotniczego w 2020 r., ICAO wyznaczyła rok 2019 jako bazowy, co w praktyce oznacza, że system nie zacznie działać, dopóki ruch lotniczy nie wróci do poziomu sprzed pandemii. Ponieważ system CORSIA nie rozwiązuje problemu wysokiego poziomu emisji z lotnictwa, a jedynie dąży do „bezemisyjnego wzrostu" branży, **system handlu uprawnieniami do emisji EU ETS powinien zostać rozszerzony na loty poza granice UE.**

Z drugiej strony popyt na loty jest napędzany dzięki programom lojalnościowym, które zachęcają do podróżowania w zamian za punkty, które mogą być zamienione na loty lub inne udogodnienia w podróży. Do niedawna mile naliczały się w przeliczeniu na przeleciany dystans i nie korespondowały z wydanymi pieniędzmi. To doprowadzało do masowego wykupywania okazyjnych lotów długodystansowych dla zarobienia tanich mil. Dodatkowo, klubowicze byli zachęcani do latania poprzez możliwość zdobycia statusów dających dostęp do luksusowych usług na lotniskach i podczas lotu po przeleceniu odpowiedniej sumy odcinków czy dystansu w ciągu roku. Podobnie, popyt na loty jest budowany za pomocą umów linii lotniczych z bankami, gdzie za wydawanie pieniędzy kartą kredytową banku klient otrzymuje mile do wydania na loty. **Takie programy zachęcają do nadmiernego korzystania z transportu lotniczego bez uwzględnienia konsekwencji środowiskowych i właśnie z tego powodu powinny być zakazane, jak to miało miejsce w Norwegii w latach 2002-2013**[21].

Przy rozważaniu zmniejszenia popytu na transport lotniczy trzeba wziąć pod uwagę, że podstawowym założeniem przy inwestowaniu w nowe lotniska czy samoloty jest wzrost popytu na transport. W sposób oczywisty, przedstawione rozwiązanie dla dekarbonizacji lotnictwa jest sprzeczne z paradygmatem wzrostu, dlatego nie jest możliwe do wdrożenia przez branżę bez wsparcia administracji państwowej, europejskiej czy światowej. **Natomiast już teraz państwa mogą zaprzestać czy ograniczyć inwestycje w nowe lotniska czy ekspansje obecnych, opodatkować podróże lotnicze, aby oddawały koszty środowiskowe oraz zakazać aktywnej promocji niepotrzebnych lotów.** Oprócz tego firmy mogą przenieść spotkania biznesowe do Internetu, co pozwoli ograniczyć podróże samolotowe w tych celach. Zmniejszenie popytu na transport stanowi najprostszy i natychmiastowy sposób redukcji emisji z latania, a jednak okazuje się najtrudniejszy do wprowadzenia i sprzeczny z podstawowym założeniem świata, w którym żyjemy – wzrostem.

21 Climate Change Committee, Behaviour change, public engagement and Net Zero (Imperial College London) https://www.theccc.org.uk/publication/behaviour-change-public-engagement-and-net-zero-imperial-collegelondon/

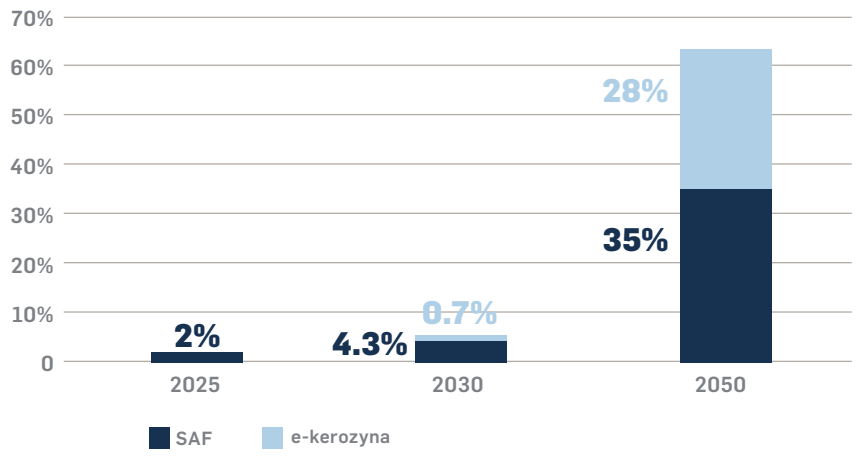
ALTERNATYWNY NAPĘD SAMOLOTÓW

Przy rozważaniu dekarbonizacji lotnictwa nie może zabraknąć przedstawienia alternatywnych paliw i napędów dla samolotów. Pora rozszyfrować, co kryje się pod nazwą Zrównoważone Paliwo Lotnicze (SAF). To paliwo, które nie pochodzi z paliw kopalnych, a z biomasy lub odpadów i ma mniejszy wpływ środowiskowy, biorąc pod uwagę cały cykl życia paliwa, niż te konwencjonalne. Do SAF wliczamy więc zaawansowane biopaliwa oraz e-kerozynę wytwarzaną przez połączenie atomów odnawialnego wodoru z dwutlenkiem węgla wychwyconym z powietrza (*Direct Air Capture* – DAC). Niestety, biorąc pod uwagę definicję ICAO, aby paliwo mogło zaliczać się do SAF, wystarczy 10% redukcja gazów cieplarnianych w całym cyklu życia paliwa[22], mimo że większość linii lotniczych reklamuje SAF jako sposób na redukcję „do 80%"[23] tych emisji. Wielką zaletą SAF jest możliwość ich użycia w obecnie eksploatowanych silnikach samolotów oraz mieszania z klasyczną naftą lotniczą. Obecnie takie mieszanie może się odbywać jedynie w proporcji 50/50 do klasycznego paliwa ze względu na potrzebne węglowodory aromatyczne, które występują naturalnie w paliwach kopalnych, a które niekoniecznie występują w SAF. **Tu rozwiązaniem jest budowa silników w 100% kompatybilnych z tymi paliwami, co większość producentów silników już robi.** Oprócz tego, największymi problemami z SAF jest ich wysoka cena w porównaniu do paliw konwencjonalnych oraz brak masowej produkcji.

Produkcja biopaliw wymaga użycia biomasy. Aby te mogły zostać uznane za zrównoważone, muszą spełniać kryteria, m.in. niekonkurowania z produkcją żywności. To znacznie ogranicza potencjał produkcyjny paliwa z biopaliw dla samolotów do zużytych olejów kuchennych, odpadów komunalnych, słomy czy odpadów z leśnictwa. **Z powodu tych ograniczeń biopaliwa tego rodzaju mogą odpowiadać poniżej 4% zapotrzebowania na energię w 2030 r.**[24] Z drugiej strony produkcja e-kerozyny również niesie swoje wyzwania. Do jej produkcji potrzebujemy odnawialnego wodoru, którego produkcja będzie spełniała warunek dodatkowości, czyli wymaga postawienia źródeł produkujących energię OZE. **Dodatkowo potrzebna jest technologia DAC, czyli wychwyt CO_2 z powietrza. Ta technologia istnieje, chociaż nie na dużą skalę, dlatego jej dostępność, jak i dużej ilości elektrolizerów oraz nowych źródeł OZE, powinna stanowić priorytet.**

Każda z przedstawionych technologii produkcji SAF wiąże się z dużym kosztem związanym w znaczny stopniu z brakiem efektu skali. Z tego względu Unia Europejska w ramach planu ReFuelEU, przedstawionego w ramach Fit for 55 (Gotowi na 55), wprowadza minimalne limity domieszek SAF do paliwa lotniczego. Limity wynoszą 2% w 2025 r., 5%, w tym min. 0,7% e-kerozyny w 2030 r. oraz 63% w tym min. 28% e-kerozyny w 2050 r. **O ile limity pozwolą na zmasowanie produkcji SAFu i w perspektywie obniżenie jego ceny, to – biorąc pod uwagę potencjał do produkcji biopaliw lotniczych – limity na e-kerozynę powinny być większe.**

Minimalne limity SAF w ramach ReFuelEU Aviation



22 https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/ICAO%20document%2005%20-%20Sustainability%20Criteria%20-%20November%202021.pdf
23 https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-and- sustainability.pdf
24 Transport and Environment 2022, Roadmap to climate neutral aviation in Europe https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/03/TE-aviation-decarbonisation-roadmap-FINAL.pdf

Poza SAF rozważane są również inne paliwa alternatywne, które jednak wymagają zmian konstrukcyjnych silników i samolotów, co znacząco wpływa na koszt ich wprowadzenia. Mówimy tu o samolotach elektrycznych, hybrydowych, napędzanych na wodór czy amoniak. Pierwsze **elektryczne samoloty** już istnieją, natomiast ich wadą jest mały zasięg podyktowany dużą wagą baterii. Mimo to **firma DHL** już ogłosiła zakup 12 małych samolotów elektrycznych do przewozu paczek, które powinny dołączyć do ich floty do 2024 r.[25] **Samoloty hybrydowe** oferują trochę większy zasięg, ale przez kontynuację użycia konwencjonalnego paliwa nie dają takich samych efektów redukcji emisji. Na zamówienie 30 samolotów hybrydowych zdecydowała się linia lotnicza **Air Canada** i do 2028 r. chce oferować nimi przeloty regionalne[26]. **Samoloty napędzane wodorem** dzielą się na takie, które posiadają ogniwa paliwowe na wodór, którymi napędzają silniki elektryczne, spalające wodór bezpośrednio oraz hybrydowe wykorzystujące obie te funkcje. Tu przy ogniwach paliwowych problemem okazuje się ich waga. Wyzwanie stanowi również gęstość energetyczna wodoru, która jest czterokrotnie niższa od klasycznego paliwa lotniczego[27]. Przy bezpośrednim spalaniu należy pamiętać, że ulatniająca się z silników para wodna również ma efekt cieplarniany, chociaż niższy niż CO_2. **Napęd na amoniak**, który nie jest co prawda rozważany przez żadnych dużych producentów samolotów, rozwiązuje dużo problemów związanych z wodorem. Jest gęstszy energetycznie, więc nie potrzebuje rozbudowanych baków na paliwo oraz utrzymuje stan ciekły już w temperaturze -33°C, co w porównaniu do wodoru (-253°C) jest tańsze do uzyskania. Należy jednak pamiętać, że produktem ubocznym spalania amoniaku byłyby tlenki azotu, które przyczyniają się do efektu cieplarnianego. Oprócz zmiany napędu do dekarbonizacji lotnictwa mogą się przyczynić również zmiana projektowania samolotów z klasycznych tub ze skrzydłami oraz zmiana projektu silników odrzutowych. Te również zostały uwzględnione w tabelce na stronie obok przygotowanej przez Transport & Environment. Przy rozważaniu poniższych rozwiązań należy zwrócić uwagę na ich potencjał dekarbonizacji do roku 2050. **Ponieważ wiele z tych rozwiązań nie zostanie wprowadzonych w odpowiedniej skali do tego czasu, należy pamiętać o potrzebie zmniejszenia emisji z lotnictwa innymi sposobami.**

25 DHL, https://www.dhl.com/global-en/delivered/sustainability/electric-aircraft-sustainable-logistics.html
26 Reuters, https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/air-canada-buy-30-electric-planes-heartaerospace-2022-09-15/
27 Transport and Environment 2022, Roadmap to climate neutral aviation in Europe, https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/03/TE-aviation-decarbonisation-roadmap-FINAL.pdf

Główne możliwe rozwiązania technologiczne dla lotnictwa w kolejnych dekadach

Technologia	Odpowiedni zasięg (km) i wielkość samolotu	Potencjał redukcji CO_2 w porównaniu z samolotami z 2015 r.	Potencjał redukcji CO_2 floty do 2050 r.	Wejście do użycia dla komercyjnych samolotów krótkiego zasięgu	Główne wyzwania
Technologie ewolucyjne (aerodynamika, materiały i struktura, sprzęt i systemy)	każdy	15-30%	15-30%	Ograniczona ciągła poprawa, nowa generacja po 2030 roku	Brak zachęt do kosztownego rozwoju, luka w innowacji do lat 2030
Technologie napędu na paliwa płynne (otwarty wirnik, silnik na drodze warstwy granicznej)	każdy	20%-30%	20%-30%	2030	Hałas i bezpieczeństwo (otwarty wirnik), inżynieria łopat (silnik na drodze warstwy granicznej)
Rewolucyjna budowa samolotu	W zależności od projektu	30%-50%	<5%	>2040	Bezpieczeństwo; koszty rozwoju
Elektryczny samolot	~ 1000km głównie regionalne odrzutowce	Elektryczny: 100%	<10%	2030-2035	Waga baterii
Hybrydowy elektryczny samolot	1000-2000km, krótki zasięg	W zależności od wielkości i zasięgu	<10%	2030-2035	Większa złożoność przy większym samolocie
Samolot na wodór					Opłacalność ekonomiczna, bezpieczeństwo, waga zbiornika paliwa
- z ogniwami paliwowymi	~1000km, regionalny	100%	~5%	2030	
- hybrydowy (ogniwa paliwowe i spalanie)	~2000 km, wąsko-kadłubowy	100%	~10%	2035	
- spalanie	>2000km, średniej wielkości	100%	~20%	2040	
SAF (w tym e-kerozyna)	każdy	100%	75-100%	Teraz 50% SAF 2030: 100% SAF	Skalowalność produkcji
Optymalizacja prędkości i wysokości lotu	każdy	Do 10% ale wymaga więcej badań		Nowa generacja (2030)	Mało badań i brak zachęt

Źródło: Transport and Environment 2022, Roadmap to climate neutral aviation in Europe https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/03/TE-aviation-decarbonisation-roadmap-FINAL.pdf

Lufthansa Group ma plany zmniejszenia swoich emisji CO_2 o połowę do 2030 r. oraz osiągnięcia zerowej emisyjności CO_2 netto do 2050 roku co zostało potwierdzone przez Science Based Targets Initiative (SBTi). To ma zostać osiągnięte między innymi poprzez zakup około 200 efektywnych paliwowo samolotów, które będą dostarczone do 2030 roku. Takie samoloty spalają 30% mniej paliwa niż te maszyny, które zastępują. Grupa inwestuje również w SAF z bioodpadów, odnawialnego wodoru i CO_2 oraz słońca w procesie Sun-to-Liquid. W tym ostatnim procesie używa się skoncentrowanej energii słonecznej do syntezy płynnych węglowodorów z wody i dwutlenku węgla. Grupa Lufthansa będzie pierwszą grupa lotniczą, która użyje tego rodzaju syntetycznego paliwa lotniczego już w 2023 roku.

OPTYMALIZACJE OPERACYJNE

Oprócz rozwiązań technologicznych warto rozważyć unikania emisji w lotnictwie przez zarządzanie ruchem lotniczym (ATM). Wbrew pozorom samoloty nie latają w linii prostej do lotniska docelowego, ale są kierowane przez kontrolerów ruchu lotniczego przez wirtualne punkty na niebie, tak aby unikały kolizji z innymi samolotami. W rezultacie nie zawsze dobierana jest optymalna trasa lotu, co powoduje niepotrzebne straty paliwa. Aby temu zapobiec, Unia Europejska wdraża rozwiązanie *Single European Sky* (Jedno Europejskie Niebo), które ma za zadanie zintegrować zarządzanie ruchem lotniczym, co pozwoli zredukować koszty ATM, poprawi bezpieczeństwo oraz obniży emisyjność lotnictwa o 10% w stosunku do roku 2004[28]. **Operacyjne usprawnienia dotyczą także *Continuous Descent Approach* (CDA),** czyli ciągłe zniżanie, które pozwala na powolne, ale ciągłe zniżanie samolotu wykorzystujące grawitacje. Dzięki CDA samoloty utrzymują niższe obroty silnika, co daje w efekcie redukcję emitowanego hałasu i gazów cieplarnianych. Badania wykazały, że dzięki tej metodzie emisje na ostatnich 45 km lotu są obniżone nawet o 25-40% w porównaniu do tradycyjnej metody zniżania[29]. Kolejnym rozwiązaniem optymalizacji zużycia paliwa w podróżach samolotem jest **kołowanie z użyciem tylko jednego silnika po wylądowaniu.** Taka prosta procedura pomaga zmniejszyć emisje dwutlenku węgla o 20-40% i tlenków azotu o 10-30% w trakcie kołowania[30]. Do takich rozwiązań dołączyć można również **regularne mycie kadłuba i silników samolotu,** najlepiej na sucho, aby zmniejszyć zużycie wody. To powoduje zmniejszenie oporów aerodynamicznych w powietrzu i potrafi zmniejszyć zużycie paliwa o 3%[31].

Jednym z kolejnych sposobów optymalizacji zużycia paliwa jest **eliminacja zjawiska tankeringu,** czyli tankowania nadprogramowego paliwa na jednym lotnisku, aby zmniejszyć lub kompletnie wyeliminować potrzebę tankowania na lotnisku docelowym. To zjawisko może mieć wyjaśnienie zarówno operacyjne, związane np. z chęcią szybszego odlotu samolotu, jak i finansowe, gdzie linia lotnicza kupuje więcej paliwa na lotnisku z tańszym paliwem, aby uniknąć dużo droższego na lotnisku docelowym. Szacuje się, że ten drugi jest przyczyną 90% przypadków *tankeringu*. Zużycie paliwa w samolocie jest bardzo zależne od jego wagi, dlatego tankering powoduje zwiększenie jego zużycia, a co za tym idzie – emisji gazów cieplarnianych z lotnictwa. W badaniu przeprowadzonym przez EUROCONTROL w 2018 r. szacuje się, że rocznie na terenie krajów członkowskich Europejskiej Konferencji Lotnictwa Cywilnego przez to zjawisko spalono o ponad 0,5% więcej paliwa, co doprowadziło do dodatkowych emisji ponad 900 tys. ton CO_2. Te emisje odpowiadają 2,8 tys. lotów w dwie strony z Paryża do Nowego Jorku lub rocznym emisjom europejskiego miasta ze 100 tys. mieszkańców[32]. Przewiduje się, że zjawisko tankeringu może się rozpowszechnić wraz z wprowadzaniem obowiązkowych mieszanek Zrównoważonego Paliwa Lotniczego (SAF) w Unii Europejskiej w ramach planów ReFuelEU Aviation. **Rozwiązaniem tego problemu jest proponowana w tym samym planie zasada zobowiązująca do kupienia 90% paliwa lokalnie przez samoloty odlatujące z lotnisk w Unii Europejskiej.**

Jak widać, są proste sposoby, aby zmniejszyć emisje w operacjach lotniczych i należy je powszechnie wprowadzić. Natomiast analizując ich potencjał, należy pamiętać, że same w sobie nie doprowadzą nas do zerowej emisyjności netto z lotnictwa. Takie proste rozwiązania pokazują, jakie zmiany powinny były zostać dawno wprowadzone i zmuszają do refleksji, dlaczego zmniejszenie zużycia paliwa, wymagające jedynie zmiany procedury i pozwalające oszczędzić pieniądze i środowisko, jest dopiero teraz wprowadzane.

Artykuł ten stanowi podsumowanie wyzwań stojących przed branżą lotniczą w zakresie dekarbonizacji, ale i rozwiązań, jakie można zaadaptować. **Tekst skupiony jest na samych podróżach samolotem, ponieważ te stanowią 99% emisji z lotnictwa, natomiast należy pamiętać o dekarbonizacji pojazdów naziemnych poruszających się po lotniskach, jak i potrzebie przygotowania infrastruktury lotniskowej do zmiany paliwa, a także wyglądu i wymiarów samolotów.** Niewątpliwie przed branżą, jak i legislatorem jest dużo pracy, zanim lotnictwo będzie gotowe do osiągnięcia zerowej emisyjności netto do 2050 r.

28 European Commission: Air Transport: Single Europan Sky, https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/133/air-transport-single-european-sky
29 F.J.M. Wubben, J.J. Busink, 2000 Environmental benefits of continuous descent approaches at Schiphol Airport compared with conventional approach procedures, https://reports.nlr.nl/server/api/core/bitstreams/03fe8100-763d-4fb9-ac02-7c894237ad33/content
30 NLR, Increasing single-engine taxi operations or taxi on only inboard engines of 4-engine aircraft, https://www.nlr.org/areas-of-change/increasing-single-engine-taxi-operations-taxi-inboard-engines-4-engineaircraft/
31 Dane od Polskich Linii Lotniczych LOT.
32 ICAO Economic Fuel Tankering: A Threat to Aviation Decarbonisation https://www.icao.int/environmentalprotection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ENVReport2022_Art38.pdf

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-thank i ośrodek naukowy założony w 2011 r. 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-thank jako niezależny komitet doradczy sprawuje funkcję Rady Naukowej przy Global Compact Network Poland.

PROGRAM CLIMATE POSITIVE

Działa na rzecz realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ, a w szczególności celu 13. związanego z ochroną środowiska i działaniami w dziedzinie klimatu oraz komplementarnych z nim celów: 6, 7, 9, 11, 12, 14 i 15. Projekty w ramach programu obejmują szerokie działania proklimatyczne, w tym szczególnie nastawione na zmniejszenie emisji CO_2 i rozwój alternatywnych źródeł energii, a także utrzymanie bioróżnorodności, innowacyjne rozwiązania w transporcie, rolnictwie oraz przemyśle, zmniejszanie zanieczyszczenia wód i powietrza, wspieranie zielonych inwestycji oraz zrównoważonego rozwoju miast.

Global Compact Network Poland

Know-How Hub
Centrum Transferu Wiedzy

WYDAWCA:

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

Know-How Hub
Centrum Transferu Wiedzy

REDAKCJA:
Kamil Wyszkowski
Zofia Piwowarek
Magdalena Nowakowska
Zuzanna Pałejko

KOREKTA:
Urszula Śmietana

PROJEKT GRAFICZNY I SKŁAD:
Agnieszka Skopińska
www.rebelzoo.eu

ZDJĘCIA:
unsplash.com
Zuzanna Pałejko

Wielkie podziękowania dla redaktorów i partnerów biznesowych publikacji:

dr Michała Wolańskiego,
Dominika Markuta,
Michała Grobelnego,
Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych,
Grupy Raben,
Spółki BSH,
Northvolt,
Santander i Santander Leasing,
Amazon,
Ikea,
Lidl,
Orange,
Atmoterm,
ING Bank Śląski oraz
Banku Gospodarstwa Krajowego

Warszawa, listopad 2022

Niniejszy Raport został przygotowany w oparciu o dane i materiały źródłowe w sierpniu 2022 r., chyba, że sam Raport w swej treści wskazuje inną datę w odniesieniu do opisywanego zjawiska, danych lub aktów prawnych.

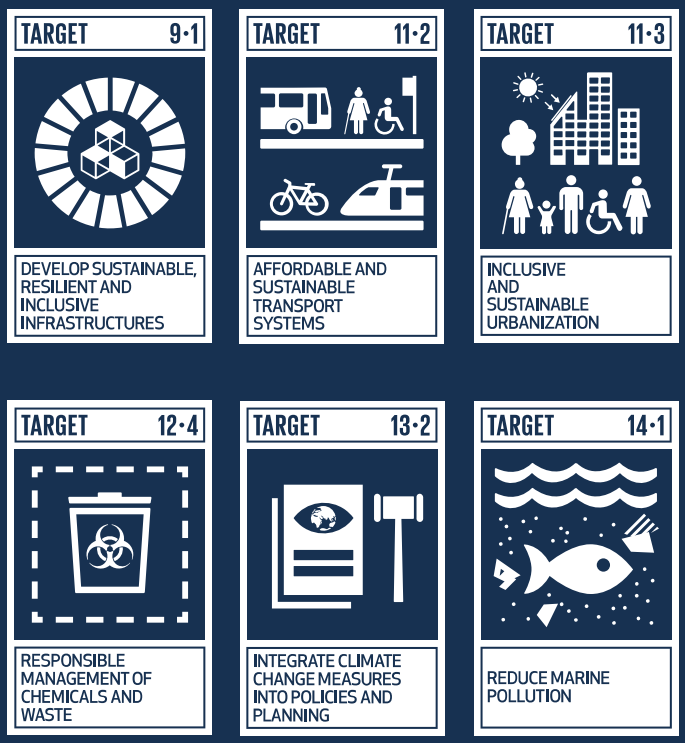
Autorzy prowadzili prace niezależnie, opisując zjawiska oraz opracowując rekomendacje bazujące na danych i materiałach źródłowych, których prawdziwości i kompletności nie weryfikowali. W związku z tym autorzy nie odpowiadają za nie i nie udzielają gwarancji w zakresie poprawności i kompletności niniejszego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

Żaden z Autorów niniejszego Raportu w jakikolwiek sposób nie może być odpowiedzialny za wykorzystanie informacji w nim zawartych bez ich 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©

Network Poland

PROGRAM ACTIVITIES SUPPORTING IMPLEMENTATION OF SDG TARGETS:



ISBN 978-83-965343-6-1

UN GLOBAL COMPACT Network Poland

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