

Green is good

2025

GREEN BOOK



Podróże

Fot. Global Residence Index/Unsplash



Podróże – kolej na czyste przejazdy

- Potrzeba było pięciu lat, aby świat wrócił do pełnej równowagi po kryzysie pandemicznym. W minionym roku liczba podróżujących była tylko o 1 proc. niższa niż przed erą lockdownów.

- Zmiany klimatyczne wyraźnie wpływają także na turystykę: na przestrzeni półwiecza zima się skurczyła o kilka dni, a lat wydłużyło o niemal dwa i pół tygodnia. A upały robią się coraz bardziej nieznosne.

- Z badań UN Tourism wynika, że jednym z głównych wyzwań staje się natłok turystów zarówno w samej podróży, zwłaszcza samolotem (12 proc.), jak i w miejscach docelowych (17 proc.).

- Obok lotnictwa coraz prężniej rozwija się także ruch kolejowy, czego najlepszym przykładem jest Polska. W ubiegłym roku pociągi zabrały 407

mln pasażerów, czyli 72 mln więcej niż przed pandemią (wzrost o 21 proc.).

- Jeszcze lepsze osiągnięcia ma samo PKP Intercity, które obsługuje najdłuższe połączenia. W tym samym czasie liczba podróżujących tu wzrosła z 49 do niemal 79 mln pasażerów, czyli o 61 proc.

- Wraz z popularnością przewozów pociągami rośnie także zainteresowanie kolejami dużych prędkości, które jeżdżą już w 15 krajach, a w wielu kolejnych są w fazie budowy.

- W Europie pracują nad nimi m.in. Brytyjczycy, Czesi i Polacy. Z kolei Duńczycy, Szwedzi, Finowie i Austriacy pracują nad przyspieszeniem swoich linii.

- Powstają też kolejne szybkie korytarze międzynarodowe. W Europie centralną rolę odgrywa Francja,

która łączyła się już z Beneluksem, Wielką Brytanią, Hiszpanią i Niemcami i buduje szybką linię do Włoch.

- Rail Baltica, to z kolei szybki korytarz kolejowy, który Kraje Bałtyckie łączy z Polską, a dalej z Europą.

- Dziś za sprawą Chin liderem w rozwoju kolei dużej prędkości jest jednak Azja, ale nie mniej ważne jest skierowanie na szybkie tory Stanów Zjednoczonych, gdzie buduje się jej kilka odcinków równoległe.

- Jednocześnie trwają prace nad rozwojem Hyperloop. Na całym świecie jest osiem projektów budowy kolei całkiem nowej generacji.

- Pod coraz większą środowiskową presją znalazło się lotnictwo, które pracuje nad dekarbonizacją przewozu powietrznego. Stąd coraz śmielej wykorzystywany jest biodiesiel

określany mianem zrównoważonego paliwa lotniczego (SAF).

- W samolotach eksperymentuje się także z technologią sprawdzoną w samochodach: są plany aby na krótkich lotach wykorzystać akumulatory, a w dalszej perspektywie jako paliwa użyć wodoru.

- Także żegluga pracuje nad tym, aby zacząć odchodzić od paliw kopalnych. Według Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) do końca dekady łączny udział alternatywnych paliw sięgnie około 20 proc.

- Na morzu, podobnie jak w powietrzu największy potencjał mają biopaliwa, które najprościej zaadaptować przy obecnej technologii. Wodór oraz produkowany z niego amoniak w sumie mogą mieć jednak większe znaczenie.



Turystyczny barometr wrócił do równowagi

Fot. Ilnur Kalimullin/Unsplash

● Pięć lat zajęło, aby świat podróży wrócił do równowagi po kryzysie pandemicznym. World Tourism Barometer prowadzony przez UN Tourism, agendę ONZ monitorującą świat podróży, wskazuje, że turystyka międzynarodowa praktycznie odzyskała poziom sprzed 2020 r. W minionym roku liczba podróżujących była tylko o 1 proc. niższa niż przed erą lockdownów. Odbudowała się więc bardzo szybko, bo w 2021 r. była o 69 proc. niższa (w 2022 r. o 34 proc., a w 2023 r. o 11 proc.). Różnie się to rozkłada w zależności od regionów. UN Tourism wskazuje w tym względzie kilka kluczowych trendów, na które warto zwrócić uwagę.

→ W 2024 r. około 1,4 mld międzynarodowych turystów (spędzających przynajmniej jedną noc) odnotowano na całym świecie, co stanowi wzrost o 11 proc. w stosunku do 2023 r. (140 mln osób więcej).

→ Najwolniej ruch odbudowuje się w rejonie Azji i na Pacyfiku, czyli w epicentrum pandemii, gdzie też w czasie lockdownu wprowadzano

największe restrykcje (zwłaszcza jeśli chodzi o Chiny). Tutaj spadek ruchu był najgłębszy – w 2021 r. praktycznie całkowicie zamarł (93 proc. spadku), a w 2024 r. wciąż był o 13 proc. niższy niż przed COVID-19.

→ Najsilniejsze odbicie mieliśmy za to na Bliski Wschód, gdzie liczba przyjazdów z zagranicy wzrosła o 32 proc. powyżej poziomu sprzed pandemii w 2024 r. Tam zresztą odbudowa ruchu nastąpiła najszybciej, rejon w ostatnich latach cały czas zyskiwał bowiem na atrakcyjności. Widać już jednak nasycenie – ubiegłoroczny poziom odbicia był tylko o 1 pkt proc. wyższy niż w 2023 r.

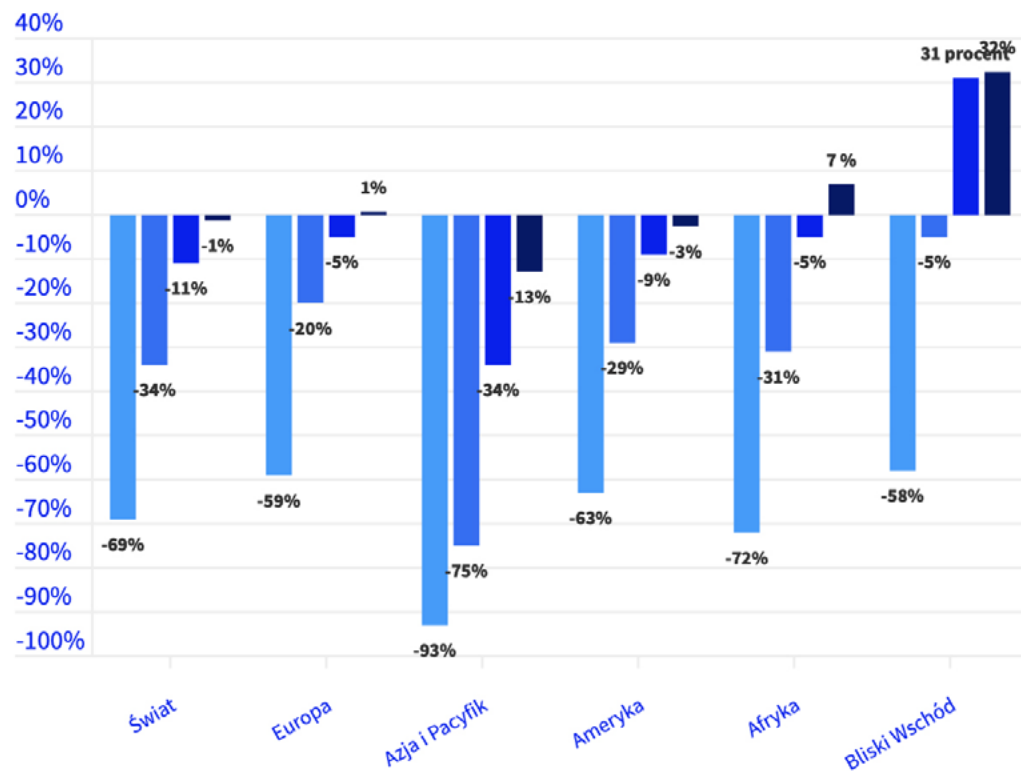
→ Drugim rejonem, który przeżywa największe ożywienie, jest Afryka, gdzie w 2024 r. ruch turystyczny był już 7 proc. wyższy niż w 2019 r. Oznacza to wzrost o 12 pkt proc. względem 2023 r.

→ Nad kreską znalazła się już także Europa, która przyjęła 1 proc. więcej turystów niż przed pandemią – to m.in. efekt większej liczby podróży wewnątrz Europy w sytuacji, gdy zamknięte zostały atrakcyjne kierunki podróży m.in. w Azji.



Przyjazdy turystów zagranicznych, świat i regiony

% zmiany w stosunku do 2019 r. ■ 2021 ■ 2022 ■ 2023 ■ 2024*



Źródło: Turystyka ONZ | Światowa Organizacja Turystyki © • % zmiany w 2019 r. | *Wstępne dane
Dane zebrane przez UN Tourism, styczeń 2025 r. Opublikowano: 20/01/2025

→ Nieco wolniej niż Europa turystycznie odradza się Ameryka – tutaj wciąż jest o 3 proc. turystów mniej niż w 2019 r. W tym rejonie nieco bardziej dotkliwe dla turystów były jednak pierwsze lockdowny i od 2021 r. rynek odbudowuje się w podobnym tempie co w Europie (w niemal każdym roku traci do niej 4 pkt proc.).

→ Z przeprowadzonej w styczniu 2025 r. ankiety UN Tourism wynika, że już w większości, bo 58 proc. krajów, turystyka wróciła do przedpandemicznej kondycji.

→ Całkowite przychody z eksportu z turystyki (w tym transportu pasażerskiego) w 2024 r. szacowane są za to na rekordową kwotę 1,9 bln dol., o blisko 3 proc. więcej niż przed pandemią (w ujęciu realnym). Międzynarodowe wpływy z turystyki pandemiczne straty odpracowały już zresztą w 2023 r.

● UN Tourism spodziewa się zresztą, że mimo wielu nowych wyzwań gospodarczych i geopolitycznych podróże także w 2025 r. będą miały się dobrze. Jak przekonuje organizacja:

→ Pozytywne perspektywy dla sektora znajdują odzwierciedlenie w najnowszym Indeksie Zaufania Turystyki ONZ, z wynikiem 130 na 2025 r. (na podstawie skali od 0 do 200, gdzie 100 równa się podobnym wynikom).

→ Około 64 proc. Panelu Ekspertów Turystyki ONZ wskazuje na „lepsze” lub „znacznie lepsze” perspektywy na 2025 r. w porównaniu z 2024 r.

→ Stąd oczekuje się, że liczba międzynarodowych przyjazdów turystów w 2025 r. wzrośnie od 3 do 5 proc.

→ Styczniowa ankieta UN Tourism wskazuje, że do końca 2025 r. w 81 proc. badanych krajów ruch turystyczny wróci do poziomu sprzed pandemii.

● Sporo do myślenia daje analiza wyników przeprowadzonego w styczniu 2025 r. badania UN Tourism dotyczącego głównych wyzwań dla międzynarodowej turystyki:

→ Główne wyzwanie (58 proc. wskazań) to wyższe koszty transportu i pobytu, czyli podstawowy czynnik ekonomiczny, który wpływa na gospodarkę światową od kilku lat



(czasu wybuchu inflacji). Na to nakładają się czynniki ekonomiczne (51 proc.), czyli związane z tym możliwości finansowe podróżujących. Do tych stricte gospodarczych utrudnień należy jeszcze dodać niskie zaufanie konsumentów (20 proc.), ale także niedobory pracowników.

→ Znakiem czasu jest jednak druga grupa obaw związana z konfliktami zbrojnymi. Po 10 proc. ankietowanych twierdziło, że barierą

dla podróży jest rosyjska agresja na Ukrainę oraz konflikt Hamasu i Izraela, a 31 proc. wskazywało na inne zagrożenia geopolityczne. I jest to trzecia najczęstsza przyczyna niechęci do podróży.

→ Kolejnym memento jest za to czwarte w kolejności wskazanie: 28 proc. ankietowanych obawia się ekstremalnych zjawisk pogodowych. Kryzys klimatyczny staje się więc czymś coraz bardziej namacalnym.

→ Powoli barierą staje się także masowa turystyka jako taka, na co wskazuje niechęć do podróżowania przez natłok turystów w miejscach docelowych (17 proc.), a także podczas samych przelotów (12 proc.) – piszemy o tym dalej.

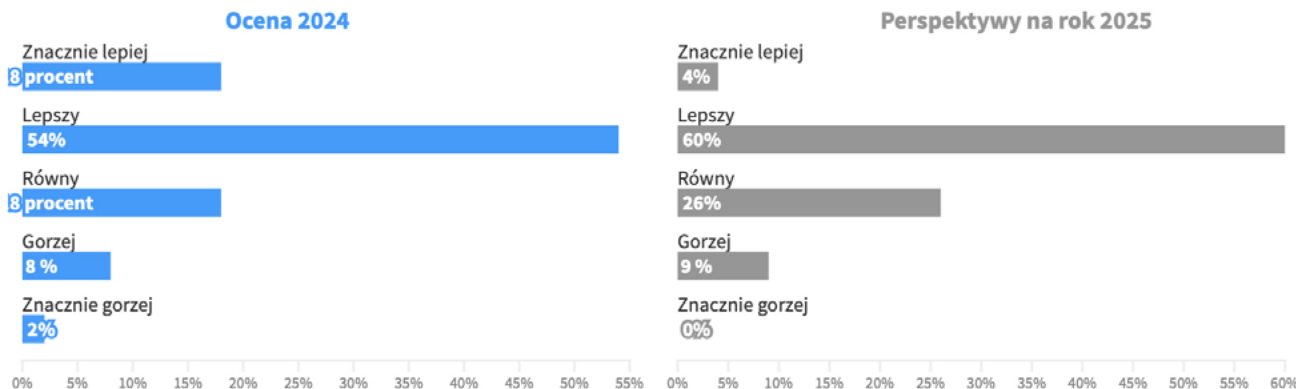
Jakie trzy główne wyzwania będą stały przed turystyką międzynarodową w 2025 roku?

Wyższe koszty transportu i zakwaterowania	58%
Inne czynniki ekonomiczne	51%
Inne ryzyka geopolityczne	31%
Ekstremalne zjawiska pogodowe	28%
Braki kadrowe	22%
Niskie zaufanie konsumentów	20%
Wymagania dotyczące podróży	19%
Problemy z natłokiem turystów w miejscach docelowych	17%
Zatory na lotniskach, opóźnienia i odwołania lotów	12%
Konflikt Hamas/Izrael	10%
Rosyjska ofensywa na Ukrainę	10%
Inne	9%

* A Flourish chart

UN Tourism przeprowadziło globalne badanie wśród Panelu Ekspertów ds. Turystyki ONZ na temat wpływu COVID-19 na turystykę i przewidywanego czasu powrotu do normalności. Dane zebrane przez UN Tourism, styczeń 2025 r. Opublikowano: 20/01/2025 r.

Ocena panelu i perspektywy



Źródło: Styczeń 2025 Badanie Panelu Ekspertów Turystyki UNWTO
Dane zebrane przez UN Tourism, styczeń 2025 r. Opublikowano: 20/01/2025



Trendy w turystyce: #1 zmiany klimatyczne

● Dotychczas zmiany klimatyczne miały przede wszystkim wpływ na zimowe wyjazdy narciarskie. Krótsze, cieplejsze i mniej śnieżne zimy sprawiły, że okienko na wyjazd w góry zrobiło się ciśniejsze. Jak w tym względzie wygląda zmiana sezonów, badali m.in. naukowcy z Chinese Academy of Sciences, zastanawiając się, czy do końca XXI wieku w ogóle utrzyma się układ czterech pór roku.

● Eksperci zbadali cykliczne zmiany sezonowe w latach 1952–2011 i doszli do wniosku, że regularność czasowa została wyraźnie zaburzona. W tym czasie długość lata wzrosła z 78 do 95 dni – czyli około 4,2 dnia na dekadę. Zima skurczyła się od 76 dni do 73 dni – czyli 2,1 dnia na dekadę. Wiosna została skrócona ze 124 do 115 dni, podczas gdy jesień – z 87 do 82 dni. Ponadto wszystkie pory roku stały się cieplejsze. Najbardziej zauważalne zmiany w czasie trwania sezonu zaobserwowano na obszarze Morza Śródziemnego i na Płaskowyżu Tybetańskim.

● Skrócenie zimy i wzrost temperatury sprawiają, że niżej położone ośrodki

otwierają się coraz później, czas ich działania staje się coraz krótszy, a korzystanie z nich obciążone jest ryzykiem przyjscia kolejnych fal odwilży. Te wyżej położone korzystają ze sztucznego naśnieżania, ale przez coraz większą część sezonu niektóre trasy po prostu nie działają. Inny problem mają turyści korzystający z tropikalnych plaż. Woda w oceanach staje się coraz cieplejsza oraz pokryta glonami, utrudniającymi pływanie, ale też wypoczynek na plaży, którą glony pokrywają. Wyższa temperatura staje się też zabójcza dla raf koralowych, które w efekcie bielenia obumierają.

● Najbardziej zaskakujące jednak, że problematyczna zaczyna stawać się nawet letnia turystyka górską. Jeden z najbardziej znanych szlaków w USA – biegnący przez góry, pustynie i lasy na długości 4 tys. km Pacific Crest Trail (PCT) – został zamknięty w wielu miejscach. Winne wszystkiemu są tegoroczne pożary lasów, które przerwały wędrówki turystów. Łącznie zostało zamknięte 1 tys. km tras (które są zniszczone). Część pożarów po prostu spaliła

bezpośrednio poszczególne odcinki szlaków. Inne pokryły trasę gęstym dymem, którego nie można wdychać, bo jest to niezdrowe. Problem polega na tym, że ryzyko dla wędrowców może utrzymywać się jeszcze długo po zakończeniu pożaru. Martwe drzewa mogą spaść na turystów, a spalone obszary są bardziej narażone na osuwiska i powodzie.

● Zmiany klimatyczne powodują, że ekstremalne pożary lasów są częstsze w zachodniej części USA. „Latem wydawało się, że między Kanadą a Meksykiem nie było regionu, który byłby w tym roku wolny od ognia” – tłumaczy Chris Rylee z Pacific Crest Trail Association. Dla wielu osób przejście całego tego szlaku przecinającego Stany z północy na południe jest celem na całe życie. Ale Rylee twierdzi, że zagrożenia czyhające na miłośników pieszych wędrówek na terenach popożarowych mogą położyć kres ich marzeniom o zaliczeniu PCT.

● W Europie od dwóch lat podobną sytuację mamy m.in. w Grecji. Tam już w 2023 r. fale upałów sięgające

45 st. C w połowie lipca wywołały serię pożarów. Jednym z najbardziej dotkniętych nimi obszarów była wyspa Rodos, skąd konieczna okazała się ewakuacja turystów (w sumie objęła ona 19 tys. osób). Ucierpiała także Korfu, gdzie ewakuacja objęła 12 miejscowości, a nawet same Ateny. Przez dwa tygodnie Ministerstwo Turystyki miejscowo utrzymywało stan wyjątkowy. Wszystkie te wydarzenia dobrze tłumaczą wyniki badań UN Tourism, wg których 28 proc. ankietowanych uważa, że ekstremalne zjawiska pogodowe to jedno z kluczowych wyzwań turystyki (patrz wyżej).



Trendy w turystyce: #2 natłok podróży- jących

● Z badań UN Tourism wynika, że jednym z głównych wyzwań staje się natłok turystów zarówno w samej podróży, zwłaszcza samolotem (12 proc.), jak i w miejscach docelowych (17 proc.). Jak w soczewce problem ten skupia się na jednej z najpopularniejszych greckich wysp Santorini. W lipcu tylko jednego dnia na zamieszkaną przez ok. 15 tys. osób wyspę przybywa ponad 10 tys. gości. Ubiegłego lata sytuacja stała się tak uciążliwa, że jeden z przedstawicieli władz samorządowych zaapelował nawet do mieszkańców o ograniczenie przemieszczania się w związku z podwyższonym ruchem turystycznym. Problem ma zresztą szerszy wymiar niż tylko tłok na ulicach.

● „Turystyka niszczy nasze źródło utrzymania” – grzmią mieszkańcy Santorini. Choć wydaje się, że brzmi to trochę absurdalnie – bo przecież z turystów żyje wielu mieszkańców obleganych przez nich miejsc – w tym przypadku Grecy mają rację. A najprostszym przykładem jest produkcja wina, z której wciąż utrzymuje się wielu mieszkańców

wysp. W ciągu ostatnich 20 lat produkcja winorośli na Santorini spadła o 50 proc. Matthaíos Argyros, właściciel największej winnicy na wyspie, powiedział Bloombergowi, że on sam wywiesił już czerwoną flagę. Ponieważ deweloperzy domagają się przestrzeni pod budowę kolejnych hoteli i domów wakacyjnych, ceny gruntów rolnych na Santorini rosną tak gwałtownie, że produkcja wina przestaje się opłacać. Z wyliczeń wynika, że jeśli nie zostanie podjęta żadna forma interwencji, produkcja wina spadnie do zera do 2041 r. Bo problemem są nie tylko grunty, ale też zasoby wody, której zaczyna brakować przez niekończący się ruch turystyczny.

● Nawet Nikos Zorzo, burmistrz Santorini, przekonuje, że w interesie wyspy jest, by nie pozwolić na budowę „ani jednego łóżka więcej”. Tyle że władze lokalne nie mogą zakazać budowy, chcą więc, aby rząd Aten podjął działania. Lokalne władze domagają się wprowadzenia ograniczeń już od 2012 r. To pokazuje, jaka jest skala desperacji. Przeciwni masowej turystyce zazwyczaj są tylko

mieszkańcy, tutaj włączyły się władze lokalne, mimo że ruch turystyczny w teorii sprzyja lokalnej gospodarce. Największymi winowajcami są pasażerowie wycieczkowców, którzy podczas postojów swoich statków korzystają z wyspy, niewiele na niej zostawiając. Premier Grecji Kyriakos Mitsotakis przyznał, że dostrzega problem, jaki bierze się z nadmiernej i niekontrolowanej „podaży turystyki”. W czerwcu ogłosił plan ograniczenia pływania statków wycieczkowych na najpopularniejsze wyspy kraju. „Myślę, że zrobimy to w przyszłym roku” – powiedział Mitsotakis w wywiadzie dla Bloombergu.

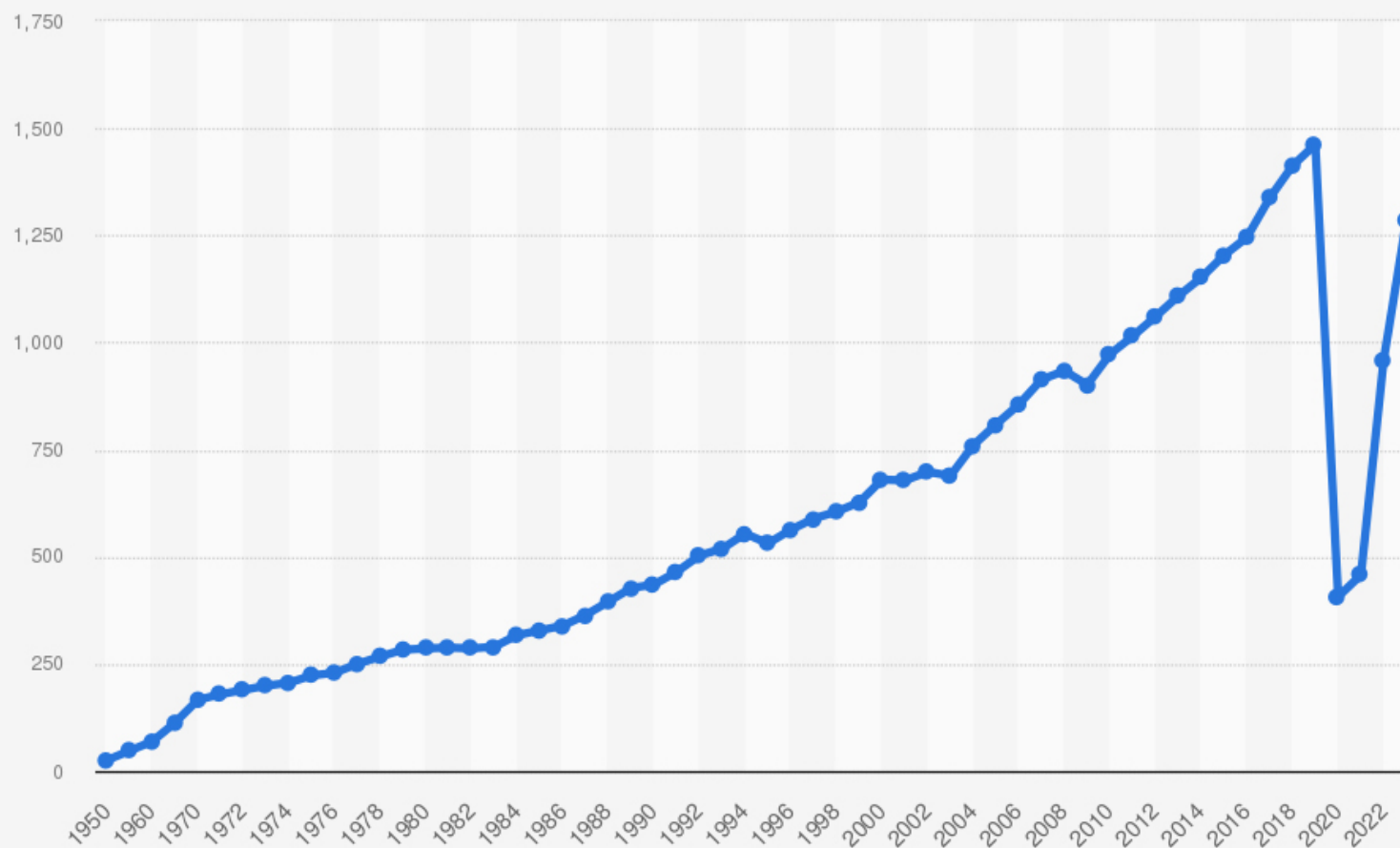
● Nowe przepisy mają ograniczyć całkowitą liczbę miejsc na wyspach oraz wprowadzić procedurę przetargową na sloty. To najnowsza propozycja ograniczenia jednodniowych wycieczek z rejsów wycieczkowych i tempa, w jakim rośnie podróżowanie na niektóre wyspy. Na Santorini liczba turystów w porównaniu z zeszłym rokiem wzrosła o prawie połowę, do 1,29 mln odwiedzających, a na

Mykonos w 12 miesięcy prawie się podwoiła – z 686 tys. do 1,19 mln osób. Konstantinos Revinthis, burmistrz wyspy Serifos, powiedział, że turyści w tym roku muszą się przygotować na niemiłą niespodziankę związaną z niedoborem wody i na narastające korki, które mogą spowodować, że przegapią czas odpłynięcia promu.



Trendy w turystyce: #2 natłok podrózu- jących

Liczba przyjazdów turystów zagranicznych na całym świecie w latach 1950–2023 (w milionach)



Liczba turystów na całym świecie dramatycznie spadła podczas pandemii COVID-19, ale szybko rośnie.
Światowa Organizacja Turystyki (Turystyka ONZ); Statista 2024



Trendy w turystyce: #3 biofilia

Fot. Abhishek Gaurav on StockSnap

● Nie wszystkie nowe trendy w turystyce są jednak negatywne. W przeciwnym kierunku zmiany wzorców urlopowych pcha biofilia, nasza wrodzona, ludzka skłonność do poszukiwania powiązań z naturą. Badania sugerują, że czas spędzony na łonie natury ma wiele korzyści zdrowotnych, w tym obniżenie ciśnienia krwi, poprawę funkcji układu odpornościowego i obniżenie poziomu hormonów stresu. Nic więc dziwnego, że jest to również jeden z najpopularniejszych sposobów na relaks i odmłodzenie 1,3 mld turystów. Jak pokazuje Indeks Rozwoju Podróży i Turystyki 2024 Światowego Forum Ekonomicznego (Travel and Tourism Development Index – TDDI), od 2021 r. użytkownicy serwisu Tripadvisor w swoich wyszukiwaniach skupiają się już nie na restauracjach czy rozrywkach, ale na najpopularniejszych atrakcjach przyrodniczych i kulturalnych krajów, do których podróżują.

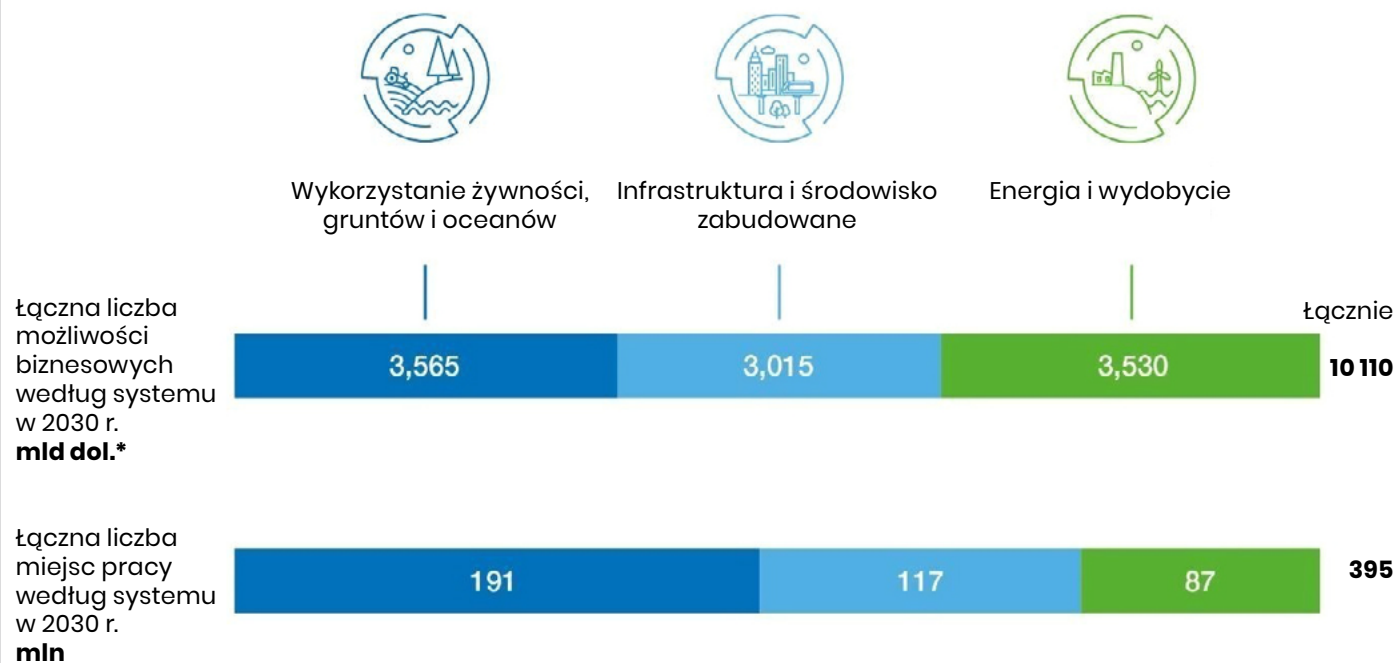
● Turystyka przyrodnicza – kamień węgielny biofilii – generuje ponad 600 mld dol. przychodów na całym świecie. Jak pokazuje raport, dzika przyroda to główny motywator tej

formy spędzania wolnego czasu, który odpowiada za 22 mln miejsc pracy na całym świecie. W samej Afryce generuje 142 mln dol. opłat za wstęp do rezerwatów, nie wspominając już o tym, że 44 bln dol. generowania wartości gospodarczej – ponad połowa całkowitego światowego PKB – jest umiarkowanie lub w dużym stopniu uzależnione od natury. Jest to szczególnie odczuwalne w krajach słabiej rozwiniętych, które w dużym stopniu polegają na dochodach i miejscach pracy generowanych przez podróże. Dziś turystyka stanowi około 8,5 proc. produktu krajowego brutto (PKB) Afryki – kontynentu znanego z atrakcji przyrodniczych.

Związek między przyrodą, turystyką i gospodarką stanie się jeszcze silniejszy, ponieważ coraz więcej osób chce podróżować, zwłaszcza po pandemii COVID-19. Ślad finansowy podróży i turystyki stanowił 9,1 proc. światowego PKB w 2023 r. – nieco ponad 9,9 bln dol. – a w 2024 r. pobił wszystkie rekordy. Szacunki mówią o 11,1 bln dol.



15 transformacji w trzech systemach społeczno-ekonomicznych może przynieść 10,1 biliona dolarów rocznych możliwości biznesowych i 395 milionów miejsc pracy do 2030 r.



*Na podstawie szacowanych oszczędności lub wielkości rynku projektu w każdym obszarze. Stanowią one możliwości przychodów, które są przyrostowe w stosunku do scenariuszy business-as-usual. Tam, gdzie jest to możliwe, zakres jest szacowany na podstawie analizy wielu źródeł. Zaokrąglony do najbliższych 5 miliardów dolarów amerykańskich.

ŹRÓDŁO: Przegląd literatury; Badania rynku; Wywiady z ekspertami; Analiza Alpha-Beta

● Wzrost w branży turystycznej nie może jednak następować kosztem natury i ograniczyć naszego dostępu do biofilnych przestrzeni, zwłaszcza że jego ślad szybko rośnie. Do 2033 r. PKB globalnego sektora podróży i turystyki może zwiększać się w tempie prawie dwukrotnie wyższym niż cała globalna gospodarka, przewiduje World Travel and Tourism Council. Dodałoby to ponad 100 mln nowych miejsc pracy. Zapewnienie ochrony naszych związków z naturą oznacza podjęcie szybkich i skutecznych działań, które pozwolą uniknąć wpływu podróży na lokalne zasoby lub go zrównoważyć. Sektor podróży i turystyki zużywa 5,8 proc. wody i do 8 proc. wydobywania materiałów na całym świecie, czytamy w raporcie.

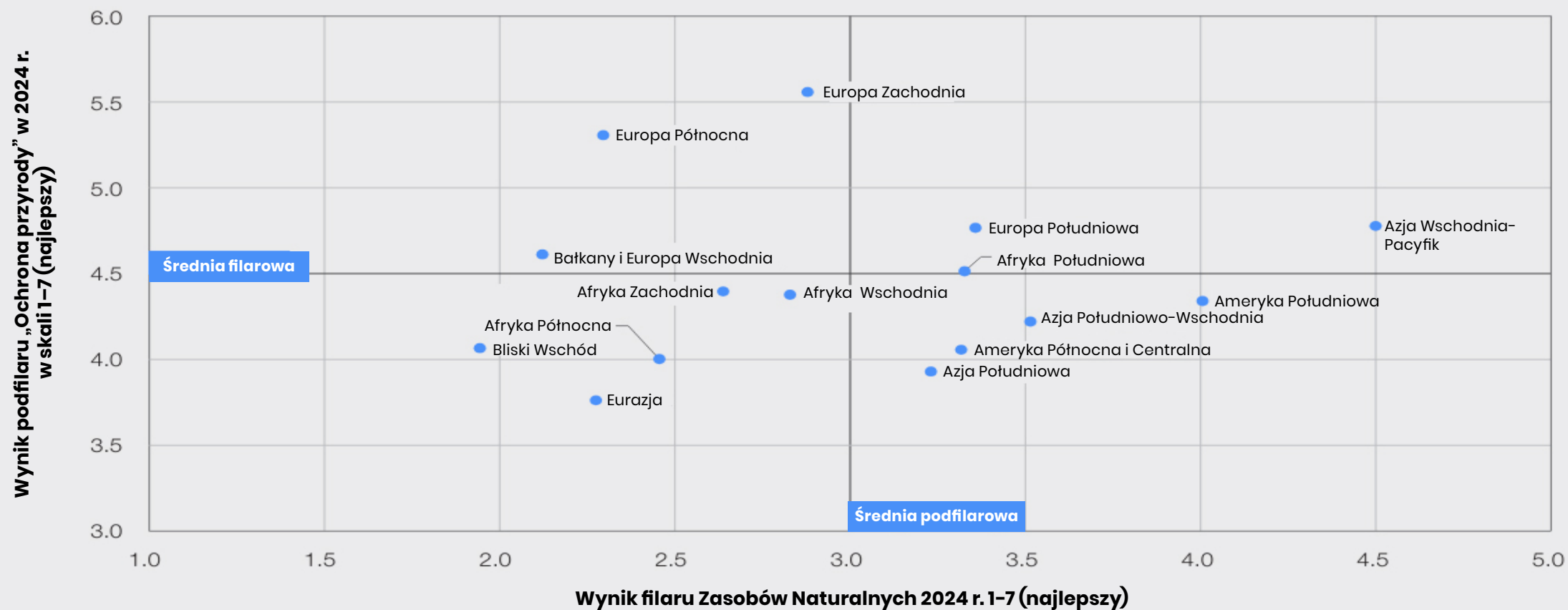
● Poczyniono postępy. Od 2019 r. średnie wyniki segmentu zrównoważony rozwój środowiska w indeksie TTDI wzrosły o 2,7 proc., a zrównoważony rozwój energii wzrósł o 4,6 proc., ponieważ sektor podróży i turystyki obejmował niskoemisyjne opcje energetyczne, takie jak energia słoneczna. Wszystkie te zmiany

dobrze wróżą naszej zdolności do łatwej interakcji z naturą. Jednak podsegmenty zanieczyszczenie oraz warunki środowiskowe od ostatniej edycji TTDI wzrosły tylko o 0,5 proc. Powolne tempo redukcji zanieczyszczenia powietrza, tagodzenia wylesiania i ochrony zagrożonych gatunków negatywnie wpływa na nasze relacje z naturą. Z powodu zanieczyszczeń każdego roku umiera prawie 7 mln ludzi, a ponad 44 tys. gatunków jest zagrożonych wyginięciem.

Autor: Michelle Meineke, Senior Writer, Forum Agenda, tekst pochodzi z serwisu World Economic Forum.



Średnie wyniki subregionalne z 2024 r. dla Zasobów Naturalnych kontra Ochrona Zasobów Naturalnych



Wysiłki na rzecz ochrony zasobów naturalnych różnią się znacznie w zależności od kraju.

Dane: Światowe Forum Ekonomiczne



Trendy w turystyce: #4 miejskie ekowakacje



Fot. VisitCopenhagen

● Nie tylko na łonie natury, ale także w dużym mieście można przeżyć prawdziwie ekologiczny urlop. W 2024 r. dowiodła tego Kopenhaga, nagradzając turystów, którzy podejmują prośrodowiskowe wyzwania. Inicjatywa CopenPay ruszyła w połowie lipca i trwała do 11 sierpnia, obejmując 24 aktywności. Wyzwania miały różny poziom zaangażowania.

→ Zaczynały się od najprostszych czynności, takich jak spacer lub przejażdżka rowerem zamiast samochodem. Jeśli w ten sposób dotarliśmy do Kayak Bar, czekała na nas filiżanka kawy, w barze Level Six zimny napój, w Zoku ekologiczne piwo, w Muzeum Narodowym lody, a Skurets Vinsalg nagradzało kieliszkiem różowego wina i bezpłatnym wypożyczeniem kul do pétanque.

→ Na CopenHill – słynnym stoku narciarskim powstałym na tutejszej elektrociepłowni zasilanej odpadami – niewielki wysiłek, jakim jest spacer lub dojazd rowerem, premiowany był bonusowymi 20 minutami darmowych zjazdów.

→ Do zdobycia były też bardziej konkretne profity, takie jak lunch – miejski ogród Øens Have oferował darmowe posiłki za pomoc przy uprawach, a BaneGaarden za zbieranie śmieci.

→ Motyw usuwania odpadów często się zresztą powtarzał: za ich zbieranie w trakcie rejsu można było popłynąć łodzią (GoBoat) lub za darmo wypożyczyć kajak. Z kolei w największym miejskim parku taki wysiłek nagradzało się kawą i ciastkiem.

→ Najbardziej oryginalny pomysł miała jednak Duńska Galeria Narodowa, w której z przyniesionymi odpadami można było wziąć udział w warsztatach, podczas których robiło się z nich dzieła sztuki.

● „Dzięki CopenPay umożliwiamy ludziom doświadczanie nie zawsze popularnych atrakcji Kopenhagi, jednocześnie odciążając naszą planetę. Chodzi o tworzenie znaczących i niezapomnianych doświadczeń, które są przyjemne oraz odpowiedzialne ekologicznie”, mówi Mikkel Aarø Hansen, dyrektor generalny Wonderful Copenhagen.



Kolej pędzi coraz szybciej

Fot. Mateusz Wysocki/Unsplash

● Polska jest świetnym przykładem, jak szybko rozwijają się przewozy kolejowe, mimo tak dużych turbulencji, jakimi była pandemia. Duże przyspieszenie (8 proc.) odnotowane zostało już w 2019 r. Drastycznie przerwał je lockdown – w 2020 r. spadek sięgnął 38 proc. – ale rynek przewozowy odbudował się błyskawicznie w ciągu dwóch lat. W 2022 r. liczba pasażerów na kolei była już niemal o 2 proc. wyższa niż przed pandemią. A dalej dynamika zrobiła się coraz większa: w ciągu dwóch kolejnych lat do 2024 r. przybyło 65 mln podróży, co oznacza wzrost o 19 proc. (w samym 2024 r. było to 8,8 proc.).

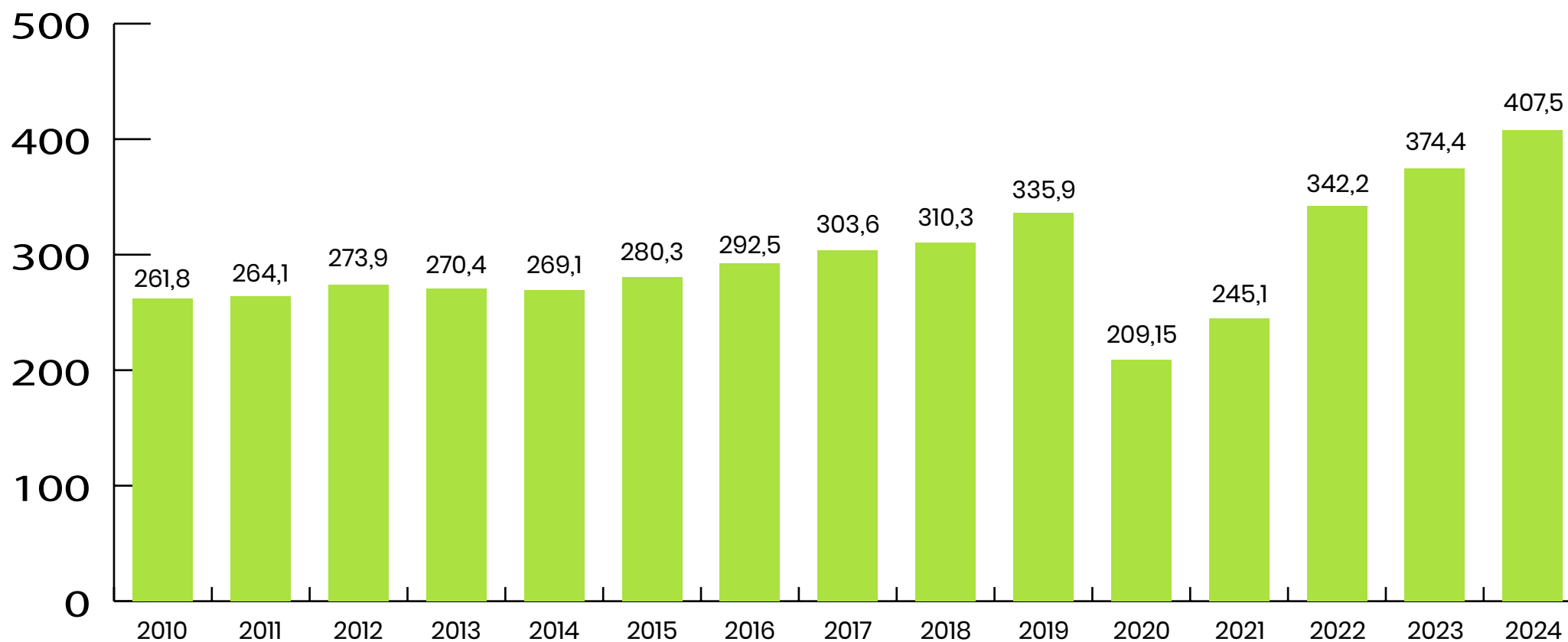
● W 2024 r. jeszcze bardziej niż liczba pasażerów zwiększyła się długość ich podróży liczona w pasażerokilometrach – o 10,2 proc. „Rosnąca popularność kolei to niewątpliwie efekt działań, jakie na przełomie ostatnich lat, podejmowali poszczególni przewoźnicy, jak i pozostali uczestnicy rynku przewozowego w Polsce. Nasze statystyki pokazują, że wysiłek ten przynosi efekty, co powinno być zachętą do dalszych starań o pasażera. Wskaźnik wykorzystania kolei wyniósł 10,8. Czyli statystycznie

każdy mieszkaniec Polski w ubiegłym roku wsiadł do pociągu niemal 11 razy. Porównanie tego wskaźnika z innymi krajami pokazuje, że kolej w naszym kraju ma jeszcze znaczny potencjał do rozwoju” – skomentował prezes Urzędu Transportu Kolejowego (UTK) Ignacy Góra, cytowany w komunikacie.

● Tylko nieco dłużej trwała odbudowa rynku kolejowego w skali globalnej, dynamika rynku jest jednak podobna. Spadek przychodów przewoźników, które w 2020 r. były o 35 proc. niższe niż przed pandemią, pogłębił się jeszcze w kolejnym, 2021 r. (39 proc. vs. 2019 r.). W 2022 r. przewozy zostały już odbudowane do 81 proc. tego co przed pandemią (pod względem przychodów), a w 2023 r. ustanowiły nowy rekord niemal 130 mld dol. przychodów. To ponad 21 proc. więcej niż w 2019 r. W kolejnych latach nie było i nie będzie już takich skoków, jednak z roku na rok przychody mają się zwiększać. W znacznym stopniu wynika to z nowych inwestycji w przejazdy kolejowe – bardzo wyraźnie widać to m.in. w USA – zwłaszcza przy dużych prędkościach, które przyciągają nowych pasażerów.



Liczba przewiezionych pasażerów kolejją w Polsce w latach 2010–2024 (w milionach)



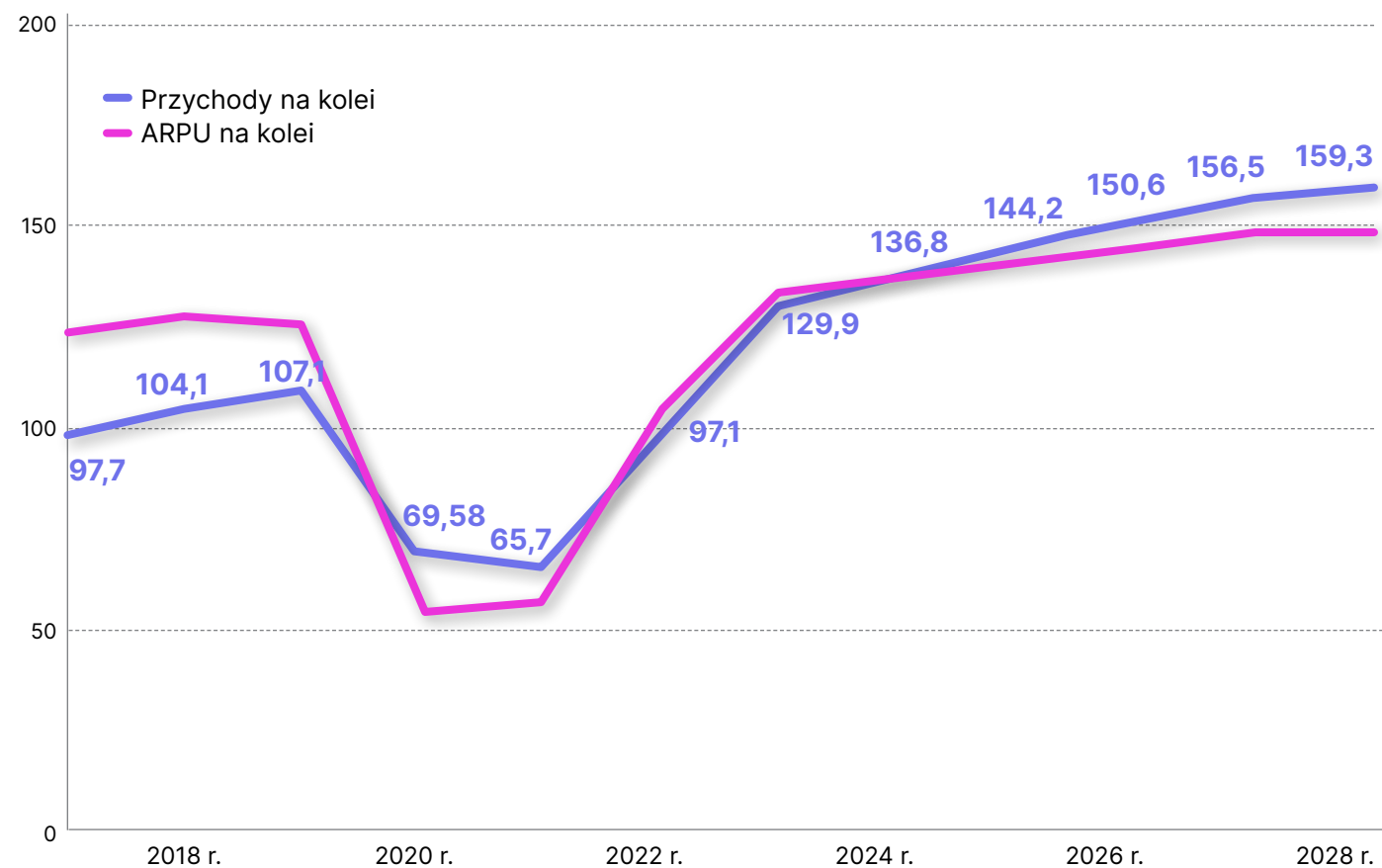
Statystyka na podst. Urzędu Transportu Kolejowego (UTK)



● O wzroście przychodów branży kolejowej z jednej strony będzie decydować coraz większa liczba pasażerów – 4-5 proc. wzrostu rocznie – a z drugiej rosnące w tempie 2-3 proc. ARPU, czyli średni przychód na pasażera. Wpływ na to ma zarówno inflacja, jak i uruchamianie tras oraz przejazdów o wyższym standardzie, za który użytkownicy zapłacą więcej. Dynamika poziomu ARPU dobrze wyjaśnia też rozróżnienie między liczbą pasażerów a przychodami kolei. W 2020 r. to właśnie ten wskaźnik spadł najbardziej – o 56 proc. – z poziomu 126 do 55 dol. Pokazuje to, że chociaż liczba pasażerów nie spadła, o wiele mniej wydawano na bilety. Oznaczać to może zarówno rzadsze, jak i krótsze podróże. To z kolei wskazuje na spadek wyjazdów urlopowych oraz mniejsze obciążenie dłuższych tras międzymiastowych realizowanych przez koleje ekspresowe. W tej sytuacji bardziej odporne na kryzysy były pociągi regionalne, którymi mieszkańcy przedmieść docierają do miejsc pracy. Na takie wyjaśnienie wskazuje znacznie większa odporność na pandemię

transportu publicznego niż branży przewozowej – w 2020 r. przychody pierwszego z nich spadły o 26 proc., a łączny wynik linii lotniczych, kolejowych i autokarowych o 59 proc.

Przychody na kolei i wydatki pasażerów (przychody w mld dol., ARPU w dol.)



Dane: Statista



4 przyczyny sukcesu podróży długodystansowych

Fot. Stanisław Gregor/Unsplash

Największym polskim przewoźnikiem jest Polregio, z usług którego w 2024 r. skorzystało 100,9 mln pasażerów. Jeśli jednak weźmiemy pod uwagę dynamikę rozwoju, to spółka wyspecjalizowana w przewozach regionalnych zdecydowanie ustępuje długodystansowemu PKP Intercity. Podczas gdy w ub.r. liczba osób korzystających z Polregio wzrosła o 3,6 mln, czyli 3,7 proc., w PKP Intercity przybyło 10,5 mln pasażerów, co dało wzrost na poziomie 15,4 proc. W tym niestabnym tempie krajowy przewoźnik, z którego usług dziś korzysta 78,5 mln podróżnych, w ciągu trzech lat wyrośnie na gracza numer jeden. Co stoi za tym sukcesem?

1. Najbardziej widoczne jest **ulepszenie taboru**, które zapoczątkowało wpuszczenie na tory pod koniec 2014 r. 20 składów Pendolino – dokładnie od tego momentu widać znaczące ożywienie w PKP Intercity. Na tym wymiana pociągów się zresztą nie skończyła. W 2015 r. do PKP Intercity trafiło też 20 ośmioczlonowych

składów Flirta produkowanego przez Stadlera (kolejnych 12 w 2022 r.) oraz 20 ośmioczlonowych dartów produkowanych przez Pesę. W krótkim czasie przewoźnik uzbroił się w bardzo nowoczesne i szybkie pociągi liczące łącznie 23 tys. miejsc. Przy czterech połączeniach dziennie daje to roczny potencjał podróży dla **33,6 mln pasażerów**.

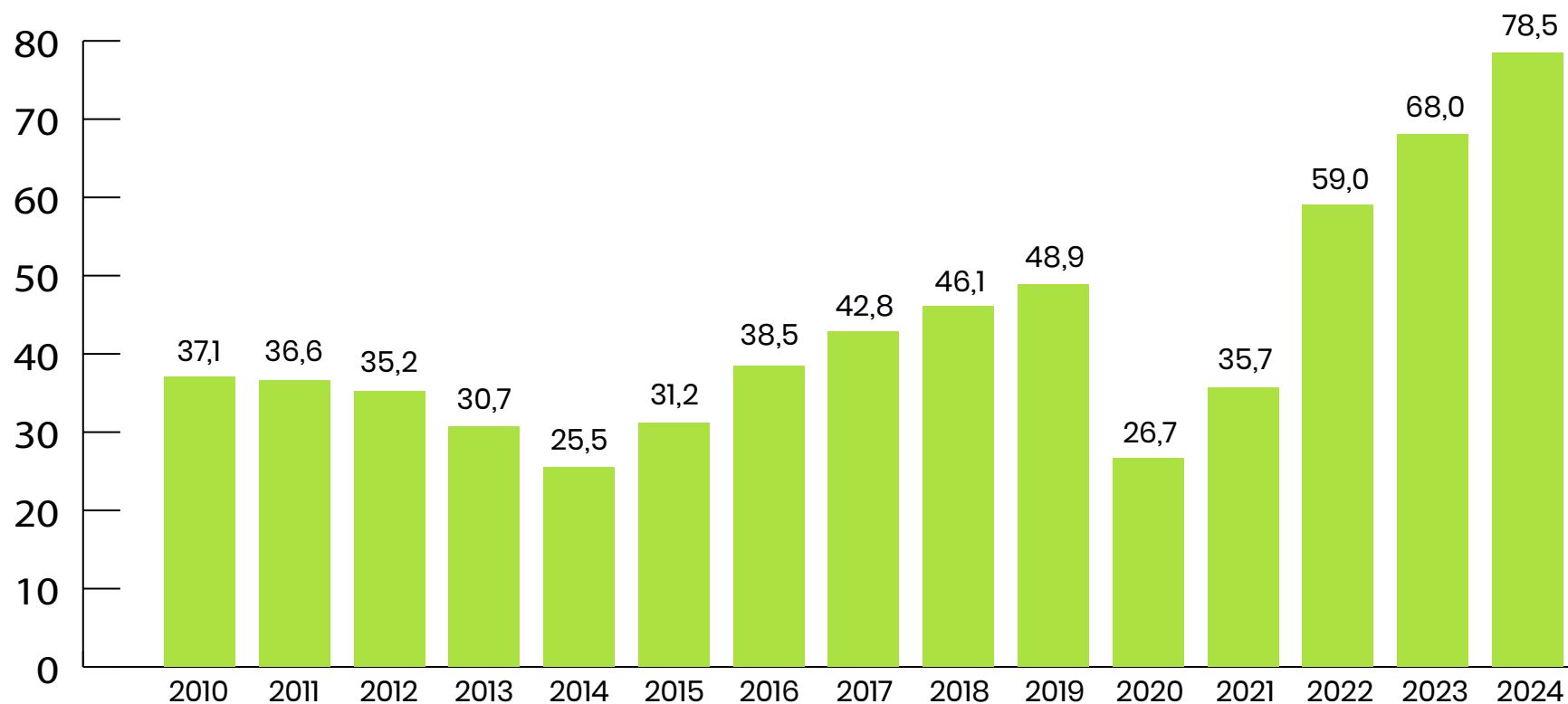
2. Kolejnym czynnikiem sprzyjającym kolejom był ogólny **wzrost zamożności**. W ciągu 10 lat średnia płaca wzrosła ponaddwukrotnie, z 4 tys. do 8,5 tys. zł, a płaca minimalna niemal trzykrotnie – z 1,7 tys. do 4,7 tys. (i pojawiły się zasiłki, z 500+ na czele). To w ogromnym stopniu ożywiło m.in. ruch turystyczny, a więc także podróże koleją – w 2014 r. tylko **29 proc. Polaków** wybrało się na wakacje (TNS Polska), a w ubiegłym roku niemal trzy razy więcej, bo **84 proc., z czego 64 proc. zdecydowało się na urlop w kraju**, co mocno napędza transport kolejowy. Mocno wzrósł też średni budżet, do 5,5 tys. zł, czyli o 12,5 proc. więcej tylko w ciągu jednego roku (International Travel Confidence Index 2024).



3. Trzecią ważną kwestią, na którą zwraca uwagę sam przewoźnik, jest **cyfryzacja sprzedaży biletów**. W tym względzie na kolei mamy dziś tzw. user experience podobny do tego, co znamy z linii lotniczych, gdzie zakupu dokonuje się przez internet i jest przy tym możliwość wyboru miejsc, ale z kilkoma dodatkowymi pozytywami. Przede wszystkim sam proces zakupowy jest prostszy i poza wyborem zniżki nie ma długiej listy opcji, które trzeba odhaczyć, jak przy kupnie biletu lotniczego (bagaż, ubezpieczenie, transfer etc.). Na kolei mamy przy tym bardzo prosty system zwracania biletów, jakiego nie oferuje żadna z linii lotniczych.

4. Sam zarząd PKP Intercity wskazuje także na udaną **politykę promocji** cenowych, takich jak „Taniej z bliskimi”, dzięki której wystarczy podróżować w grupie od 2 do 6 osób, aby wszyscy jej członkowie otrzymali 30 proc. zniżki od bazowych cen biletów.

Liczba pasażerów przewiezionych przez PKP Intercity (w milionach)



Dane: Urząd Transportu Kolejowego (UTK)



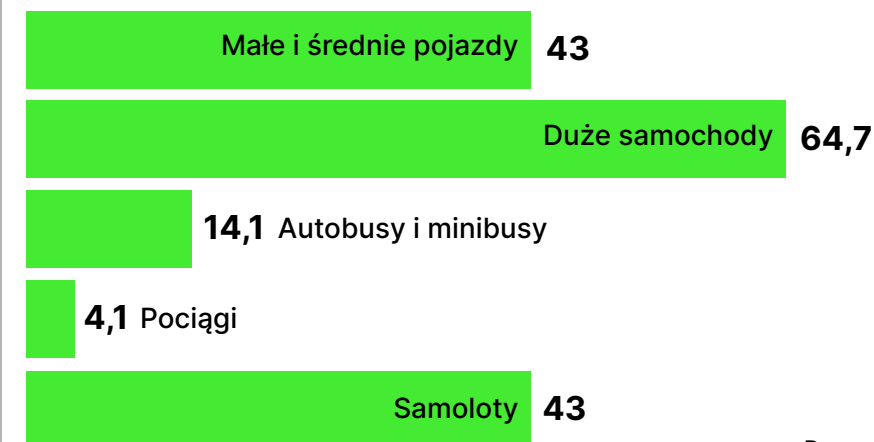
Najczystsza z podróży

● Rozwój kolei promują władze krajowe i samorządowe na całym świecie jako najbardziej efektywny i najmniej emisyjny środek transportu. Z wynikiem 4,1 TOE, czyli ton ekwiwalentu ropy zużytego na wykonanie pracy 1 miliona pasażerokilometrów, całkowicie dystansują konkurencję. Dla porównania autobusy zużywają 14 jednostek, a samochody i samoloty 43 TOE na milion pasażerokilometrów.

● Podobnie jest w przypadku emisji CO₂. W pociągach mamy 19 gr ekwiwalentu CO₂ na pasażerokilometr, w autobusach 63 gr, w samolotach 123 gr, a w średnich i małych samochodach 148 gr.

● Mimo swej naturalnej elektrycznej proveniencji kolej wciąż odpowiada za dużą ilość emisji sięgającą niemal 100 Mt CO₂. Ten poziom kolej przekroczyła w 2019 roku (103,4 Mt CO₂) i od tego czasu znajduje się

Zużycie energii w poszczególnych środkach transportu (w TOE/miliony pasażerokilometrów)



Dane: IEA



poniżej progu – w 2022 roku emisja sięgnęła 94,6 Mt CO₂. Wynika to z faktu, że około 30 proc. przewozów wciąż wykonywanych jest składami z silnikami Diesla – w szczególności dotyczy to pociągów towarowych – a olej napędowy dostarcza większość, bo 53 proc. energii.

● Aby móc realizować scenariusz zerowej emisji netto do 2050 roku (NZE), emisje CO₂ na kolei do

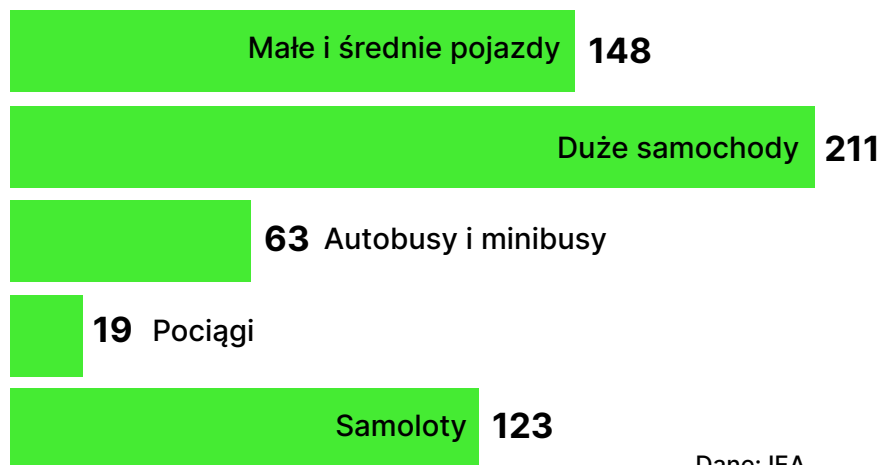
końca dekady musiałyby spadać o blisko 5 proc. rocznie. Wówczas w 2030 roku energia, której kolejom dostarcza ropa, zmniejszyłaby się z 1,28 do 0,86 EJ. To prognozy znacznie bardziej powściągliwe niż te z 2022 roku (wówczas liczone na zmniejszenie zużycia energii oleju napędowego do 0,66), ale i tak przełożyłoby się to na znaczący spadek emisji kolei, do 63,2 Mt CO₂, czyli o jedną trzecią. Aby tego dokonać,

konieczna jest elektryfikacja silników wysokoprężnych tam, gdzie jest to wykonalne, a także stosowanie mieszanek biodiesla i wdrożenie szerokiego zakresu środków zwiększających efektywność przewozu.

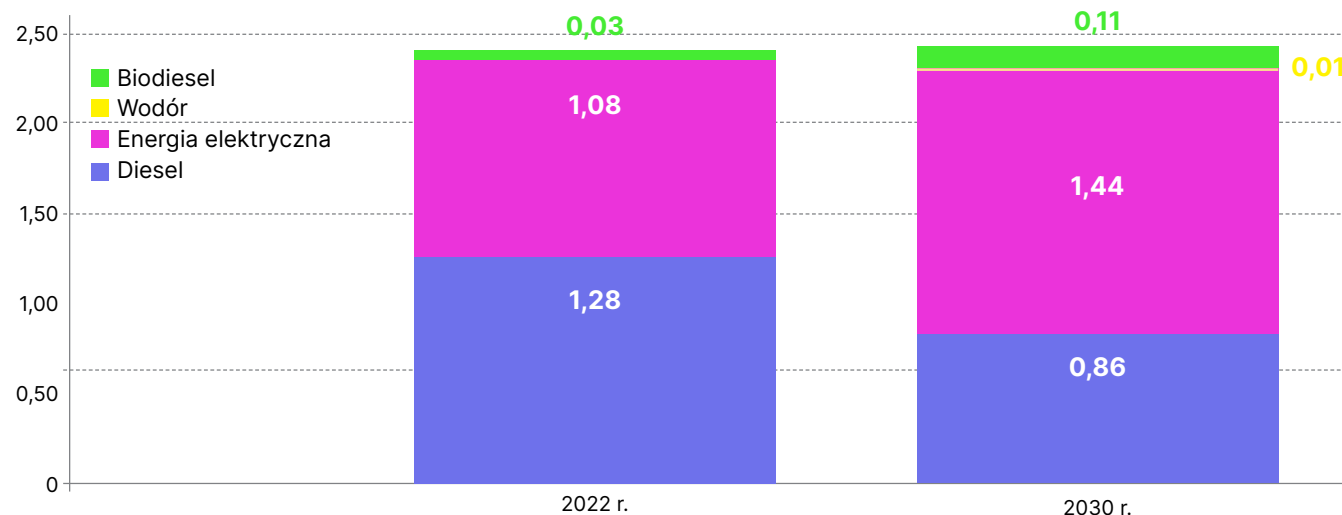
● Międzynarodowa Agencja Energii jako bardziej realistyczny bierze jednak pod uwagę scenariusz bazujący na przyjętych już politykach i programach (STEPS), zgodnie

z którym rocznie spadek zużycia ropy będzie sięgał 1,8 proc., tak aby w 2030 roku udział zmniejszył się do 46 proc. Nieco bardziej ambitny scenariusz zakładający implementację wszystkich złożonych dotąd deklaracji (APS) przewiduje średni roczny spadek o 3,4 proc. (do 40 proc. w 2030 roku).

Emisyjność poszczególnych środków transportu (w gr ekw. CO₂/pasażerokilometr)



Zużycie energii na kolei w podziale na paliwa (EJ)



Dane: IEA, 2030 wg scenariusza NZE



Czyszczenie kolei z diesla

TREND

Z perspektywy pasażera Pendolino może się to wydawać zaskakujące, ale na kolei ponad połowę energii napędzającej przejazdu wciąż dostarcza ropa (ok. 53 proc.). Wszędzie tam, gdzie nie ma trakcji, z której można ciągnąć prąd, w trasę puszcza się lokomotywy napędzane dieslem. To kładzie się cieniem na kolejnictwie uchodzącym za czysty transport. Są dwa sposoby na poradzenie sobie z tym wyzwaniem: elektryfikacja tras, tak aby lokomotywy czerpały energię z sieci, albo zmiana ich sposobów zasilania.

Fot. Intramotev

Trakcja

Nie Niemcy czy Francja ale rozległe Indie mają być pierwszym krajem, w którym sieć kolejowa zostanie w pełni zelektryfikowana. Do końca 2024 r. zelektryfikowano 96 proc. z 68 tys. km linii. Dla porównania Polska dysponuje ponad 19 tys. km torów, z czego 63 proc. – czyli około 12 tys. km – jest zelektryfikowanych. Wg zapowiedzi PKP PLK do końca dekady ta liczba ma się powiększyć 1,8 tys. km, ale w rzeczywistości istotnego postępu nie odnotowano od lat 80., które zakończyły się elektryfikacją 11,4 tys. km torów. Nie odbiegamy jednak od europejskich potentatów kolei: w Niemczech zelektryfikowanych jest 62 proc. tras, a we Francji tylko nieco ponad 50,5 proc. W Europie sieć kolejowa jest jednak znacznie gęstsza niż w Indiach i dużo torów używa się sporadycznie. Tymczasem elektryfikacja to duża inwestycja – około 3,5 mln zł za 1 km (dane: Kolej Plus). Na niektóre trasy bardziej opłaca się więc puścić składy z własnym, ale czystym źródłem zasilania – baterią lub wodorem.

Akumulatory

Skoro ciężarówki można napędzać akumulatorami, to dlaczego nie pociągi. To tzw. Battery-powered Electric Multiple Unit (BEMU), a jednym z pionierów tych pojazdów był Bombardier, którego Talent 3 BEMU w 2018 r. bez trakcji przejechał 100 km. W ciągu czterech lat zasięg zwiększył do 150 km, ale zniknął z horyzontu po przejęciu firmy przez Alstom, który ma własny model BEMU. To podmiejski X'trapolis o zasięgu baterijnym 80 km, którego pierwszy skład trafił w ub.r. do Dublina. Wcześniej lepsze wyniki pokazał Stadler, którego Flirt Akku na bateriach przejechał aż 224 km (choć w specyfikacji ma 150 km zasięgu). Pierwsze jego składy będą jeździć w Danii. Wyjątkowo oryginalne rozwiązanie przedstawił amerykański start-up Intramotev: silniki z bateriami wstawił bezpośrednio do wagonów. Te tzw. TugVolt mają zasięg 160 km i będą rodzajem tirów na torach, od których są 9-krotnie mniej emisyjne.

Gracze

Alstom
Stadler
Hitachi
Siemens
Intramotev



Wodorowa kolej ruszyła powoli

TREND

Podobnie jak w motoryzacji konkurentem baterii na kolei jest wodór. Analogiczna jest też jego przewaga – duży zasięg, który może sięgać nawet 2,8 tys. km na jednym tankowaniu. Na torach to znacznie mocniejszy argument niż na drodze.

Fot. Getty Images/Unsplash

Rozwój

Pierwszy seryjnie produkowany hydrail Coradia iLint na tory wyjechał jednak dopiero w 2017 r. Składy produkowane przez Alstom były w stanie przejechać 600–800 km na jednym zbiorniku paliwa. Z pewnym opóźnieniem do wodorowego wyścigu dołączył Stadler, którego Flirt H2 wjechał na tory m.in. w USA. W stawce nie zabrakło też bydgoskiej Pesy. Po jej wodorową lokomotywę zgłosił się już szwedzki Väte Rail, a bydgoska firma pracuje nad pasażerskim składem wodorowym o nazwie HEMU. Gotowy do drogi ma być w 2026 r. Do wodoru wracają też japońscy pionierzy tej technologii. EJRC we współpracy z Toyotą i Hitachi w 2030 r. chce wprowadzić pierwszy skład, a sama Toyota w ramach projektu FCH2Rail do spółki z hiszpańskim CAF-em w ub.r. przetestowała w Portugalii prototyp składu pasażerskiego. Testy kolei wodorowej prowadzą też Indie i Chile, które chcą je wykorzystać w górnictwie, a amerykański Wabtec pracuje nad lokomotywą do ciągnięcia składów towarowych.

Wyzwania

Tak jak w przypadku innych pojazdów wodorowych największą barierą rozwoju kolei jest koszt. Doświadczyła tego już Dolna Saksonia, która po pięciu latach porzuciła plan rozwoju kolei wodorowej. Koszty operacyjne pociągów wodorowych obsługiwanych przez LNVG okazały się bowiem aż o 80 proc. wyższe w porównaniu z pociągami zasilanymi bateriami. Stąd decyzja o zakupie 102 składów z akumulatorami (do 2029 r.). W podobnym kierunku poszedł Zillertal działający w Tyrolu, który pierwotnie składy zasilane dieslem chciał zamienić na wodorowe, ale po analizie doszedł do wniosku, że przejazdy zdekarbonizuje szybciej i przy znacznie niższych kosztach, używając baterii. Z kolei przetargów na pociągi wodorowe w Rumunii i Holandii nie rozstrzygnięto z powodu braku ofert. Wszystkie te niepokojące symptomy ekspertów Międzynarodowej Agencji Energii skłaniają do wniosku, że przy ograniczonym zasięgu baterii (poniżej 250 km) operatorzy kolejowi bardziej skłonni będą do elektryfikacji sieci na większą skalę.

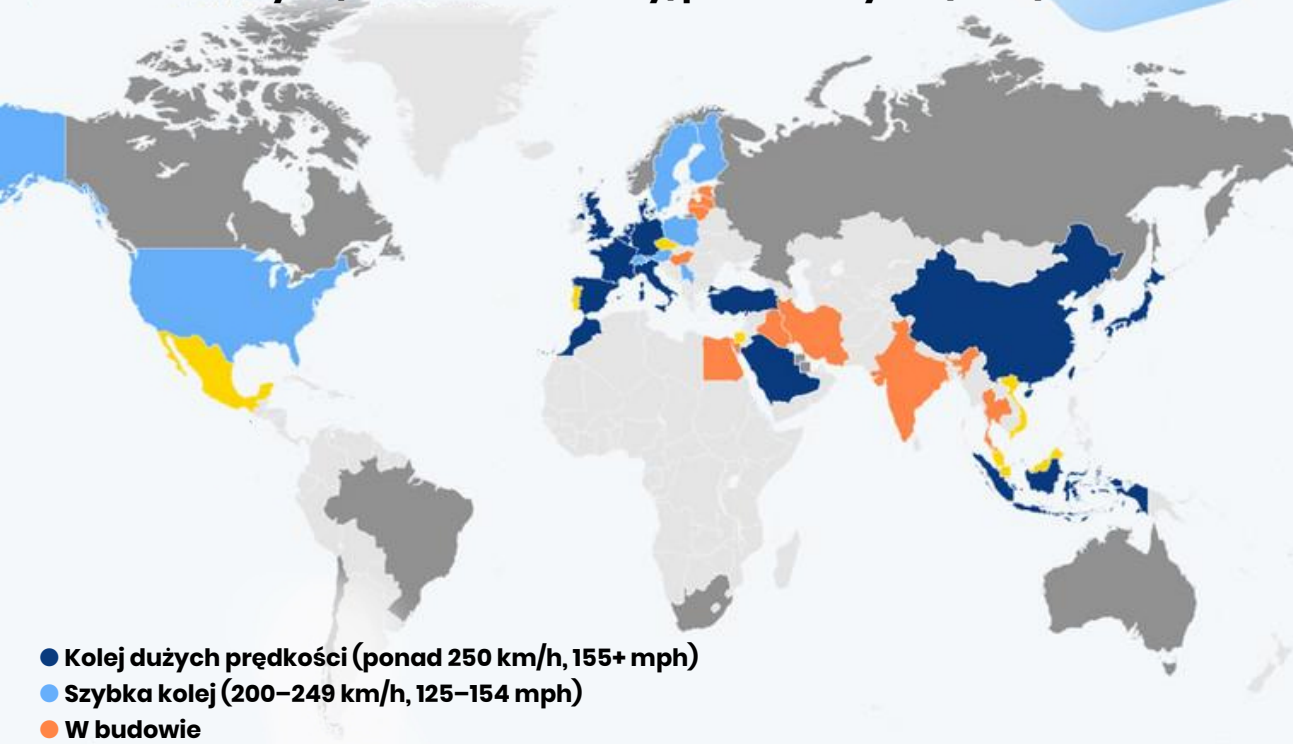
Gracze

Alstom
Stadler
Pesa
East Japan Railway Company
Toyota
Hitachi
CAF
Wabtec



Które kraje mają szybką kolej?

Kraje z sieciami kolei dużych prędkości zbudowanymi/w trakcie budowy/planowanymi (2024)



Oczekuje się, że kolej dużych prędkości w USA powstanie w 2024 r.
Źródło: Międzynarodowy Związek Kolei

Szybkie koleje

Koleje dużych prędkości to specjalność Europy oraz Dalekiego Wschodu. Jeżdżą już w 15 krajach, także w Maroku, Turcji oraz Arabii Saudyjskiej. W Azji (Indie i Tajlandia) oraz na Bliskim Wschodzie (Irak, Iran) i Afryce Północnej (Egipt) mamy też 5 projektów szybkich kolei w budowie.

Szybkie koleje: Europa

Historia szybkich kolei w Europie zaczęła się w 1967 r. we Francji. Pierwszy pociąg jeżdżący z prędkością przekraczającą 200 km/h potoczył Paryż z Tuluzą. Był to jednak skład spalinowy, a według dzisiejszych kryteriów kwalifikował się do tzw. kolei podwyższonych prędkości HrSR (Higher-speed rail). Pierwszy HSR (High-speed rail), czyli pociąg pędzący co najmniej 250 km/h, pojawił się niespełna dekadę później.

→ W 1976 r. we **Włoszech** zbudowano zelektryzowaną linię znaną jako Direttissima pomiędzy Rzymem a Florencją. Do dziś zbudowano tu **1342 km** torów umożliwiających jazdę z prędkością **300 km/h**. We

Włoszech poza państwową **Trenitalia** od 2012 r. działa też NTV, pierwszy na świecie prywatny przewoźnik HSR, używający brandu **.italo**.

→ W 1981 r. swoją pierwszą linię HSR uruchomili **Francuzi** na trasie Paryż – Lyon. Od tego czasu zbudowali **2800 km** tras i są rekordzistami, jeśli chodzi o prędkość. **TGV** rozpędziło się do 575 km/h, ale zazwyczaj jeździ z prędkością **320 km/h**.

→ W 1991 r. przyszedł czas na **Niemcy** i ich **Intercity-Express (ICE)**. Podróż zaczął na trasie Hanower – Würzburg, a od tego czasu sieć kolejowa HSR rozwinęła się tu do **1658 km**. ICE trzeciej generacji jest przy tym najszybciej jeżdżącym po Europie pociągiem – jego regularna prędkość to **330 km/h**.

→ W 1992 r. przy okazji Wystawy Światowej w Sewilli **Hiszpania** uruchomiła szybkie połączenie kolejowe z Madrytu. Od tego czasu **AVE** rozwinęło się w najdłuższą w Europie sieć liczącą **3973 km**. Pociągi jeżdżą tu z prędkością **310 km/h**.



→ W 1997 r. z myślą o szybkim połączeniu Brukseli z Paryżem swoją szybką kolej uruchomiła **Belgia**. Od tego czasu powstały tu cztery linie **HSL** budowane przede wszystkim z myślą o połączeniach transgranicznych z Francją, Niemcami i Holandią. Łącznie mają **336 km** długości, a pociągi osiągają prędkości **300 km/h**.

→ W 2003 r. grono europejskich krajów z pociągami dużych prędkości powiększyła **Wielka Brytania**. Wiązało się to z przyspieszeniem przejazdu przez Eurotunel łączący wyspę z kontynentem. **HS1** zaoferowała podróż na dość krótkim odcinku **110 km** z prędkością **300 km/h**. Brytyjczycy budują kolejną trasę **HS2**.

→ W 2009 r. do europejskiej sieci kolei dużych prędkości dołączyła Holandia. Jej trasa **HSL-Zuid** została skierowana z Amsterdamu, na południe przez Rotterdam, do Belgii. Ma **147 km** długości, a pociągi jeżdżą tu z prędkością **300 km/h**.

→ W 2019 r. własną, chociaż bardzo krótką linię uruchomiła **Dania**. To

element projektu **Timemodellen**, który ma skrócić czas podróży pomiędzy głównymi miastami kraju z Kopenhagi, przez Odense i Aarhus, aż do Aalborga. Pierwszy odcinek dotarł ze stolicy do Ringsted i ma **60 km** długości. Pociągi mogą się tu rozpędzać do **250 km/h**, ale jeżdżą wolniej – 200 km/h, stąd niektórzy na razie klasyfikują ją jako kolej podwyższonych prędkości.



Nowe europejskie projekty HSR (High-speed rail)



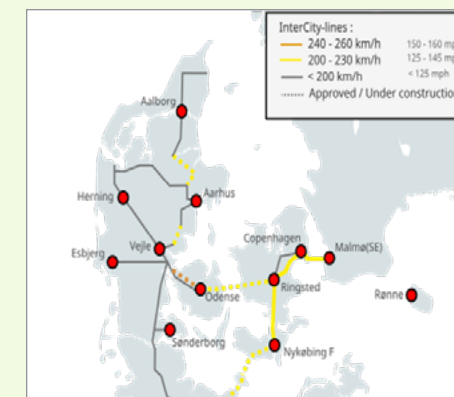
Fot. Getty Images/Unsplash

W Europie mamy też kilka ważnych już prowadzonych i planowanych lokalnych projektów kolei dużych prędkości.

→ W **Wielkiej Brytanii** odcinek HS1 to właściwie łączce międzynarodowe i dopiero druga trasa **HS2** będzie miała typowy charakter krajowy. Budowa wystartowała w 2019 r. i do 2033 r. odcinek o długości 230 km ma połączyć Londyn z Birmingham leżącym w sercu Anglii. Stąd ma biec dalej do Liverpoolu, Manchesteru i Glasgow.



→ W **Danii** w ramach projektu **Timemodellen** większość tras będzie modernizowana, aby pociągi mogły jeździć z prędkością 200 km/h. Zgodnie z obecnymi planami jedynym odcinkiem HSR będzie **Linia Vestfyn** z Odense do Middelfart, gdzie znajduje się most przez cieśninę Mały Belt. To trasa o długości 35 km.



→ W **Szwecji** nie ma szerokiego programu budowy kolei dużych prędkości. Część odcinków torów jest jednak przystosowana do HSR i są to plany modernizacji obecnej infrastruktury, przyspieszające przejazdu do 250 km/h, np. na odcinku Sztokholm – Malmö. Żaden projekt nie został jednak jeszcze zatwierdzony.



→ W Finlandii istnieje podobny do duńskiego projekt **Turun tunnin juna**, który ma przyspieszyć do 78 minut podróż pomiędzy dwoma głównymi miastami: Helsinkami i Turku. Otwarcie 95 km trasy zostało zaplanowane na 2031 r., ale w ub.r. projekt nie zdobył finansowania z budżetu UE.



→ W Austrii skupiają się na modernizacji **Westbahn**, kluczowej linii kolejowej między Wiedniem a Salzburgiem o długości 312 km, aby przyspieszyć tu przejazd do 250 km/h. Pod koniec tego roku ma być też otwarty 127-kilometrowy odcinek **Koralmbahn** łączący Graz z Klagenfurtem.



→ W Czechach w 2017 r. rząd zatwierdził pięć głównych linii łączących największe miasta (główną linią jest **RS1 Praga – Brno – Ostrawa**) i sięgających granic kraju. Łącznie mają mieć 660 km długości, prędkość przewozowa do 320 km/h. Początek prac budowlanych zaplanowano na 2026 r.

→ W Polsce budowa linii **Kolei Dużych Prędkości (KDP) Y** z Warszawy, przez Łódź, do Poznania i Wrocławia powiązana jest z projektem Centralnego Portu Komunikacyjnego. Od lat termin budowy trasy jest przesuwany.

Obecna zapowiedź to start w 2026 r. i uruchomienie pierwszego odcinka (Warszawa – CPK – Łódź) w 2032 r.





Europa otwiera szybkie połączenia międzynarodowe

Fot. Jake Nackos/Unsplash

Chociaż europejskie koleje ze swoimi narodowymi przewoźnikami skupione są w obrębie poszczególnych krajów, skrócenie czasu przejazdu, jakie oferuje HSR (High-speed rail), sprawiło, że doskonale sprawdzają się na międzynarodowych trasach.

→ Francja – Beneluks – Wielka

Brytania – najlepszym przykładem jest w tym względzie opisywany już projekt połączeń Paryża z Brukselą (1997) oraz pociągnięcia tej trasy na zachód przez Eurotunel do Londynu (2003) i na północ do Amsterdamu. W ten sposób powstało modelowe połączenie największych miast zachodniej Europy.

→ **Francja – Niemcy** – w 2007 r., po uruchomieniu trasy LGV Est pomiędzy Paryżem a Strasburgiem, z francuskiej stolicy ruszył pociąg TGV do Stuttgartu i niemiecki ICE do Frankfurtu. Z kolei w 2011 r., po oddaniu do użytku LGV Rhin-Rhône, trasy ciągnącej się do Marsylii, otwarto połączenie z południa Francji do Frankfurtu, które trwa 8 godzin.

→ Francja – Hiszpania

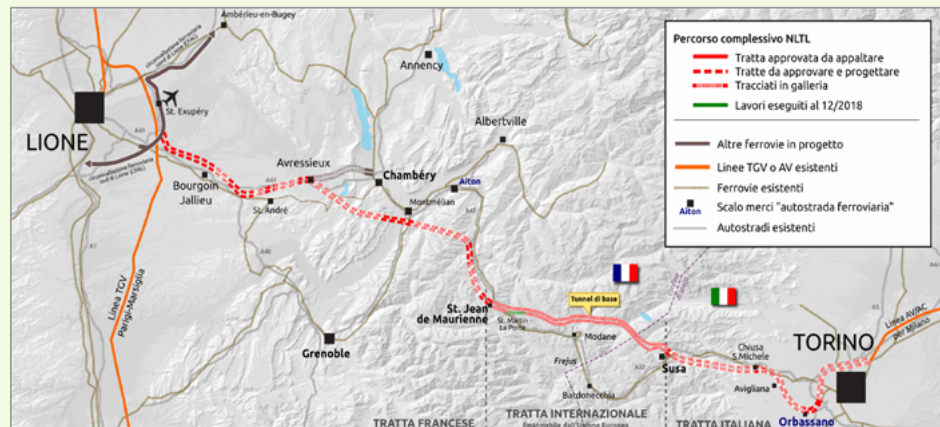
– 131-kilometrowy odcinek linii

kolei dużych prędkości Perpignan – Barcelona przez granicę hiszpańsko-francuską został otwarty w styczniu 2013 r. Dzięki połączeniu sieci Francji i Hiszpanii w tym samym roku TGV mogło ruszyć na trasę Paryż – Barcelona (czas podróży 6 godz. 25 min), a AVE zyskało trzy połączenia: Madryt – Marsylia, Barcelona – Lyon i Barcelona – Tuluza.

Realizowane i planowane projekty międzynarodowych tras HSR

Wszelkie połączenia międzynarodowe tworzone są w ramach **Trans-European high-speed rail network (TEN-R)**. To sieć kolejowa, którą Rada Europejska wytyczyła już trzy dekady temu.

→ **Francja – Włochy** – po połączeniu francuskich i hiszpańskich kolei dużych prędkości następnym dużym projektem jest dotarcie do nich Włoch. Stąd projekt 270-kilometrowej trasy Turyn – Lyon, która obejmować będzie aż 100 km tuneli, w tym najdłuższy na świecie przejazd przez Alpy (57,5 km). Budowa ma kosztować 28 mld euro i zakończyć się w 2030 r.

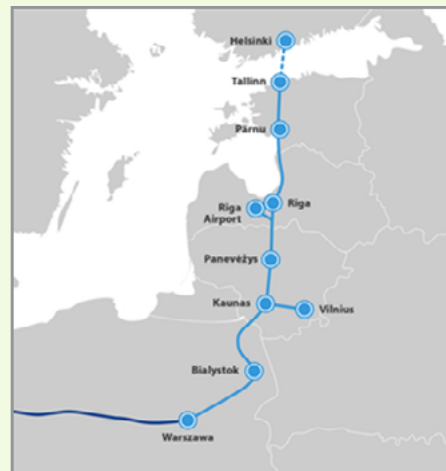


Szwajcarię z Niemiec i Francji do Włoch. Realizacja bardzo złożonego projektu ma potrwać do 2033 r.

→ **Szwajcaria – Niemcy – Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe–Basel** to łącząca Niemcy i Szwajcarię trasa, która gotowa miała być już w 2020 r., ale opóźni się co najmniej o dekadę. Budowa linii z Karlsruhe do Bazylei o długości 182 km ma kosztować ponad 7 mld euro.

→ **Polska – Litwa – Łotwa – Estonia – Finlandia – Rail Baltica** to dziś największy międzynarodowy projekt kolejowy na kontynencie. Przewiduje połączenie kolejowe z Tallina (Estonia)

do Warszawy (Polska), przez Rygę (Łotwa), Kowno i Wilno (Litwa). Jego długość w krajach bałtyckich wynosi 870 km, a w Polsce 374 km. Budowa nowych torów w krajach bałtyckich wystartowała w 2023 r. i ma się zakończyć w 2030 r. Maksymalna prędkość wynosić będzie 249 km/h, a operacyjna wyniesie 234 km/h, co sprawia, że formalnie będzie to kolej podwyższonej prędkości. W Polsce wykorzystane zostaną trzy istniejące odcinki Warszawa – Białystok, Białystok – Ełk i z Ełku do przejścia granicznego Trakiszki – Szestokaj. Zostaną poddane modernizacji, ale



tu maksymalna prędkość będzie znacznie mniejsza, wyniesie 160 km/h.

→ **Niemcy – Czechy – Austria – Via Vindobona** to projekt połączenia Berlina z Wiedniem przez Czechy, który bazować będzie na postępie w rozwoju HSR właśnie w tym kraju. W czerwcu 2024 r. Grupa Wyszehradzka i kraje bałtyckie podpisały deklarację rozwoju kolei dużych prędkości w Europie Środkowej, przewidującą integrację Via Vindobona z Rail Baltica. Kluczową rolę do odegrania miałby tu polski projekt KDP Y, który w Warszawie połączy się z Rail Baltica.

→ **Węgry – Rumunia** – węgierski rząd w 2022 r. ogłosił, że przeprowadzi pierwsze szybkie studium wykonalności na nowej linii zdolnej do osiągnięcia prędkości do 250–300 km/h między Budapesztem a Cluj-Napoca w Rumunii.

→ **Szwajcaria – NRLA, czyli Neue Eisenbahn-Alpentransversale**, to szwajcarski projekt przebudowy linii kolejowych przez Alpy. Dzięki trzem tunelom o łącznej długości 107 km w samym sercu Europy utworzy dwa korytarze północ – południe umożliwiające przejazd przez



Europejskie korytarze dużych prędkości

W ramach gęstej, planowanej transeuropejskiej sieci kolei dużych prędkości TEN-R (Trans-European high-speed rail network) w 2006 r. wytyczono 15 korytarzy, które są traktowane priorytetowo (2006/860/EC). Do kluczowych należy oś z Niemiec na Sycylię przecinająca Europę z północy na południe i dwie równoległe osie wschód – zachód (Lyon – Budapeszt i Paryż – Bratysława):

→ **Berlin – Palermo** – to oś kolejowa o długości 2200 km, która w Niemczech wykorzystuje kilka istniejących tras dużych prędkości (Erfurt – Lipsig/Halle, Norymberga – Erfurt oraz Norymberga – Ingolstadt). Większa część trasy nie została jednak jeszcze zmodernizowana do standardu HSR (High-speed rail). Jeszcze więcej prac trzeba wykonać w Austrii i dopiero od włoskiej

Bolonii pojawia się infrastruktura odpowiedniej jakości (do Salerno).

→ **Betuweroute** – to linia towarowa łącząca port w Rotterdamie z Niemcami.

→ **Oś Lyon – Budapeszt** – to trasa, która z Francji biegnie przez północne Włochy i Słowenię na Węgry. Jej ważnym elementem jest budowana obecnie trasa Lyon – Turyn (powyżej) oraz modernizowana trasa z Mediolanu do Wenecji. Tu w 2016 r. do HST dostosowano już odcinek do Bresscii, a w 2026 r. ma być uruchomiona dalsza część trasy do Werony i dalej do Vicenzy. Trasa do Wenecji zostanie domknięta w 2029 r., gdy do użytku zostanie oddany ostatni brakujący odcinek do Padwy (trasa Padwa – Wenecja działa już od 2007 r.). Dalsza infrastruktura, we wschodnich Włoszech, Słowenii i na Węgrzech, na razie nie pozwala rozwijać dużych prędkości i nie są tu prowadzone żadne prace modernizacyjne.

→ **Multimodalna oś Portugalia**

– **Hiszpania i reszta Europy** – w 2010 r. Portugalia przyjęła projekt budowy





trasy szybkich kolei ze stolicy do Hiszpanii, ale po dwóch latach rząd borykający się z kryzysem zadłużeniowym anulował przedsięwzięcie oszacowane na 1,4 mld euro. W 2020 r. Portugalczycy je reaktywowali i zapowiedzieli, że realizacja potrwa około dekady. Ze swojej strony Hiszpanie budując odcinek Madryt – Estremadura, który ma być gotowy w 2030 r. Transgraniczne połączenie pomiędzy oboma krajami będzie się odbywać na odcinku Badajoz – Elvas.

→ **Kolejowo-drogowa oś trójkąta nordyckiego** – obejmuje przede wszystkim odcinki w Szwecji, m.in. Sztokholm – Malmö, Sztokholm – Charlottenberg (granica Norwegii) i Korsjö (granica Norwegii – Göteborg – Malmö.

→ **Oś towarowa Sines** – **Madryt – Paryż** – ma być to korytarz zapewniający dużą przepustowość przez Pireneje

→ **Oś Paryż – Bratysława** – nazywana też **Magistrale for Europe** czy też

Main Line for Europe, co pokazuje, jak ważny to projekt. Jego zachodnia część z Paryża przez Strasburg do Stuttgartu już istnieje i działa (patrz wyżej). Dobrej jakości infrastruktura jest już też na kolejnym odcinku do Monachium, modernizacja potrzebna będzie na transgranicznym, austro-niemieckim odcinku do Salzburga, a dalej aż do Wiednia kolej skorzysta

z Westbahn, trasy dostosowywanej do HSR (patrz wyżej). Austriacy pracują także nad przyspieszeniem linii do słowackiej granicy, za którą znajduje się Bratysława.

→ **Oś Beltu Fehmarn** – to odcinek, który ma połączyć Danię z Niemcami, z jednej strony sięgając do Kopenhagi, a z drugiej do Hamburga i Hanoweru.



Kluczowa jest tu budowa tunelu pod cieśniną Beltu Fehmarn, który duńską Zelandię oddziela od Niemiec. Projekt wystartował w 2020 r., ma kosztować 9 mld euro i zakończyć się w 2029 r.

→ **Oś Ateny – Norymberga/ Drezno** – korytarz ten ma biec z Grecji przez kolejne europejskie stolicy: Sofię, Budapeszt, Wiedeń oraz Pragę i częściowo, na północy, pokrywać się z Via Vindobona. Żaden z tych odcinków nie spełnia jeszcze standardów HSR, a plany modernizacji mają na razie tylko Czesi.

→ **Oś Gdańsk – Brno/Bratysława** – **Wiedeń** – linia biegnąca głównie przez Polskę będzie korzystać z trasy Gdańsk – Warszawa – Katowice, która pozwala osiągać wyższe prędkości (choć nie HSR). Dalszy odcinek będzie zależał od postępu prac w Czechach.

→ **Oś Lyon/Genua – Rotterdam/ Antwerpia** – to korytarz o rozdwojonym początku. Startuje z Francji (Lyon) i Włoch (Genua), zbiegając się dopiero w szwajcarskiej

Bazylei. Później biegnie przez Niemcy (Karlsruhe, Frankfurt/Moguncja, Mannheim, Duisburg), aby na końcu znów rozdzielić się na porty w Holandii (Rotterdam) i Belgii (Antwerpia). Z punktu widzenia włoskiego odcinka bardzo ważną będzie realizacja przeprawy przez szwajcarskie Alpy w ramach projektu NRLA (patrz wyżej).

→ **Oś kolejowo-drogowa Irlandia/Wielka Brytania/Europa kontynentalna** – jeśli chodzi o standard HSR, to korytarz całkiem hipotetyczny – na razie działa tylko linia HSL łącząca Londyn z kontynentem (patrz wyżej).

→ **Oś Rail Baltica** – ten projekt jest realizowany i opisany został wyżej.

→ **Oś EuroCap-Rail** – to proponowana 397-kilometrowa trasa łącząca Brukselę, Luksemburg i Strasburg, trzy miasta, w których działają ważne instytucje UE. Z politycznych względów dużo dyskutowano na temat tego korytarza, ale wciąż nie przeszedł do fazy realizacji.



Szybkie koleje: Azja



Fot. Unsplash

● W sumie na świecie jest około 60 tys. km linii HSR (High-speed rail). Z tego aż 42 tys. km, czyli 70 proc., znajduje się w Chinach. To pokazuje zarówno postęp, jakiego w dziedzinie kolei dużych prędkości dokonali Chiny, jak i ich dominację. Wyprzedził nawet Japonię, która była światowym pionierem w tym rodzaju transportu. Pierwszy shinkansen z Osaki do Tokio ruszył w 1964 r. z okazji igrzysk olimpijskich – dziś sieć ma 2951 km długości, a pociągi jeżdżą z prędkością 260–320 km/h.

● Dziś Chiny dysponują wielokrotnie dłuższą siecią, mimo że startowały bardzo późno – pierwsza trasa o długości 404 km Qinhuangdao – Shenyang otwarta została w 2003 r., a dopiero po trzech latach osiągnęła prędkość HSR sięgającą 250 km/h. Masowe, prowadzone na dużą skalę inwestycje w rozwój infrastruktury kolejowej w 2009 r. stały się jedną z odpowiedzi na globalną recesję, jaka nastąpiła po kryzysie finansowym. Dzięki temu Chiny zdystansowały cały świat, i to nie tylko pod względem długości, ale także szybkości kolei.

W tym względzie dysponują trzema z czterech najszybszych tras świata. Numerem jeden jest Shanghai Maglev Train (SMT), który dzięki wykorzystaniu technologii poduszki magnetycznej porusza się z prędkością 460 km/h (zbudowana została jednak przez niemieckie przedsiębiorstwo Transrapid International).

● Chiny liczą na osiągnięcie dużych prędkości nie tylko w oparciu o wciąż rzadko komercjalizowaną technologię Maglev. Pod sam koniec 2024 r. zaprezentowały CR450, który ma być najszybszym regularnie jeżdżącym pociągiem świata. Do jego możliwości odnosi się sama nazwa: maszyna ma pędzić z prędkością 450 km/h, dotychczas zarezerwowaną dla pojazdów lewitujących na poduszce magnetycznej. Jest to rozwinięcie modelu CR400, który od 2017 r. ustanowił nowe rekordy prędkości na regularnych trasach konwencjonalnej szybkiej kolei szynowej. Choć CR400 ma możliwość jazdy z prędkością 400 km/h, to na chińskich trasach, takich jak CR Fuxing, porusza się z prędkością 350 km/h. Także jego następca CR450



będzie się poruszał nieco wolniej, niż potrafi, z prędkością 400 km/h, i już w tym roku ma się pojawić na trasie CR Fuxing. Z punktu widzenia chińskiego producenta CRRC to też sukces prestiżowy, bo w ten sposób wyprzedził niemieckiego Siemens, którego składy ICE3 w osiągnięciach na torach jako jedyne nie ustępują CR400.

● Poza Japonią i Chinami na Dalekim Wschodzie działają jeszcze trzy systemy HSR, a wciąż przesuwane plany budowy rozległej sieci z Bangkoku ma Tajlandia.

→ Niemal równolegle z Chinami kolej dużych prędkości uruchomiła także **Korea Płd.**: w 2004 r. ruszył Korea Train Express (KTX), pociąg łączyący dwa największe miasta Seul i Busan. To korytarz, w którym mieszka niemal trzy czwarte populacji kraju. Kolej jeździ z prędkością 305 km/h, chociaż infrastruktura jest zaprojektowana do 350 km/h.

→ W 2007 r. do tego grona dołączył **Tajwan**: trasa Nangang – Zuoying biegnie po zachodniej stronie wyspy,

gdzie żyje 90 proc. mieszkańców. Pociąg jeździ z prędkością 300 km/h.

→ Jako ostatnia do tego grona dołączyła **Indonezja**, która w 2023 r. uruchomiła pociąg Whoosh łączyący Dżakartę z trzecim co do wielkości miastem Bandung. Codziennie odbywa 62 przejazdy z prędkością 350 km/h, dorównując najszybszym chińskim kolejom.

● Pierwszą swoją linię kolei dużych prędkości budują Indie. MAHSR (Mumbai-Ahmedabad High Speed Rail Corridor) to trasa łączyca Bombaj z Ahmadabadem, największym miastem w stanie Gudźarat. Po opóźnieniach spowodowanych pandemią COVID-19 budowa rozpoczęła się w lutym 2021 r., a jej zakończenie planowane jest pod koniec 2027 r., tak aby pociąg mógł ruszyć w 2028 r. Jest to długa, licząca 508 km trasa, którą japoński Shinkansen serii E5 będzie pokonywał z prędkością 320 km/h.

Najszybsze pociągi świata

Maksymalne prędkości eksploatacyjne najszybszych pociągów świata (w km/h)



* Oczekiwane

Źródła: Railway Technology, Statista Research



statista



Szybkie koleje: USA



Fot. Brightline, Amtrak

Pod względem prędkości amerykańska kolej nie zachwyca. O tym, jak bardzo mocno zmarginalizowany to środek transportu, najlepiej świadczy fakt, że do września ub.r. wyszukiwarka tras w Google Maps nie uwzględniała pociągów jako środka transportu. Przez lata działała tu tylko jedna linia podwyższonej prędkości Acela, która łączy Boston z Waszyngtonem. Jej maksymalna prędkość sięga co prawda 240 km/h, ale średnio jeździ z szybkością 110 km/h, co wynika z faktu, że znaczna część torów nie została zmodernizowana. Od kilku lat w USA na kolei panuje jednak wzmożony ruch. I pojawiają się kolejne projekty coraz szybszych pociągów.

Floryda

Amerykanie mieszkający na Florydzie i odwiedzający półwysep wreszcie mogą doświadczyć tego, czym jest jazda szybkim, komfortowym pociągiem. Bynajmniej nie za sprawą narodowego operatora Amtrak, ale prywatnej firmy **Brightline**, która uruchomiła pierwsze w USA nowoczesne połączenie pomiędzy

Miami a Orlando. Wciąż nie jest to HSR (High-speed rail) i tylko pod koniec na odcinku z Cocoa do Orlando rozpędza się do 200 km/h (z Miami startuje z prędkością 130 km/h). Docenić należy jednak skalę przedsięwzięcia: kosztowało 3 mld dol., co jest sporą kwotą jak na prywatnych inwestorów, i obejmowało obszar zamieszany przez 6 mln osób, który do tego co roku odwiedza 150 mln turystów (a lotnisko w Orlando jest bramą do





Florydy i jej parków rozrywki). Sam operator szybko zresztą policzył, że nowa linia mocno zmieni model mobilności i będzie alternatywą dla 3 mln aut. W przeciwieństwie do Amtraku Brightline zaoferował też pasażerom przestronne i komfortowe pociągi z wszelkimi udogodnieniami, takimi jak bezpłatne wi-fi czy przechowywanie rowerów.

Los Angeles – Las Vegas

Ograniczeń prędkości, jakich doświadczają pasażerowie na Florydzie, nie będzie miało kolejne

połączenie, które **Brightline West** szykuje pomiędzy Los Angeles i Las Vegas. To czterokrotnie większe przedsięwzięcie (12 mld dol.) ma być już szybką koleją z prawdziwego zdarzenia, jadącą z prędkością 300 km/h. Imponuje zresztą nie tylko szybkość podróży, ale także budowy: trasa o długości prawie 400 km zaczęła być budowana w 2023 r., a ma być ukończona na początku 2028 r., tuż przed olimpiadą w Los Angeles. Pociąg z Las Vegas dotrze do miejscowości Rancho Cucamonga na obrzeżu LA, gdzie

połączy się z koleją metropolitalną. Trasę, którą samochodem pokonuje się w trzy i pół godziny, szybki pociąg przemknie w około półtorej godziny.

Kalifornia

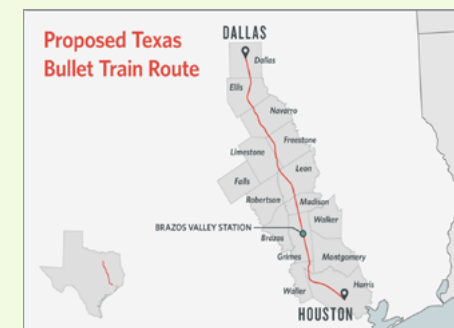
Brightline West nie jest zresztą jedynym projektem kolei dużych prędkości w Kalifornii. Drugi to stanowa, publiczna inicjatywa **California High-Speed Rail (CHSR)**, która ma biec wzdłuż wybrzeża. Wspólnie z pociągami z Las Vegas mają się podzielić 6 mld dol. dotacji,

które ma przekazać rząd federalny, na efekty CHSR trzeba będzie jednak czekać znacznie dłużej. Nie tylko przez mniejszy stopień zaawansowania i wolniejszą budowę, ale także samą koncepcję budowy. Docelowo ma łączyć San Francisco z Los Angeles – koszt całego odcinka oszacowano na 80 mld dol. – ale startuje gdzieś pośrodku i najwcześniej w 2031 r. będzie wozić pasażerów na znacznie krótszej trasie z niewielkiego miasta Merced do Bakersfield. W tym względzie nowa linia będzie uzależniona od postępów na trasie Altamont Corridor Express, która łącząc San Jose i East Bay z Central Valley, jest obecnie przedłużana do Merced. Stąd ma też być poprowadzona nowa linia do Sacramento. W Kalifornii dzieje się zresztą jeszcze więcej, kilka projektów jest w fazie planowania, a przede wszystkim rozbudowuje się połączenie na popularnej trasie z LA do San Diego. CHSR będzie więc swego rodzaju mozaiką połączeń – w sumie 1249 km torów – przez co nie będzie jednego standardu prędkości. Maksymalna ma wynosić 350 km/h, ale na odcinkach

San Francisco – Gilroy i Burbank – Anaheim pociąg zwolni do 180 km/h.

Teksas

Nie mniejszy rozmach ma projekt prywatnej firmy **Texas Central**, która ogłosiła, że chce połączyć Dallas i Houston. To dwie kluczowe aglomeracje Teksasu, łącznie liczące 15 mln ludzi, co gwarantuje popyt na usługi przewozowe. Lot samolotem to wydatek przynajmniej 175 dol., a jeśli uwzględni się czas spędzony na lotnisku oraz potrzebny do przebicia się przez aglomerację w obu miastach do centrum, to podróż wydłuża się do prawie 4 godzin. Na jazdę samochodem musimy przeznaczyć około 3,5 godziny. Szybki pociąg mógłby ją skrócić do 90 minut. Projekt





oparty na technologii japońskiego Shinkansena ma kosztować 20 mld dol. Jego zaletą jest to, że trasa ma podobną długość jak z LA do Las Vegas (390 km), ale prowadzi przez prerię, a nie góry, ma więc znacznie łatwiejsze warunki topograficzne. Podobnie jak w Japonii pociągi będą jeździć tu z prędkością 330 km/h.

East Coast (Wschodnie Wybrzeże)

Na Wschodnim Wybrzeżu państwowy

Amtrak planuje budowę szybkiej linii **Northeast Corridor NEC** nowej generacji, która obecnie jeżdżąc Acelę pchnęłaby na zupełnie nowe tory (a właściwie zastąpiła nowym składem **Avelia Liberty** zwanym też **Acela II**). Według planów sprzed dekady miałyby kosztować około 117 mld dol. i czas podróży z Nowego Jorku przez Filadelfię do Waszyngtonu skrócić do 96 minut, a przejazd z Bostonu do Nowego Jorku do 84 minut (łącznie daje to więc 3 godziny). Cała trasa

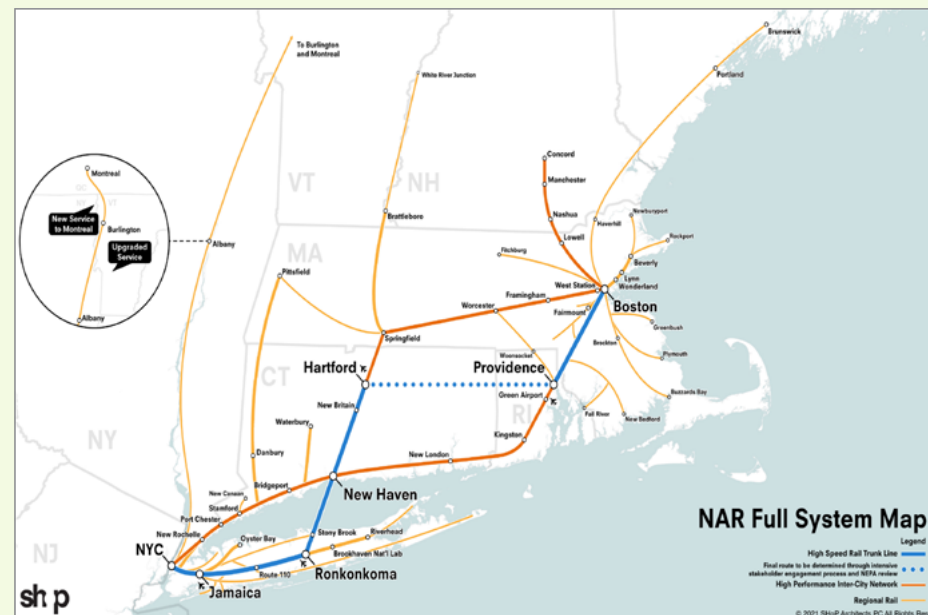
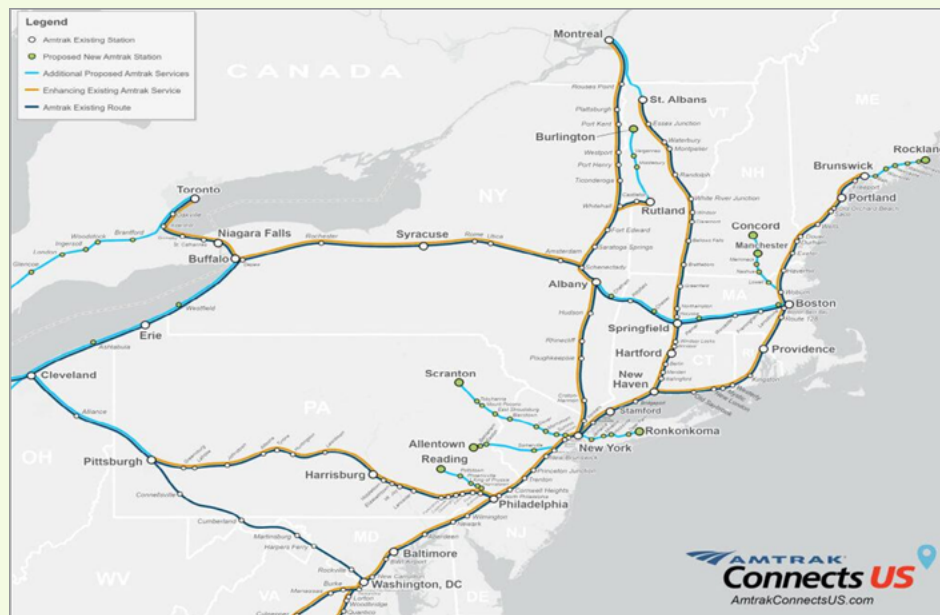
ma długość 735 km, co oznaczałoby średnią prędkość podróży sięgającą 245 km/h. Znacząca poprawa w stosunku do obecnych 110 km/h, plan to jednak odległy, wytyczony na 2040 r. Na razie Federalna Administracja Kolejowa przyznała w 2023 r. 16,4 mld dol. i 2 mld dol. w 2024 r. na modernizację poszczególnych odcinków trasy.

Konkurencyjny jest tu projekt **North Atlantic Rail NAR**, która miałaby

połączyć Nowy Jork z Bostonem i zaoferować przejazdy trwające 100 minut. Zaprezentowany w 2023 r. projekt przewiduje budowę nowych torów na ponad połowie trasy (na odcinku Providence – Hartford oraz New Heaven – Nowy Jork) i modernizację dwóch obecnych tras (Boston – Providence i Hartford – New Heaven). Ma równie odległą 20-letnią perspektywę budowy co NEC i budżet sięgający 105 mld dol.

American West (Zachód)

Na Zachodnim Wybrzeżu obok Kalifornii swoje plany rozwoju kolei przedstawił także stan Waszyngton. W 2023 r. zaprezentował wizję rozwoju projektu **Cascades**, przewidując aż 16 szybkich pociągów dziennie łączących Seattle i Portland, a także zwiększony ruch do Vancouver w Kanadzie i Eugene w stanie Oregon. Przedsięwzięcie wyceniane jest na 42 mld dol. Władzom stanowym marzy się tu ultraszybka kolej jadąca z prędkością 400 km/h.





Czy kolej pofrunie?

TREND

Maglev często jest określany mianem kolei przyszłości i tak dzieje się już od dekad. Technologia wykorzystująca poduszkę magnetyczną stosowana była dotychczas dość rzadko, powstają jednak pierwsze międzymiastowe połączenia. Poza tym technologia ta znalazła także zastosowanie w projektach Hyperloop (o czym dalej).

Fot. Getty Images/Unsplash

Technologia

W przypadku Maglevu zasadniczo mamy dwa modele działania.

– **Zawieszenie elektromagnetyczne (EMS)** wykorzystuje elektromagnesy przyciągające go do toru. Montuje się je od spodu szyny, którą zawieszenie pociągu w kształcie litery C niejako „obejmuje”, dzięki czemu siła magnetyczna równoważy siłę grawitacji i pojazd się unosi (technologię EMS określa się też mianem Transrapid).
– **Zawieszenie elektrodynamiczne (EDS)** wykorzystuje pole magnetyczne, które wytwarzają magnesy (trwałe lub nadprzewodzące) umieszczone zarówno w prowadnicach wzdłuż torów, jak i samym pociągu. Pociąg lewituje więc dzięki siłom odpychającym i przyciągającym między tymi polami. Technologie EMS i EDS powodują, że pociąg się unosi i nie ma kontaktu pojazd – szyna, który powoduje tarcia. W obu przypadkach napędza je liniowy silnik indukcyjny, który przez ruch postępowy generuje pole magnetyczne „wędrujące” wzdłuż linii jazdy.

Rozwój

Pierwszy komercyjny Maglev ruszył w 1984 r., łączyąc lotnisko Birmingham z miastem. W ciągu kolejnych czterech dekad powstało niewiele projektów lewitujących, a do dziś działa siedem takich pociągów. Wszystkie jeżdżą na krótkie dystanse, a najbardziej znany jest ponad 30-kilometrowy tor Szanghaj Maglev, który lotnisko z miastem łączy z prędkością 460 km/h. Pierwszą dużą kolej lewitującą chcą zbudować Japończycy: Chūō Shinkansen ma docelowo połączyć Tokio z Osaką. Będzie mieć długość 438 km i rozpędzi się do 505 km/h. Pierwszy etap ma być gotowy najwcześniej w 2034 r. Nad wartym 1,5 mld dol. projektem międzymiastowego Magleva pracują też Chińczycy – 49-kilometrową trasą Changsha – Liuyang w prowincji Hunan (prędkość 160 km/h) – a o własnej kolei magnetycznej myślą również Amerykanie. Firma Northeast Maglev ma ambicję połączyć Waszyngton z Nowym Jorkiem (pierwszym etapem ma być Baltimore).

Projekty

Shanghai Maglev Train
Linimo
Daejeon Expo Maglev
Changsha Maglev
Fenghuang Maglev
Chūō Shinkansen
Qingyuan Maglev
Northeast Maglev



Cała rodzina Hyperloop



Fot. HyperloopTT

Założeniem transportu Hyperloop jest umieszczenie 25–30-osobowych kapsuł (tzw. strąków) w rurze, w której panuje bardzo niskie ciśnienie (pierwotne założenie to 100 Pa), co eliminuje opory powietrza. Sam pociąg nie będzie mieć kontaktu z podłożem – stąd m.in. pomysł na magnetyczną lewitację – a koncepty napędu są dwa. Pierwotna propozycja przewidywała umieszczenie na dziobie wirnika zwanego wentylatorem kanałowym, dzięki czemu kapsuła byłaby napędzana podobnie jak samolot (tę technologię rozwija Zeleros). Firmy, które zaczęły wdrażać konkurencyjną technologię, korzystając z układów magnetycznych – jak np. Hyperloop One, HyperloopTT, TransPod, T-Flight czy Nevomo – sięgnęły jednak po liniowe silniki elektryczne, znane m.in. z lewitującej kolei magnetycznej typu Maglev. Zmiana pola napędza wagoniki. W Hyperloop ma się to odbywać w próżni, więc osiągnięcia będą znacznie większe (rekord Magleva to 603 km/h). Pierwszy pomysł na budowę Hyperloop w 2012 r. w Kalifornii zgłosił Elon Musk, a dziś na

HYPERLOOPTT



całym świecie pracuje nad nim kilka zespołów inżynierskich.

HyperloopTT

To prawdziwy weteran branży – Hyperloop Transportation Technologies założona została w Kalifornii w 2013 r. Pierwotnie zamierzała rozwijać trasę z Los Angeles do San Francisco, a z biegiem czasu zdecydowała, że chce połączyć Chicago z Cleveland (Great Lakes), przez ponad dekadę wyrosła jednak na firmę międzynarodową działającą w 40 krajach. Obok amerykańskiego uruchomiła jeszcze cztery projekty: w Tuluzie, Abu Zabi, Hamburgu i Wenecji.

→ **Tuluza** – tu w latach 2017–2023 HyperloopTT miał swoje centrum R&D i robił testy na 320-metrowym torze, ale po ich zakończeniu zaprzestał aktywności. W tym samym roku przeniósł też swoją siedzibę z Tuluzy do Wenecji.

→ **Abu Zabi** – po przygotowaniu studium wykonalności w 2018 r. HyperloopTT i Aldar Properties

podpisały umowę na opracowanie pierwszego 10-kilometrowego odcinka między Abu Zabi a Dubajem. Projekt miał być gotowy w 2023 r., ale został odłożony z powodu pandemii (HyperloopTT nie informuje o jego dalszych perspektywach).

→ **Great Lakes** – uruchomiony w 2018 r. projekt najpierw obejmował tylko linię Chicago – Cleveland, ale rok później został poszerzony o Pittsburgh. Studium wykonalności oszacowało koszty rozwoju na blisko 40 mld dol., ale w ciągu pierwszych 25 lat działalności zwrot z inwestycji wyniósłby 30 mld dol. Kolejny etap prac miał się zacząć w 2023 r. i obejmować raporty środowiskowe oraz badania możliwych synergii z istniejącymi zasobami lotniczymi, autobusowymi i kolejowymi.

→ **Hamburg** – w 2018 r. HyperloopTT utworzył joint venture z hamburskim portem Hamburger Hafen und Logistik i podjął decyzję o budowie toru testowego do przesyłania ładunków. Odbывałoby się kapsułami HyperPort mieszczącymi dwa

6-metrowe kontenery. System ten jest obecnie w trakcie optymalizacji pod kątem prototypowania i komercyjnego wdrażania.

→ **Wenecja** – tu do życia powołana została firma Hyperloop Italia, która wraz z włoskimi firmami budowlanymi i inżynierskimi (Webuild, Leonardo i RINA) stworzyła konsorcjum Hyper Builders. W 2023 r. grupa ta wygrała wieloetapowy kontrakt na połączenie między Wenecją a Padwą (Hyper Transfer). Dziś jest to jedyny realizowany projekt HyperloopTT, który ma być gotowy w 2030 r.

Hardt Hyperloop

To holenderska firma, finansowana



m.in. z funduszy UE, która w Veendam uruchomiła Europejskie Centrum Hyperloop EHC – składa się z 34 połączonych rur ze specjalnie opracowanej stali o średnicy 2,5 m. We wrześniu 2024 r. dokonała tu pierwszego, pomyślnego testu swojego pojazdu Hardt. Płynnie przejechał przez pierwsze 90 m trasy o długości 420 m z prędkością 30 km/h i przyspieszeniem 0,2 G. Kolejny ma być test pełnej prędkości 100 km/h.

Nevomo

To polska firma, która pracę nad technologią Hyperloop rozpoczęła w 2017 r., ale ostatecznie skupiła się na rozwoju kolei magnetycznej. Opracowany przez Nevomo system MagRail to swego rodzaju odmiana



Maglevu. W tym przypadku kolej magnetyczna używająca lewitacji ma się poruszać na istniejących torach kolejowych z prędkością do 550 km/h (udane testy przeprowadzono we wrześniu 2023 r.). Dopiero w następnym etapie będzie się rozwijać kolej próżniowa (Hyperloop) wymagająca nowej, dedykowanej infrastruktury. Celem jest, aby pojazdy poruszały się z prędkością do 1200 km/h.

Swisspod Technologies

To szwajcarski start-up, który postawił sobie za cel uruchomienie pierwszego odcinka Hyperloop do 2030 r. Technologie rozwija w ramach projektu LIMITLESS („Liniowy napęd





silnika indukcyjnego do trakcji i lewitacji w zrównoważonych systemach hiperpętli”) i już w 2021 r. uruchomił „niekończący się” kołowy tor testowy o obwodzie 125,6 m i średnicy 40 cm – to skala 1:12 wobec przyszłych rzeczywistych rozmiarów (w środku panuje bardzo niskie ciśnienie na poziomie 50 milibarów). W ubiegłym roku Swisspod pochwalił się najdłuższą na świecie próbą przejazdu Hyperloop na trasie 142 km, osiągając w teście prędkości równe 488,2 km/h.

TransPod

To kanadyjsko-francuska firma, która w lipcu 2022 r. zaprezentowała kapsułę FluxJet poruszającą się z prędkością 1000 km/h. Kilka miesięcy wcześniej TransPod zawarł porozumienie

w sprawie budowy trasy Calgary – Edmonton. Finansowanie 550 mln dol. ma być zapewnione przez Broughton Capital Group oraz China-East Resources Import & Export Co., a budowa linii ma się rozpocząć w 2027 r. Intrigujące pozostaje, jak napędzana jest nowa kapsuła FluxJet. Jej twórcy ujawnili tylko, że bazuje na bezkontaktowym przesyłaniu mocy i wykorzystuje wiedzę nowej dziedziny fizyki zwanej Veillance Flux.

Zeleros

To hiszpańska firma założona w 2016 r. i finansowana przez grupę 12 inwestorów, wśród których jest m.in. CAF, hiszpański producent taboru kolejowego, oraz firma konstrukcyjna Acciona. W 2020 r.

stworzyła własny Hyper-Lab, gdzie zaczęła pracę nad sześcioma prototypami technologii Hyperloop (m.in. silnikiem liniowym, układem hamulcowym oraz akumulatorem), a trzy lata później Zeleros uruchomił HyperTrack, tor testowy w porcie Sagunto. W listopadzie 2023 r. zademonstrowano też możliwości napędowe silnika w pojeździe przewożącym kontener o wadze 1 t z prędkością 50 km/h i przyspieszeniem 0,5 G.

T-Flight

To z kolei chiński projekt Hyperloop, który w 2024 r. na specjalnie zbudowanym torze w Shanxi ustanowił światowy rekord prędkości dla pociągów, osiągając 623 km/h. Jest

to przedsięwzięcie prowadzone przez China Aerospace Science and Industry Corporation (CASIC), która przy kolejnych próbach będzie chciała osiągnąć szybkość 1000 km/h, a dalekosiężnym celem jest uruchomienie linii Pekin – Wuhan, gdzie kapsuły pędziłyby z prędkością 2000 km/h.

DGWHyperloop

To pierwszy azjatycki projekt Hyperloop, założony w Indiach, który w 2018 r. przedstawił studium wykonalności linii z Bombaju do Delhi (Delhi-Mumbai Hyperloop Corridor – DMHC). Trasę tę pociąg pokonywałby w 80 minut (przez kilkanaście ostatnich miesięcy nie wykazywał aktywności, nie było jednak też informacji o zamknięciu projektu).





Nocne składy krążą po Europie

TREND

W dobie drogich biletów lotniczych i niezbyt komfortowych samochodów nocne pociągi były dobrym pomysłem na dalekie trasy. W ostatnich paru dekadach znalazły się w odwrocie, ale wraz ze wzrostem popularności zrównoważonego transportu odradzają się, znajdując swoje miejsce w transporcie międzynarodowym.

Fot. Julia Kadel/Unsplash

Rozwój

Najtrudniejsza była ubiegła dekada: w tym czasie w Polsce liczba wagonów sypialnych spadła o połowę, a niemieckie koleje odnotowały 25 proc. spadku pasażerów w ciągu pięciu lat i w 2016 r. zlikwidowały swoje City Night Line. Nocne kursy przegrywały cenowo nie tylko z tanimi lotami, ale także z dziennymi pociągami, które zabierają dwa razy więcej pasażerów. Większość dużych kolei odpuściła więc sypialne składy. Oparta się temu austriacka kolei ÖBB, która m.in. od Deutsche Bahn przejęła nocne trasy i zaczęła je rozwijać, zwiększając ruch o jedną trzecią. W obiegu pozostał także EuroNight, który jest kategorią pociągów obsługiwanych przez różnych przewoźników kolejowych, w szczególności w środku Europy – dziś jest to 11 linii, m.in. EN Chopin obsługiwana przez PKP IC na trasie Warszawa – Wiedeń – Monachium. W maju 2023 r. wystartował za to Good Night Train (European Sleepery), jeżdżący na trasie Bruksela – Amsterdam – Berlin. Podróż na trasie 700 km trwa jedenaście i pół godziny.

Jak to się robi

Dla odbudowy nocnych międzynarodowych przejazdów najczęściej robi Nightjet należący do ÖBB. Po pandemii od 2021 r. uruchomił całą serię tras: m.in. Wiedeń – Paryż, Zurych – Amsterdam, Berlin – Paryż oraz Bruksela – Berlin. Nightjet, zaprojektował też nowe wagony sypialne, w których przedziały przypominają pokoiki hotelowe, a kuszetki wyglądają jak miejscówki w hotelach kapsułowych. Podobne przemeblowanie składów przeprowadził także brytyjski Night Riviera. Swoją zasięg mocno rozciągnął też European Sleepery, co roku uruchamiając nową trasę z Brukseli: w 2024 r. do Pragi, a na początku lutego do Wenecji. Kolejny cel to Barcelona. Pojawiły się też całkiem nowe inicjatywy jak Midnight Trains, start-up, który zamierzał organizować przejazdy z Paryża do Rzymu. To nowe spojrzenie na podróż: miał być rodzajem hotelu na kołach bez kuszetek, gdzie jednoosobowe przedziały wyższej klasy posiadałyby własne kabiny prysznicowe (w maju 2024 r. projekt został zamknięty).

Gracze

Nightjet (ÖBB)
EuroNight
Caledonian Sleeper
Snälltåget
Midnight Trains
European Sleepery



Piętrusy się rozpędzają



Fot. PKP Intercity

● Wzrost popularności transportu kolejowego sprawił, że rośnie zapotrzebowanie na pociągi piętrowe, które mogą zabierać więcej pasażerów. PKP Intercity w październiku rozpiął rekordowy przetarg na 42 takie składy, ale coraz więcej jeździ ich w całej Europie, a nawet na świecie. Również jako koleje wysokich prędkości, a nawet towarowe.

● Na piętrowe pociągi PKP zdecydował się wydać 10 mld zł, dodając wartość 7 mld opcję dokupienia 30 dodatkowych składów. Przewidział je do obsługi popularnych tras jako połączenia ekonomiczne. Składy zabierające 500 pasażerów będą jeździć m.in. z Warszawy do Gdańska, Łodzi, Olsztyna, Wrocławia, Krakowa, Białegostoku oraz Terespolu. Założeniem wstępnym jest, aby mknęły z prędkością minimalną wynoszącą 200 km/h.

● Polskie koleje nie są zresztą jedynymi, które mocno zainteresowały się dwupoziomowymi składami. Jeszcze mocniej stawia na nie

austriackie ÖBB, które w zeszłym roku kupiło od Stadlera 35 składów – 14 sześciowagonowych pociągów RailJet dla usług dalekobieżnych i 21 czterowagonowych CityJetów dla połączeń usług lokalnych – a w listopadzie tego roku zamówienie zwiększyło o 109 nowych piętrowych pociągów CityJet, które będą jeździć w trzech sąsiednich krajach związkowych: Wiedni, Dolna Austria i Burgenland. Od 2021 r. piętrowe stadlery KISS produkowane są zresztą w Polsce – pierwsze składy trafiły do Słowenii, a w tym roku siedem pociągów kupili Bułgarzy.

● Tego typu składami bardzo mocno interesują się także w Ameryce, która przeżywa kolejowy renesans. Pod koniec października pierwsze od lat piętrusy w USA pojawiły się w taborze NJ Transit. Operator kolejowy w New Jersey ma ambitny plan, aby wprowadzić na tory aż 174 składy rozwijające prędkość 180 km/h. W czerwcu swoją premierę mieli także Kanadyjczycy: montrealski operator transportowy Exo zamówił 38 pojazdów.



● Dwupoziomowe pociągi coraz lepiej sprawdzają się także na szybkiej kolei. Avelia Horizon produkowana przez Alstoma testowana była już m.in. w Czechach, ale wciąż jej domeną pozostaje rodzima Francja. Poza SNCF zainteresował się nią także nowy, niezależny operator kolejowy Proxima, który właśnie z piętrowych pociągów chce uczynić swój atut. W październiku za 850 mln euro kupił 12 pojazdów do obsługi tras pomiędzy Bordeaux, Nantes, Rennes, Angers i Paryżem. Poważną zaletą Avelii Horizon jest mniejsza liczba wózków, które stanowią 30 proc. kosztów konserwacji zapobiegawczej, a kolejna to efektywność podróżowania. Zużycie energii w przeliczeniu na pasażera w typowym pociągu to 3,67 kWh/100 km, podczas gdy w przypadku piętusa to 3,25 kWh/100 km, czyli około 11 proc. mniej (obliczenia wg metodologii ekspertów Technische Universität Berlin oraz Verband Deutscher Verkehrsunternehmen – jeszcze bardziej efektywne są długie składy zużywające 2,74 kWh/100 km, ale w ich przypadku potrzebne są długie perony).

● Dwupoziomowymi składami sensowne jest przewożenie nie tylko pasażerów, ale także towarów. Tak przynajmniej przekonują eksperci z Indian Railways, którzy pracują nad składami hybrydowymi, które w dolnej części będą zabierać towary, a na górze udostępnią miejsca dla pasażerów. Będą mieć 46 miejsc siedzących w każdym wagonie, a do ładowni zmieści się ładunek 6 ton i pojemności 47 metrów sześciennych. Jeden pociąg wyprodukowany przez Rail Coach Factory z Kapurthala ma mieć 16–20 wagonów i rozpędzać się do prędkości 160 km/h niespotykanej dotąd w przewozach towarowych. Ta konfiguracja ma być wykorzystana na trasach, na których współistnieje popyt na ruch zarówno pasażerski, jak i towarowy. W ten sposób znacznie efektywniej wykorzystano by istniejącą infrastrukturę. Poza składami na 46 miejsc i 6 ton ładunku RCF opracował również inne projekty, w tym układ o większej pojemności siedzeń, przechowywanie paczek w stosach, a nawet opcje transportu kontenerów. Te warianty na razie pozostają jednak w fazie koncepcyjnej.



Fot. Proxima



Podróż za jeden bilet

TREND

Przejazdy pociągiem jako najbardziej ekologiczny sposób podróżowania otrzymują coraz większe wsparcie publiczne. Szczytowym dokonaniem w tym względzie jest niemiecki Deutshlادتicket (D-Ticket) – miesięczny bilet zarówno na transport miejski, jak i pociągi – który inspirował kolejne kraje i napędza kolej.

Fot. Evelyn Liow/Unsplash

Rozwój

Zaczął się latem 2022 r. od niemieckiego D-Ticket, który za 9 euro miesięcznie umożliwiał korzystanie ze wszystkich pociągów regionalnych DB w całym kraju. Sukces był ogromny: w czasie wakacji sprzedano 52 mln biletów. Projekt był jednak kosztowny – rząd dopłacił 2,5 mld euro – więc w 2023 r. cenę D-Ticket podwyższono do 49 euro, co wciąż było dużą promocją. Tyle że rząd był coraz mniej chętny do finansowania coraz droższego programu (budżet 2024 r. ustalono na 4,1 mld euro) i w ub.r. cenę podwyższono jeszcze do 58 euro. D-Ticket stał się też inspiracją dla innych. Jego własną wersję Passe Ferroviário Verde w 2023 r. uruchomiła Portugalia – kosztuje tylko 20 euro, ale tu kolej jest znacznie mniej rozległa. W ubiegłym roku Francja uruchomiła za to Pass Rail, skierowany jednak tylko do młodych ludzi (do 27. roku życia) i obowiązujący w wakacje. Francuzi zapewniają, że pracują nad rozszerzeniem jego funkcjonalności, a nawet rozmawiają z Niemcami o połączeniu obu programów.

Efekty

Sprzedaż D-Ticket okazała się bardzo udana, nawet po podwyżce ceny: w 2023 r. średnia miesięczna sprzedaż sięgnęła 11 mln, a w ciągu roku liczba podróżnych kolejną zwiększyła się aż o 16 proc. mimo fali strajków i przestojów na kolei. Ubocznym skutkiem D-Ticket, który obowiązuje także we wszystkich miejskich środkach transportu publicznego w całym kraju, są spadki cen kart miejskich. W dużych miastach nastąpiło brutalne zderzenie z rzeczywistością, czego dobrym przykładem jest Berlin, gdzie w 2022 r. za swoje bilety miesięczne mieszkańcy płacili 86 euro. Cena była nie do utrzymania i miasto musiało przeliczyć D-Ticket, obniżając go do 29 euro. Berlin wprowadził jednak pewien haczyk – przez rok od chwili zakupu nie można z niego zrezygnować. Konieczność płacenia przez 12 kolejnych miesięcy gwarantuje, że pasażerowie np. latem nie zrobią „skoku w bok” i na czas wakacji nie przesiądą się na D-Ticket.

Gracze

Deutsche Bahn
Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg DB
Fernverkehr Comboios de Portugal
TER Hauts-de-France
SNCF



EKSPERCI MAJĄ GŁOS: dokąd polecą samoloty



Fot. Alexander Mills/Unsplash

● **Nie da się powielić sprawdzonych rozwiązań:** analitycy Bloomberg NEF trzeźwo oceniają możliwości dekarbonizacji ruchu lotniczego, ich zdaniem samoloty bardzo trudno wpasować w model, który sprawdza się na ziemi. „Bezpośrednia elektryfikacja za pomocą baterii jest najbardziej wydajną i komercyjnie opłacalną drogą do całkowitej dekarbonizacji transportu drogowego. Pojazdy z wodorowymi ogniwami paliwowymi napędzane wodorem odgrywają rolę w niektórych trudnych do zelektryfikowania zastosowaniach w transporcie ciężarowym na duże odległości, ale nie występują na większym rynku pojazdów pasażerskich. Paliwa syntetyczne nie są dostępne na dużą skalę w odpowiednim czasie ani w cenie potrzebnej do wywarcia istotnego wpływu”, komentują, kwestionując potencjał trzech podstawowych, potencjalnych technologii, które lotnictwo testuje na swojej ścieżce do dekarbonizacji.

● **Cztery technologie określające przyszły ład na niebie:**
BNEF przedstawia więc swój własny scenariusz dla branży lotniczej,



która jego zdaniem nie będzie przechodzić drastycznych zmian:

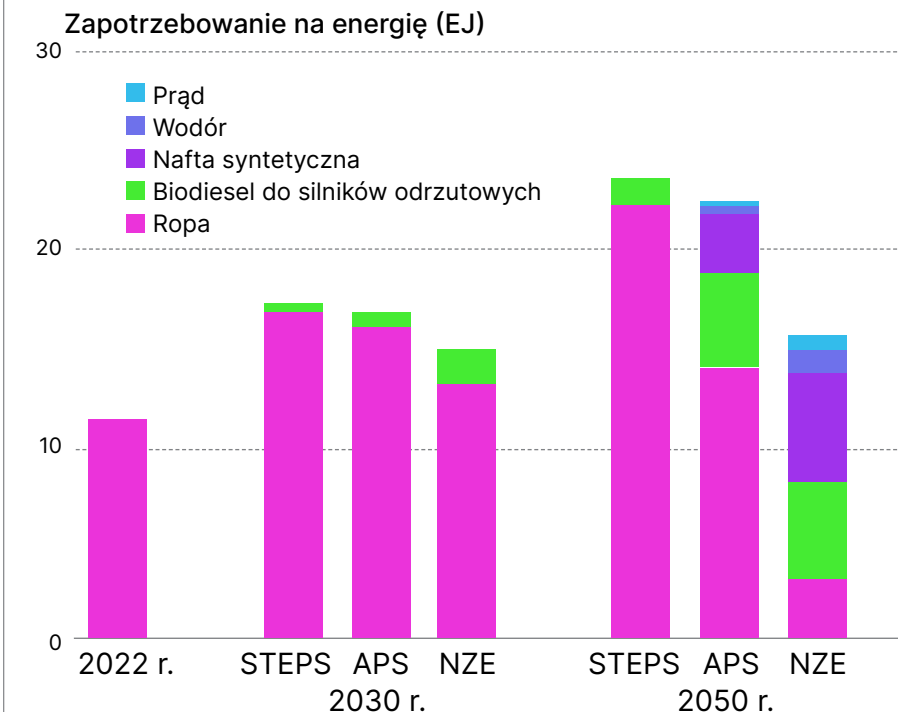
- Wdrożenie silników nowej generacji i nowatorskich płatowców ma szansę obniżyć końcowe zapotrzebowanie na energię o 26 proc.
- Wykorzystanie samolotów zasilanych akumulatorowo po 2030 r. będzie ograniczone do małych samolotów latających na trasach o długości kilkuset kilometrów.
- Wąskokadłubowe samoloty zasilane wodorem wejdą na rynek po 2035 r. i do 2050 r. zastąpią połowę paliwa lotniczego zużywanego przez konwencjonalne wąskokadłubowe samoloty.
- Pomimo tych innowacji ponad 70 proc. końcowego zapotrzebowania na energię w 2050 r. jest zaspokajane przez zrównoważone paliwo lotnicze (SAF). SAF pozostaje jedyną opcją dekarbonizacji lotów przy użyciu samolotów szerokokadłubowych i innych, które nie mogą korzystać z napędu elektrycznego lub wodorowego.

● **Efekty:** w scenariuszu, w którym do połowy wieku udaje się osiągnąć

neutralność klimatyczną (Net Zero Scenario – NZS), lotnictwo spełnia swój sektorowy budżet węglowy poprzez połączenie odnowy floty samolotów przy użyciu bardziej oszczędnych silników i nowych płatowców, samolotów zasilanych wodorem oraz zrównoważonym paliwem lotniczym (SAF). W porównaniu ze scenariuszem bazowym SAF przyczyni się do 60 proc. redukcji emisji. Kolejne źródła zmniejszenia śladu węglowego to efektywność energetyczna (28 proc.) i wodór (12 proc.). Zrównoważone paliwo lotnicze będzie produkowane głównie z odnawialnych zasobów biomasy i odpadów, mając przy tym mniejszy ślad węglowy niż konwencjonalne paliwo lotnicze. Obecna podaż SAF jest niezwykle ograniczona, z zaledwie garstką producentów na całym świecie, ale wg BNEF branża rokuje obiecująco. Najpilniejszą kwestią jest dywersyfikacja ścieżek produkcji i surowców, biorąc pod uwagę ograniczoną dostępność surowców do obecnych procesów. Produkcja SAF wymaga również dużych ilości czystego wodoru do hydrokrakingu.

Szacowane przez Międzynarodową Agencję Energii zapotrzebowanie na energię w lotnictwie według paliwa i scenariusza, lata 2022-2050, oraz roczny wskaźnik poprawy intensywności zużycia paliwa, 2019-2050

Przyspieszenie wykorzystania zrównoważonych paliw lotniczych i zmniejszenie zapotrzebowania na energię podczas lotu dzięki efektywności.



Uwaga: Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO) wyznaczyła sobie na rok 2010 ambitny cel polegający na zwiększeniu zużycia paliwa (mierzonego w przeliczeniu na tonokilometr przychodu) o 2 proc. rocznie do roku 2050.



Zakazy na niebie

Skoro dekarbonizacja lotnictwa nie jest sprawą prostą, a już na pewno nie da się jej zrobić szybko, w kolejnych europejskich krajach podejmowane są działania, aby po prostu ograniczyć ruch lotniczy. Wszędzie tam, gdzie najłatwiej zastąpi się go transportem lądowym.

Francja

Najbardziej drastyczną szykaną dla samolotów jest uniemożliwienie obsługi poszczególnych tras. Już w 2021 r. zrobili tak francuscy deputowani, decydując o zawieszeniu części lotów krajowych trwających do dwie i pół godziny, na których dostępne są połączenia pociągowe. Jest to element krajowego prawa klimatycznego, które w grudniu 2022 r. zostało zaakceptowane przez Komisję Europejską i oznaczało koniec krótkich lotów krajowych z lotniska Orly na południe od Paryża, między innymi do Nantes i Bordeaux. Oszacowano, że w sumie nowe ograniczenie dotyczy 40 proc. dotychczasowych połączeń krajowych Air France.

Hiszpania

Hiszpania jako drugi w Europie

kraj ogranicza możliwość latania samolotem na krótkich trasach. Punktem odniesienia przy podejmowaniu decyzji, które loty zostaną odwołane, będzie to, czy istnieje trasa pociągu dużych prędkości, która może połączyć te same dwa punkty w mniej niż dwie i pół godziny. W przepisach istnieje jednak istotna luka. Zawierają klauzulę umożliwiającą organizowanie lotów na krótkich dystansach, o ile są to „połączenia z portami przesiadkowymi, które łączą się z trasami międzynarodowymi”. Biorąc pod uwagę centralne położenie Madrytu oraz duży ruch międzynarodowy w Barcelonie, taka furtka do robienia lotów transferowych może istotnie rozmyć ograniczenia.

Holandia

Władze Holandii, które są głównym udziałowcem Royal Schiphol Group kontrolującej lotnisko w Amsterdamie, postawiły na bezpośrednią akcję: minister transportu wymógł na władzach portu, aby ograniczyły liczbę lotów. Pokrzyżował więc ich plany, które przewidywały wzrost

przepustowości z 500 do 540 tys. lotów rocznie. Politycy nakazali w tym zwrot, wyznaczając na 2024 r. limit sięgający 440 tys. Nie obyło się bez dyskusji i kontrowersji, minister transportu spuścił więc nieco z tonu. Wprowadzenie limitu przesunięto na 2025 r. i powiększono go do 478 tys. lotów. Ma to dać spadek hałasu dla lokalnych mieszkańców o 15-17 proc., docelowo władze zobowiązały się jednak do 20-procentowej redukcji w 2029 r. Konieczne będą więc kolejne cięcia, trzeba jednak połączyć sprzeczne interesy. Holendrzy chcą bowiem, aby Amsterdam został jednym z głównych hubów lotniczych w Europie. Stąd oczekiwane jest zmniejszenie lotów krótkodystansowych do dużych stolic europejskich, takich jak Bruksela, Londyn czy Paryż, i zmiana środka transportu na kolej.

Niemcy

W całkiem innym obszarze zadziałali z kolei Niemcy: pod koniec marca ub.r. Deutsche Post zrezygnował z poczty lotniczej na liniach krajowych, które funkcjonowały przez 63 lata. Ostatni

przelot odbył się na trasie Berlin – Stuttgart. Kiedyś ceniona usługa zaczęła tracić na popularności w sytuacji, gdy znacznie sprawniejsza stawała się logistyka kołowa. Na koniec Deutsche Post został z sześcioma samolotami latającymi na trzech trasach: Stuttgart – Berlin, Hanower – Monachium i Hanower – Stuttgart. Każdej nocy przewoził 1,5 mln przesyłek. Od kwietnia poczta na terenie Niemiec jest rozwieszona ciężarówkami i pociągami (samoloty pozostaną w użyciu tylko na trasach międzynarodowych).



Czyste latanie: baterie

TREND

Na całym świecie opracowywanych jest 700 tzw. zrównoważonych samolotów, wśród których jest wiele modeli zasilanych bateriami. Słabością tej technologii jest dodatkowy ładunek, jaki stanowi akumulator, wielu projektantów to jednak nie zraża. Tu zasięg jest czynnikiem jeszcze bardziej krytycznym niż w samochodach, trzeba jednak pamiętać, że połowa lotów odbywa się na dystansach nie dłuższych niż 1 tys. km. I to właśnie z najbardziej krytykowanymi krótkimi trasami lotniczymi twórcy elektryków wiążą największe nadzieje.

Fot. Elysian

Rozwój

Jedną z pierwszych firm, która postawiła na tę technologię, jest Rolls-Royce. Producent silników dla Boeinga i Airbusa we wrześniu 2021 r. odpalił swoją elektryczną maszynę ACCEL – wyposażony w trzy silniki samolot osiągnął prędkość 622 km/h. Rok później w niebo wzbił się prototyp 9-miejscowego Eviation Alice, który ma 460 km zasięgu i 480 km/h prędkości maksymalnej. W ub.r. firma poinformowała, że ma już 600 zamówień o wartości 5 mld dol. (komercyjnie ma zacząć latać w 2027 r.). Także norweski Elfly Group ma już 9-osobowy prototyp Noemi testowany w ub.r., podczas gdy szwedzki Heart Aerospace pracuje nad 30-osobowym samolotem ES-30. Chce, aby w 2030 r. był używany komercyjnie, czyli równolegle z uruchomieniem na Gotlandii pierwszego w Europie lotniska obsługującego elektryczne samoloty pasażerskie, które ma stać się też inkubatorem elektrycznego latania.

Elektryczne Jumbo

Rozpoczęte w 2017 r. przez Airbusa prace nad maszyną E-Fan X przerwał kryzys covidowy i od tego czasu, jeśli chodzi o większe samoloty, pałeczkę przejęli startuperzy. Wright Electric (WE), który za partnera wziął sobie EasyJet, elektryczną maszynę chce wprowadzić do użycia do końca dekady. WE pracuje nad własnym silnikiem (WM2500), który w powietrzu ma być testowany za 2-3 lata, i chce zaadaptować model samolotu BAe 146 (100 pasażerów i 740 km bez tankowania) oraz Wright 1 (186 miejsc), gdzie za partnera ma BEA Systems. Z kolei holenderski Elysian stawia na całkiem nowy projekt samolotu o mniejszym nadwoziu i szerokich skrzydłach (43 m), na których umieszczone zostaną baterie. To lepiej wykorzystana przestrzeń i równomiernie rozłożony ciężar (kadłub będzie lżejszy). Z bateriami o gęstości energii 360 Wh/kg samolot przeleci 800 km, a dodatkowo będzie miał rezerwę paliwową, jeśli lot zostanie opóźniony lub nieoczekiwanie przekierowany. Jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem, pierwsze loty mogą rozpocząć się w 2033 r.

Gracze

Rolls-Royce
NASA
Joby Aviation
Ampaire
Whisper Aero
Electra
Elfly Group
Heart Aerospace
Wright Electric
Elysian



Czyste latanie: wodór

TREND

Według Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) wodór jako czyste paliwo lotnicze rozwinie się szybciej i będzie miał większe znaczenie niż układy bateryjne. Pewną rolę na rynku ma odgrywać już w połowie przyszłej dekady – w optymistycznej wersji wg IEA w 2035 r. dostarczy 4 proc. energii do latania.

Fot. Sirius Aviation

Rozwój

O tym, że wodór jest poważną alternatywą dla ropy, najlepiej świadczy zainteresowanie Airbusa, który na przetestowanie silników napędzanych tym gazem dał sobie czas do 2026 r. i równolegle zainwestował w jeden z najbardziej obiecujących niezależnych projektów wodorowych ZeroAvia (o tym dalej). W tej dziedzinie start-upy odgrywają zresztą kluczową rolę. W tym roku loty testowe ma odbyć startujący pionowo Sirius Jet, nad którym szwajcarski Sirius Aviation od czterech lat pracuje m.in. przy wsparciu BMW. Maszyna ma dwie wersje: 3-osobową Business z zasięgiem 1850 km i prędkością przelotu 600 km/h oraz 5-osobową Millenium z zasięgiem 1046 km. Do użytku ma być gotowa w 2028 r. W tym samym czasie ma się wzbić w niebo prototyp wąskokadłubowego odrzutowca zasilanego skroplonym wodorem holenderskiej firmy Fokker Next Gen. W zeszłym roku zgłosiły się po niego już linie AirBaltic, które do 2035 r. chcą włączyć samolot do swojej floty.

Technologia

W kwestii wykorzystania wodoru ścierają się dwie koncepcje. Pierwszy kierunek wytycza Airbus, który postawił na przeróbkę klasycznego silnika GE Passport, aby zamiast ropy zasilać go wodorem. Z kolei ZeroAvia rozwija bardziej ekologiczny silnik wodorowo-elektryczny. Zamiast komory spalania ma wyposażone w anodę i katodę ogniwa, w których wodór łączy się z tlenem. Energia wiązania w cząsteczce wody H₂O jest mniejsza niż łączna energia wiązania cząsteczek wodoru H₂ i tlenu O₂, więc powstaje jej nadwyżka wykorzystywana do napędzania silnika elektrycznego. Podstawowym produktem ubocznym nie jest więc para wodna, która także przyczynia się do podwyższania temperatury atmosferycznej, ale woda. Koncepcja ZeroAvia okazała się na tyle ciekawa, że w 2023 r. zainwestował w nią Airbus, który już w 2020 r. założył spółkę Aerostack opracowującą stosy wodorowych ogniw paliwowych do zasilania elektrycznego silnika jego prototypowych maszyn ZEROe.

Gracze

Airbus
ZeroAvia
Fokker Next Gen
Sirius Aviation
Beyond Aero
Aerostack
SmartFish



Czyste latanie: biopaliwa

TREND

Złożoność technologiczna i bariery funkcjonalne sprawiają, że dziś to nie baterie czy wodór są podstawowymi kandydatami do dekarbonizacji lotnictwa, ale biopaliwa. Według BNEF SAF, czyli Sustainable Aviation Fuel, w którym oleje roślinne i zwierzęce wzbogaca się kluczowymi dla lotniczego paliwa syntetyzowanymi związkami zwanymi aromatami, przyczyni się do 60 proc. redukcji emisji w przelotach.

Fot. Asawin

Rozwój

Za początek nowej lotniczej rewolucji można przyjąć 2022 r., gdy SAF-a zaczęły używać Singapore Airlines, a na trasę z Chicago do Waszyngtonu wystartował samolot linii United. Jeden z jego silników w całości był zasilany ekologicznym biopaliwem lotniczym. W listopadzie 2023 r. wystartował za to samolot Virgin z Londynu do Nowego Jorku w pełni zasilany biopaliwem. Produkcja lotniczego paliwa szybko rośnie – wg IATA w 2024 r. podwoiła się i sięgnęła 1 mln ton (1,3 mld l). Pionierem jest fińskie Neste, które zaopatruje m.in. Singapore Airlines – na miejscu ma rafinerię o mocy 1 mln ton, ale rozbudowuje zakład w Rotterdamie, aby w 2026 r. osiągnąć 2,2 mln. Dane z IATA pokazują, że w 37 krajach świata ogłoszono aż 220 projektów SAF, które zostaną uruchomione do końca dekad. W UE już od tego roku w lotnictwie istnieje obowiązek dodatku 2 proc. biopaliwa i będzie sukcesywnie rósł – w 2050 r. ma sięgnąć 70 proc.

Wyzwania

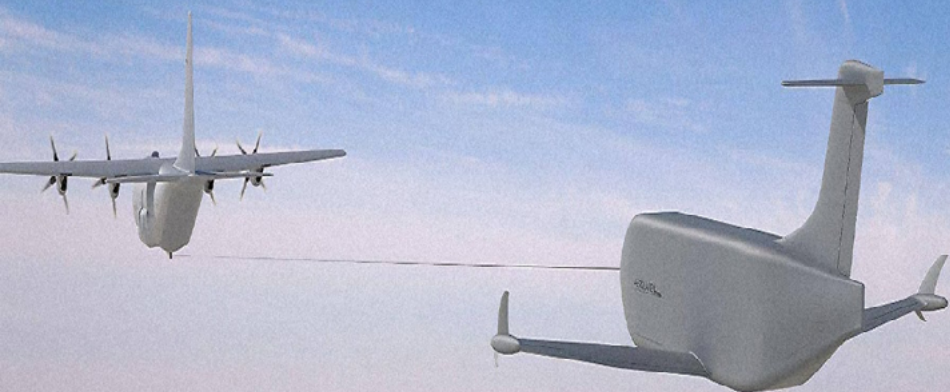
Dziś kluczowa sprawa to wysoka cena SAF – czterokrotnie wyższa niż paliw konwencjonalnych – ale wraz ze wzrostem jego zużycia głównym wyzwaniem będzie surowiec. Departament Energii USA oszacował, że amerykańskie lotnictwo potrzebuje 35 mld galonów SAF (132 mln ton). Jeśli bazować na etanolu kukurydzianym, potrzeba do tego 45 mln ha upraw, podczas gdy w całych Stanach jest ich 35 mln ha. Stąd trzeba pozyskać inny surowiec. Pracują nad tym m.in. start-upy Viridos, który rozwija uprawy odpowiednio dobranych glonów, oraz Fulcrum BioEnergy wykorzystujący odpady – w obie firmy zainwestował specjalistyczny fundusz United Airlines Ventures. Amerykański Twelve rozwija za to technologię „transformacji węgla”, czyli wydajnego procesu rozdzielania CO₂ i wody, a następnie ponownego łączenia cząsteczek węgla i wodoru w elementy budulcowe SAF. W tym roku pierwsze jego dostawy trafią do IAG (British Airways oraz Iberia).

Gracze

Singapore Airlines
Scoot
United Airlines
Neste
Twelve
Viridos
Fulcrum BioEnergy



CASE:

szybowce przyszłością
lotnictwa

Fot. Aerolane

Skoro żaglowce wracają do morskiej floty, to dlaczego w powietrzu nie sięgnąć po szybowce. To znacząco ograniczy ich ślad węglowy, ale także o 65 proc. obniży koszty latania. Jest pomysł, jak wykorzystać je na dużą skalę. Bez obaw, nie chodzi o przeloty pasażerskie, ale transport towarów.

Taką propozycję ma Aerolane. Samoloty cargo wysyłać parami: przodem zwykłą maszyną silnikową, a za nią podczepiony jest szybowiec, także wypełniony paczkami. „Podwajasz ładowność, ale używasz tylko jednego silnika i zasadniczo jednego zbiornika paliwa” – mówi Todd Graetz, jeden ze współzałożycieli Aerolane. Wcześniej założyciele firmy pracowali m.in. nad dronami Amazona dostarczającymi przesyłki i mocno przepracowali temat. Badając problem, natknęli się na badania NASA dotyczące używania szybowców. Dowiedzieli się również,

że podczas II wojny światowej wojsko amerykańskie używało szybowców do dostarczania żołnierzy i zaopatrzenia.

I żeby było jasne – to nie działa jak przyczepa w samochodzie, która zużycie paliwa zwiększa o 60 proc. Tu nie ma takich oporów jak w kołach na drodze i działają całkiem inne siły. Samolot holujący szybowiec znacząco zwiększa spalanie tylko na starcie, przy wznoszeniu się w powietrze. Później dzieje się magia, która od zawsze napędzała szybownictwo, a nawet jeszcze więcej. Wypełniony ładunkiem szybowiec nie bazuje na naturalnych prądach powietrznych, ale wykorzystuje stałe prądy płynące z samolotu poprzedzającego. Działa to w taki sam sposób jak w kluczu gęsi lecących w kształcie litery V. Dzięki temu mogą latać wydajniej. Zarówno ptaki, jak i szybowiec po prostu surfuje w powietrzu.

Na początek Aerolane swoje szybowce cargo chce robić na bazie kadłubów starych, zmodernizowanych samolotów. Całkowicie je „wypatroszy”, aby miał jak najmniejszą masę własną. Docelowo chce jednak zaprojektować własne konstrukcje, i to kilka modeli, aby jak najlepiej współgrały w najpopularniejszych samolotami cargo. Dużym wyzwaniem pozostanie jednak zmiana przepisów lotniczych, które nie uwzględniają wykorzystania szybowców w ten sposób.



Osiem kluczowych faktów o pływaniu



Fot. Nathan Cima/Unsplash

1. Statki są najbardziej opłacalnym środkiem przewozu towarów. Transport jednej tony towarów na odległość ponad 1000 km statkiem kosztuje obecnie około 4 dol. (van der Meulen i in., 2023), w porównaniu z 2 tys. dol. drogą lotniczą, 300 dol. drogą lądową i 80 dol. koleją (Bureau of Transportation Statistics, 2024).

2. Niski koszt sprawia, że 80 proc. międzynarodowego handlu realizowane jest drogą morską. A tącznie ich udział w przewozie towarów wynosi 30 proc. i bardzo istotnie wzrósł na przestrzeni kilku minionych dekad (20 proc. w 1980 r.).

3. Ślad węglowy statków jest porównywalny w stosunku do samolotów – około 2 proc. globalnych emisji CO₂.

4. Zwiększenie efektywności energetycznej statków i ograniczenie użycia ciężkiego oleju opałowego sprawiło, że od 2008 r. mimo wzrostu przewozów o 50 proc. (mierzonych w tonokilometrach) emisje zwiększyły się o 10 proc.

5. Statki kontenerowe przyczyniają się proporcjonalnie bardziej do emisji CO₂ – około 25 proc. przy 17 proc. aktywności – ponieważ muszą poruszać się szybciej niż masowce i tankowce, przy czym typowa prędkość dla statków o podobnej wielkości jest o blisko 30 proc. wyższa.

6. Na morzu znacznie szybciej niż w lotnictwie są wprowadzane paliwa bezemisyjne. Wg Międzynarodowej Agencji Energetyki (IEA) do końca dekady ich udział ma sięgnąć już 19 proc. w porównaniu z 11 proc. w lotnictwie.

7. Międzynarodowa Organizacja Morska (IMO) jako jeden z celów strategicznych na rok 2030 wyznaczyła sobie 5–10-procentowy udział paliwa o zerowej lub prawie zerowej emisji w żegludze międzynarodowej.

8. Analitycy z CE Delft przewidują, że po wdrożeniu 5–10 proc. paliw o zerowej lub prawie zerowej emisji do końca dekady statki mogą osiągnąć 36–47 proc. redukcji emisji CO₂ w porównaniu z poziomami z 2008 r.



Mieszanka paliwowa na morzu



Fot. Hurtigruten

Poprawa efektywności do połowy wieku może wg ekspertów BNEF zmniejszyć końcowe zapotrzebowanie na energię w sektorze żeglugi o 30 proc. Jedynym sposobem na dekarbonizację pozostałych emisji są paliwa żeglugowe o niskiej zawartości węgla, w tym paliwa pochodzące z wodoru, takie jak metanol i amoniak, a także biopaliwa. Branża żeglugowa stoi zatem przed perspektywą przejścia do co najmniej czterech różnych paliw (plus akumulatory), co obciąży globalną infrastrukturę portową i związaną z tankowaniem statków. Stąd eksperci BNEF uważają, że przyszłość wielopaliwowa jest mniej prawdopodobna niż przyszłość z jednym czystym paliwem morskim, chociaż trudno określić, które paliwo ostatecznie zwycięży. Przyjęcie wszystkich oferowanych obecnie paliw morskich o zerowej emisji netto jest teraz znikome, co oznacza, że istnieje wysoki stopień niepewności co do przyszłego kierunku sektora i wybranego paliwa. Według Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) do końca dekady łączny udział alternatywnych paliw sięgnie niespełna 20 proc.

Biopaliwa (8 proc. udziału w 2030)

Na obecnym etapie, podobnie jak w lotnictwie, biopaliwa są postrzegane jako podstawowa alternatywa dla ropy. Dziś ich udział wynosi mniej niż 0,5 proc., ale pierwsze mieszanki z biopaliwem w portach w Singapurze i Rotterdamie pojawiły się dopiero w 2022 r. Wcześniej mieliśmy fazę pilotaży. Sprzyja im łatwość adaptacji: niektóre biopaliwa są określane mianem drop-in, ponieważ nie wymagają żadnych większych modyfikacji statków. W taki sposób silniki Diesla mogą być zasilane biodieslem z hydorafinowanego oleju roślinnego (HVO), podczas gdy silniki LNG mogą być zasilane biometanem, a także syntetycznym metanem. W budowie jest dziś około 290 statków napędzanych metanolem (dane IEA, wrzesień 2024). Barierek rozwoju jest tu skala produkcji. Morskie paliwo to 280 mln ton ekwiwalentu ropy naftowej (Mtoe) rocznie, podczas gdy globalna produkcja biopaliw ma szansę wzrosnąć w przyszłym roku do 23 Mtoe. A konkurować o nie trzeba będzie z lotnictwem, które jest gotowe płacić za paliwo znacznie więcej.

Amoniak (6 proc. udziału w 2030)

To potencjalny numer dwa w mieszance paliwowej dla statków. Silniki amoniakowe przeszły od etapu prototypu na małą skalę w 2020 r. do prototypu na pełną skalę komercyjną, jaki mamy obecnie. Zamówionych zostało już ponad 30 statków napędzanych silnikami dwupaliwowymi używających amoniaku (dane IEA, wrzesień 2024), a dostawy mają się rozpocząć w 2026 r. Jednym z pionierów jest Mitsubishi Shipbuilding, który już pod koniec 2021 r. ogłosił, że rozpoczyna prace nad wielkogabarytowym zbiornikowcem zasilanym amoniakiem. Japończycy mają jednak długą listę zadań, na której znajduje się projekt zbiornika ładunkowego i pokładowego przeznaczonego na amoniak, dostosowanie silnika i związanych z nim systemów maszynowych (m.in. układu zasilania paliwem), ale także zaprojektowanie systemu tankowania amoniaku i zapewnienie pełnego bezpieczeństwa na pokładzie. W Japonii dokonano już zresztą modernizacji i pomyślnego testu holownika wcześniej



zasilanego LNG, a w marcu 2024 r. w Singapurze ciekły amoniak został załadowany na statek dwupaliwowy i dokonano pierwszego pomyślnego współspalania go z olejem napędowym. Nad tą technologią pracują także Europejczycy: fiński Wärtsilä wprowadził do oferty pierwszy w branży żeglugowej, dostępny komercyjnie czterosuwowy silnik amoniakowy, a MAN Energy Solutions swoje urządzenia zamierza sprzedawać od 2027 r. Barierą pozostaje to, że International Maritime Organization (IMO) wciąż nie przygotowała przepisów bezpieczeństwa dotyczących stosowania amoniaku na statkach.

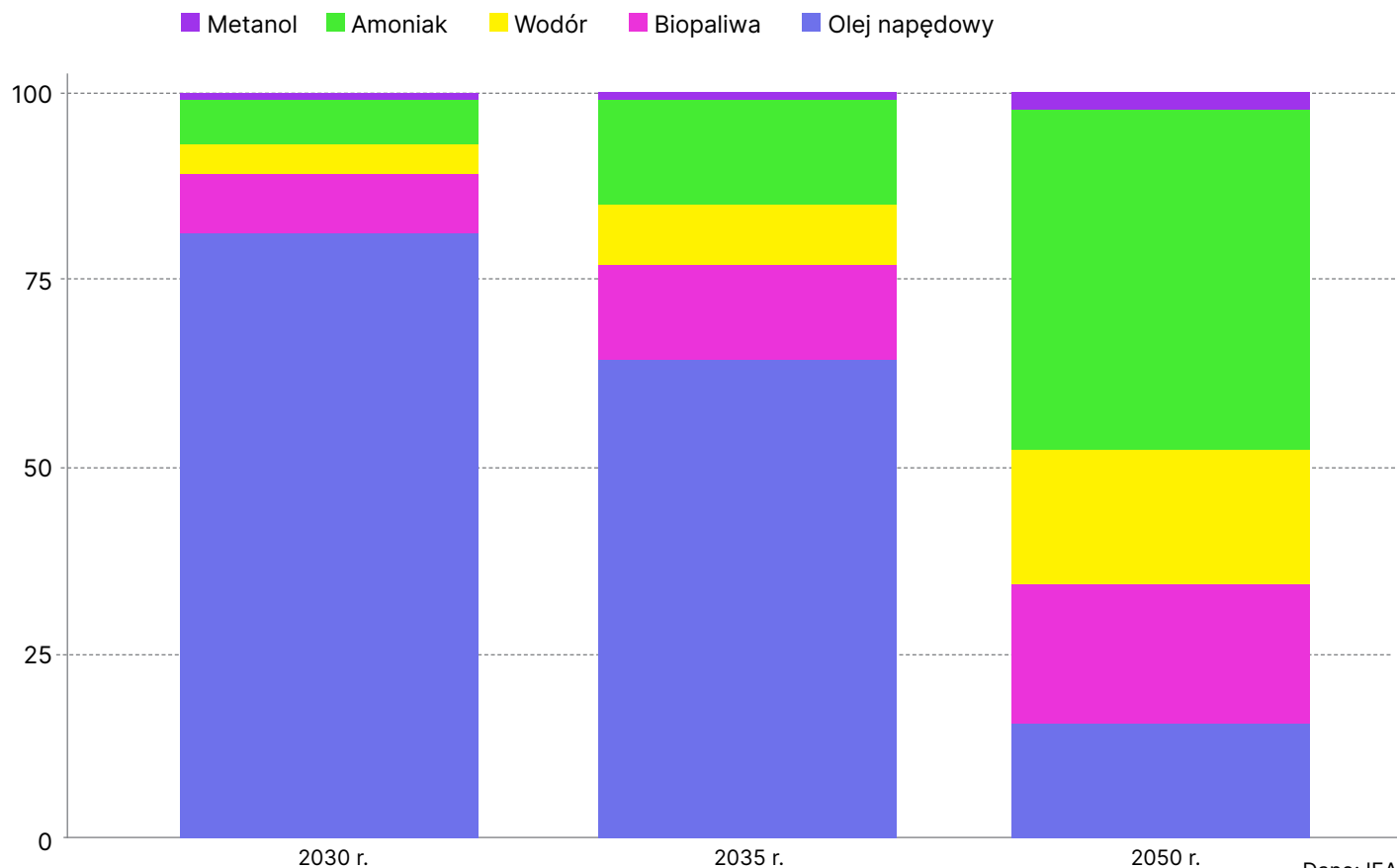
Wodór (4 proc. udziału w 2030)

Gaz, który jest także bazą do produkcji amoniaku, w 2030 r. wg IEA ma szansę na 4-procentowy udział w źródłach energii dla floty. Obecnie około 30 statków na wodór jest w eksploatacji lub na etapie produkcji (dane IEA, wrzesień 2024), a IMO przygotowuje tymczasowe wytyczne dotyczące bezpieczeństwa statków wodorowych. Stawia na

nie m.in. European Maritime Safety Agency, zwracając jednak uwagę na słabości takie jak niska gęstość energii wodoru (co zwiększyłoby potrzeby magazynowania na pokładzie statku), koszt sprzętu i znaczna potrzeba zwiększenia globalnej zdolności dystrybucji i produkcji zielonego wodoru. Wskazuje też, że większy potencjał ma na krótszych dystansach, co już realizują m.in. Norwegowie. Prom na skroplony wodór pływa tu od 2023 r., a od 2026 r. wszystkie statki wycieczkowe i promy pływające po fiordach objęte programem UNESCO muszą być wolne od emisji. Stąd budowane są tu dwie duże jednostki zabierające na pokład 120 aut, a Hellsylt Hydrogen Hub tworzy całe zaplecze związane z produkcją i dystrybucją zielonego wodoru.

Rok 2023 dla wodoru był zresztą przełomowy: wówczas pierwszy zasilany nim statek zaprezentowali Chińczycy, Holendrzy pochwalili się barką z ogniwami paliwowymi, a po zatoce San Francisco zaczął pływać zasilany wodorem prom Sea Change.

Szacowany wzrost udziału paliw alternatywnych w marynarce (proc.)





Z kolei w Japonii hybrydowy statek na wodór i biodiesel ukończył rejs certyfikacyjny w kwietniu 2024 r. Także na ten rok szykowana jest ważna premiera: na zlecenie belgijskiego przewoźnika CMB.Tech w Wietnamie budowane są cztery statki towarowe napędzane wodorem, które mają zostać dostarczone w drugiej połowie roku i będą wdrożone na głównych szlakach morskich, w tym w północnej Europie, na Morzu Śródziemnym, w Afryce Północnej i Afryce Zachodniej. Z kolei w stoczni Cochin w Indiach w ramach projektu SeaShuttle w lutym 2024 r. rozpoczęto budowę pierwszego na świecie kontenerowca zasilanego wodorowymi ogniwami paliwowymi o mocy 3,2 MW.

Metanol (1 proc. udziału w 2030)

To najmniej zaawansowane zrównoważone paliwo zainteresowanie wzbudziło dopiero w 2021 r. po przyjęciu przez IMO tymczasowych wytycznych dla statków wykorzystujących alkohol metylowy lub etylowy jako paliwo. Pierwszy na świecie dwupaliwowy tankowiec Lindanger napędzany

metanolem został zbudowany jednak już wcześniej, w 2016 r. Z kolei pierwszy kontenerowiec Maerska zasilany metanolem wyprodukowanym z odpadów wyposażony w silnik dwupaliwowy wypłynął z Korei do Danii w 2023 r. W eksploatacji jest dziś 50, a w zamówieniach znajduje się kolejne 250 statków zasilanych metanolem (dane IEA). Mniej więcej połowa istniejących dwupaliwowych statków wykorzystujących metanol to tankowce do przewozu ropy naftowej i chemikaliów, ale blisko dwie trzecie jednostek zamówionych to kontenerowce. Kluczowymi graczami są tu Proman, drugi co do wielkości producent metanolu na świecie, oraz firma żegluga Stena Bulk, które wspólnie budują dwupaliwowe tankowce. Niska podaż czystego paliwa jest dużą barierą rozwoju tego modelu żeglugi. Nad rozwojem mocy produkcyjnych pracują m.in.:

→ Goldwind, który ma umowę dostaw do Maerska produkowanego w Chinach paliwa (500 ktpa niskoemisyjnego metanolu) do

zasilania 12 dużych statków – data pierwszych dostaw to 2026 r.,

→ Ørsted, który od amerykańskiego Departamentu Energii dostał 100 mln dol. wsparcia projektu e-metanolu. Instalacja zlokalizowana w regionie Zatoki Meksykańskiej w Teksasie ma produkować do 300 ktpa e-metanolu,

→ Liquid Wind ma w Szwecji dwa projekty w trakcie realizacji – FlagshipTWO i FlagshipTHREE – z których każdy będzie produkował 100 ktpa e-metanolu. Ich eksploatacja ma się rozpocząć przed 2030 r., ale firma coraz mocniej skupia się na wodorze (FlagshipONE najpierw przejął, a później zamknął Ørsted z powodu braku umów odbioru).

Baterie (>1 proc. udziału w 2030)

Wykorzystanie baterii na statkach to wciąż przyszłość, a na pewno znacznie większe wyzwanie niż w samochodach – wg IEA ich potencjał dla branży jest podobny jak w przypadku metanolu. Do niedawna większość ekspertów była zdania, że statek napędzany bateriami nie przepłynie oceanu

– musiałby mieć baterię o masie 720 mln kg, a to więcej, niż mógłby unieść. Start-up Fleetzero proponuje jednak wykorzystanie mniejszych jednostek. Statek transportowy, który może pomieścić 10–20 tys. kontenerów, zdolny przemierzać oceany na jednym baku paliwa, nie pomieściłby baterii. Można jednak wziąć pod uwagę mniejszy statek, na 3–4 tys. kontenerów, który zatrzymywałby się po drodze. Proponowane przez Fleetzero baterie mieszczą się w kontenerach i mogłyby być łatwo podniesione przez portowy dźwig (wymiana baterii wydaje się prostszym rozwiązaniem niż ich ładowanie po drodze). Inne ciekawe wzmocnienie koncepcji pływania na silnikach elektrycznych przedstawił norweski Hurtigruten, który postawił sobie za cel stworzenie do końca dekady bezemisyjnego statku wycieczkowego. Aby tego dokonać, baterie po drodze chce ładować panelami słonecznymi. Umieści je na trzech wysuwanych żaglach, zyskując 1,5 tys. mkw. aktywnej powierzchni. Statek ma przy tym pływać wzdłuż wybrzeża, może więc doładowywać się w portach.



Fot. Hurtigruten



CASE: sekwestracja CO₂ na morzu



Fot. Calcareo, Brasijl via Goodfon

Skoro emisję CO₂ w elektrowniach czy cementowniach można zmniejszyć, wychwytyjąc i unieszkodliwiając spaliny (tzw. systemy CCS), to dlaczego by nie spróbować na morzu. Duże statki to przecież ogromne przetwórnice energii. Taki pomysł nie tylko przedstawił, ale już wdrożył start-up Calcareo.

Porównanie z coraz szybciej rozwijającymi się systemami tzw. sekwestracji dwutlenku węgla (CCS) w elektrowniach węglowych czy gazowych nasuwa się samo. Jakąś dekadę temu, gdy przyszłość aut elektrycznych nie była jeszcze tak pewna, pojawiały się pomysły, aby wykorzystać je także w samochodach spalinowych. Były jednak dwie podstawowe bariery: auto to za mała jednostka, aby dostawiać duże urządzenia wychwytyjące CO₂, a poza tym sekwestrowany gaz kierowca musiałby ze sobą wozić, co zwiększałoby masę pojazdu i nie byłoby zbyt ekologiczne. Statek, zwłaszcza duży, to może jeszcze nie elektrownia czy cementownia, ale jednostka znacznie większa niż samochód, gdzie działa już efekt skali.

Stąd, bazując na prowadzonych od lat badaniach w laboratoriach oceanografii i inżynierii morskiej w Caltech oraz USC, zespół Calcareo opracował reaktor oparty na „przyspieszonym wietrzeniu wapienia”, który można wykorzystać do wychwytywania emisji ze źródeł punktowych i bezpiecznego magazynowania dwutlenku węgla. Co więcej, rozwiązanie to eliminuje także zależność od infrastruktury portowej, w której trzeba by oddawać czysty dwutlenek węgla. System Calcareo pobiera CO₂, a jako filtr wykorzystuje nie chemikalia, ale wodę, i w zaprojektowanym reaktorze przekształca go w oceaniczny wodorowęglan, który jest stabilny, bezpieczny i łagodny dla środowiska. Bez ryzyka można go uwolnić do wody.

Dzieje się tak, ponieważ cała technologia, która w procesie wychwytywania CO₂ wykorzystuje kalcyt, naśladuje zjawiska naturalne. Od tysięcy lat dwutlenek węgla w oceanie reaguje z łupinami wapiennymi, zamieniając CO₂ w jony wapnia i wodorowęglany. Bardziej obrazową analogią są tabletki zażywane, gdy

trapi nas zgaga, które obniżają poziom kwasów w żołądku. Tak przynajmniej swoje rozwiązanie przedstawiają twórcy Calcareo. Urządzenie rzecz jasna zajmuje nieco miejsca na statku, jest to jednak kwestia zmniejszenia przewożonego ładunku. W perspektywie kosztów, jakie trzeba będzie ponieść za emisję CO₂ w transporcie morskim, ewentualnie zastosować kosztowne paliwa bezemisyjne jak wodór czy amoniak, może się to okazać rozwiązaniem najtańszym.





Karawele powracają

TREND

Skoro wiatraki na morzu są tak efektywne, czemu nie wrócić do wiatru na statkach? W sytuacji gdy tak trudno jest elektryfikować transport morski, sięga się po stare, sprawdzone metody.

Fot. Oceanbird

Rozwój

Zaczęło się od reaktywacji starych szkunerów o wyporności 30–35 ton. Skala działania była więc niewielka, póki nie pojawił się francuski Anemos, który na pokład zabiera 1000 ton towaru. Po inną technologię – tzw. rotor Flettnera o którym dalej – sięgnął fiński Norsepower dzięki, któremu zmniejsza zużycie paliwa o 20 proc. Bo żaglowce na miarę XXI wieku to konstrukcje hybrydowe napędzane zarówno wiatrem, jak i ropą. W zwodowanym sześć lat temu WindWings skrzydła pozwolą oszczędzić emisję CO₂ o 30 proc., a w przypadku Canopée (Zephyr & Borée), którego skrzydła zbudowała polska Partner Stocznia, udział napędu wiatrowego waha się od 15 do 40 proc. Bardziej ekologiczny ma być szwedzki Oceanbird, który emisję ma zmniejszyć o 90 proc. Budowa pierwszej jednostki Orcelle Wind ma się zacząć w tym roku. Wyporność 32 tys. ton i 10 węzłów prędkości to już jest konkurencja dla klasycznych jednostek: przez ocean przeprawi się w 12 dni, o 4 więcej niż statek spalinowy.

Jak to się robi

Tak wielką jednostkę jak Orcelle Wind będzie napędzać sześć rozkładanych 40-metrowych żagli pokrytych panelami słonecznymi o powierzchni 1,5 tys. mkw. Sporo technologii do żeglugi dodał także Anemos: jego 7 żagli o powierzchni 3 tys. mkw. sterowanych jest pilotem, a automatyka sprawia, że zamiast 50 potrzebuje tylko 7 marynarzy. Nowe superżaglowce robią wrażenie, nie należy jednak lekceważyć sprawdzonych już technologii, takich jak rotor Flettnera, w którym wykorzystywany jest tzw. efekt Magnusa. To zjawisko znane chociażby z futbolu wyjaśnia, jak piłka może być „podkręcona”. Spowodowane jest to efektem różnicy ciśnień pomiędzy jej „lewą” a „prawą” stroną wykorzystywanym także w rotorze Flettnera, walcu obracającym się w strumieniu powietrza. W przypadku statków musi być to wiatr boczny, wiejący od strony burty (dowolnej), który powoduje, że ciśnienie przy rotorze od strony dziobu spada i statek jest popychany do przodu.

Gracze

BARTech
Yara Marine Technologies
Wallenius Marine
Alfa Laval Norsepower
Zephyr & Borée
Partner Stocznia
Hurtigruten
Fairtransport Shipped by Sail
TransOceanic Wind Transport
Timbercoast



Partnerzy raportu Greenbook 2025



Greenbook 2025, kwiecień 2025

Opracowanie i redakcja: Green is Good / Miasto2077

Makieta / Opracowanie graficzne: Aleksandra Krupa / AC Jaworscy

Kontakt: redakcja@miasto2077.pl