

Przewozy pasażerskie dużych prędkości w systemie koło – szyna i na poduszce magnetycznej

W czwartym światowym kongresie poświęconym badaniom w kolejnictwie WCRR'99 (World Congress on Railway Research), który odbył się w Tokio w dniach 19–23 października 1999 r., udział wzięło prawie 750 ekspertów z dziedziny kolejnictwa i przemysłu kolejowego. Na kongresie wygłoszono ponad 200 referatów, dotyczących w przeważającej mierze osobowym liniom dużych prędkości.

Wydluzona, górzysta struktura wysp japońskich, z dużymi miastami otoczonymi górami i położonymi najczęściej w wąskich korytarzach wzdłuż wybrzeży, sprzyja rozwojowi kolejowej komunikacji osobowej. Warunki geograficzne warunkują również, że transport towarowy w większości odbywa się statkami, od portu do portu, na krótkich i dalekich trasach. W dziedzinie kolejowej komunikacji osobowej Japonia należy do ścisłej czołówki światowej. Szynowy transport towarowy (szczególnie na krótkich odcinkach), ze względu na niską ilość przewozów, ma stosunkowo małe znaczenie.

Z powodu dużej potrzeby swobodnego przemieszczania się, Japonia – państwo z prężnie rozwijającym się przemysłem, znacznie wcześniej, w porównaniu do całego świata, oprócz rozbudowy komunikacji regionalnej w dużych aglomeracjach miejskich, rozpoczęła również budowę dalekobieżnej kolejowej komunikacji osobowej dużych prędkości między dużymi ośrodkami miejskimi.

Słusznie więc świat spogląda z uznaniem na nowy system kolejowy Shinkansen (oznaczenie nowej linii). Pierwszy odcinek systemu Shinkansen został uruchomiony 1 października 1964 r. na trasie Tokio – Shin – Osaka (Nowa-Osaka) długości 552,6 km.

Shinkansen stwarza wrażenie, że Japonia jest przede wszystkim w dziedzinie komunikacji kolejowej „krajem ruchu dalekobieżnego”. Dlatego też dla wyjaśnienia, że komunikacja regionalna w Japonii odgrywa również dominującą rolę, choć jest to zwykle nie zauważane, należy podać kilka liczb. Dla wybranych do porównania pięciu państw: Japonii, Francji, Niemiec, Szwajcarii i Polski, w zestawieniu podano dane

o liczbie podróży koleją, przypadających na jedną osobę w ciągu jednego roku, długości jednej jazdy pociągiem (w km) oraz całkowitej, średniej długości trasy, przypadającej na jedną osobę w okresie roku:

Kraj	Liczba podróży osoba/rok	Długość jednej jazdy pociągiem [km]	Całkowita, średnia długość jazdy osoba/rok [km]
Francja	13,8	79,15	1091,9
Japonia	69,2	27,75	1920,8
Niemcy	16,2	44,43	721,6
Polska	8,4	63,34	531,5
Szwajcaria	37,5	46,90	1758,5

Z podanego zestawienia wynika, że wbrew pozornej opinii, jaką można by wyrobić sobie na podstawie Shinkansen, Japonia jest „krajem komunikacji regionalnej”, a Polska, bardziej niż Niemcy i Szwajcaria – „krajem komunikacji dalekobieżnej”.

Jeżeli w Polsce, ze statystycznego punktu widzenia, istnieje tak duże zapotrzebowanie na dalekobieżną komunikację kolejową, wydaje się więc, że powinna nastąpić szybka rozbudowa sieci komunikacyjnej dla ruchu dalekobieżnego. W ten sposób nastąpiłby ponowny wzrost osiągniętych w transporcie osobowym, przypadający na jedną osobę w ciągu roku, który w minionych 10 latach tak gwałtownie się zmniejszył. Tyle, w ogólnym skrócie, wnioszków, które już same wynikają ze statystyki.

Japoński park pojazdów dla komunikacji dużych prędkości

W czasie ostatnich trzydziestu pięciu lat National Japan Railways (Narodowe Koleje Japońskie) i jej następcy: East-, Central- i West-Japan Railways (ERJ, CRJ, WRJ – Wschodnie-, Centralne- i Zachodnie Koleje Japońskie) nieustannie dopasowywały swój park pojazdów do rosnących wciąż wymagań, podnosząc stopniowo maksymalną prędkość jazdy. Poczynając od maksymalnej prędkości jazdy 210 km/h Shinkansen, seria 0, w 1964 r., poprzez maksymalną prędkość 230 km/h serii 100 i 270 km/h serii 300, maksymalna prędkość jazdy dla serii 700 osiągnęła 285 km/h, a dla serii 500 – 300 km/h. Na rysunku 1 przedstawiono, jak zmieniano kształt głowicy pociągów Shinkansen w celu obniżenia opo-



Rys. 1 Kształt głowicy japońskich pociągów dużej prędkości (od lewej do prawej): seria 100, 300, 500, 700, 0 i pociąg próbnny 300X Fot. W. Völkening

rów aerodynamicznych. Do przeprowadzania badań i optymalizacji kształtu, z punktu widzenia obniżenia współczynnika oporu powietrza, koleje japońskie mają do dyspozycji w Kioto duży tunel aerodynamiczny.

Główną linię komunikacyjną dużych prędkości w Japonii stanowi odcinek od Tokio do Hakata (Fukuoka), długości 1180 km. Najszybsze pociągi kolei CJR i WJR, nazwane Nozomi, potrzebują na pokonanie tej trasy 5 godzin. Na odcinku trasy na zachód od Tokio kursują pociągi serii 100, 300, 500 i 700. CRJ obsługuje krótsze trasy, położone na wschód i północ od Tokio, stosując między innymi pociągi serii 200 (zewnętrznie podobne do pociągów serii 0) oraz 400 (nie pokazane na rysunku 1).

Obecnie w eksploatacji znajdują się 43 pociągi serii 0, 66 pociągów serii 100, 56 pociągów serii 200, 70 pociągów serii 300, 12 pociągów serii 400, 9 pociągów serii 500 i 5 pociągów serii 700; razem więc 261, pociągów z całkowitą liczbą wagonów środkowych równą 3456.

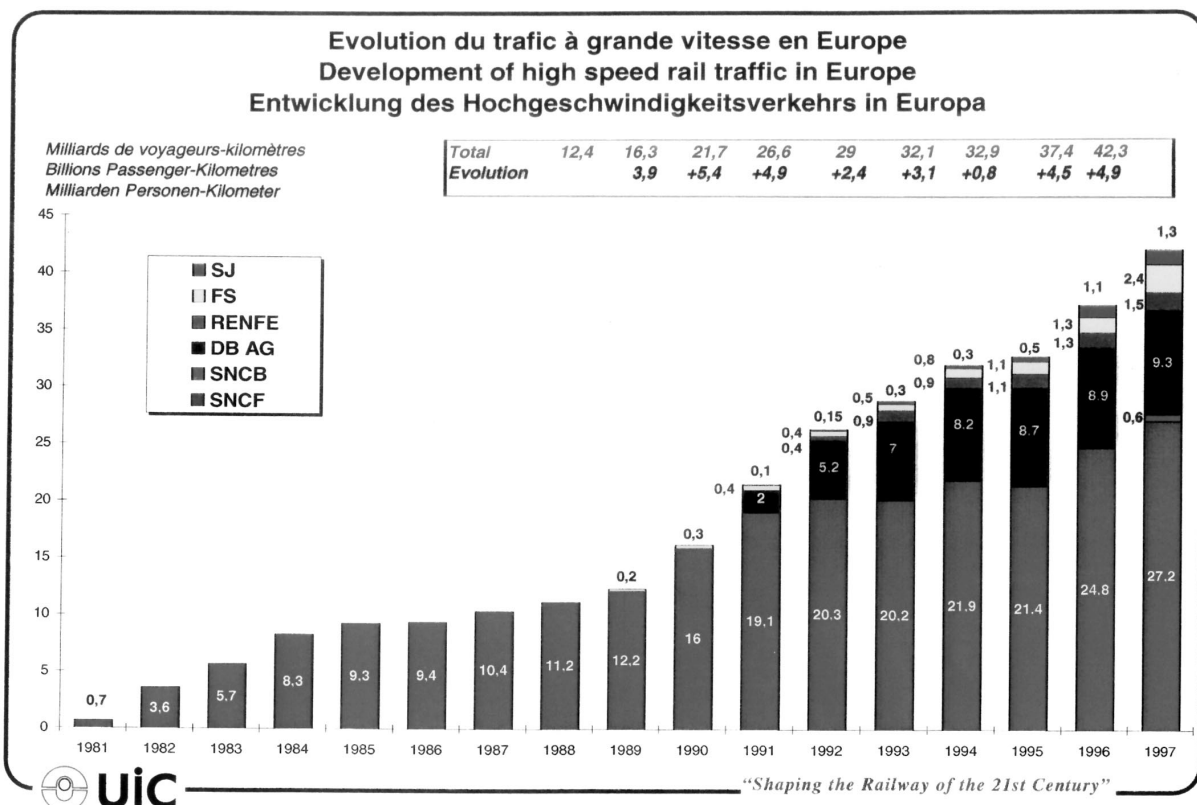
Linie kolejowe dużych prędkości w Europie

Nigdzie na świecie nie było, i nie ma, takich dogodnych uwarunkowań dla szczególnie opłacalnej ekonomicznie eksploatacji linii kolejowych dużych prędkości, jak w „korytarzu japońskim”. Dlatego też, nie jest rzeczą dziwną, że kraje europejskie, chociaż posiadają odpowiednie możliwości techniczne, zwlekały przez dziesiątki lat z rozpoczęciem budowy kolejowych linii komunikacyjnych dużych prędkości czy to o zasięgu krajowym, czy też o zasięgu europejskim. Poza tym

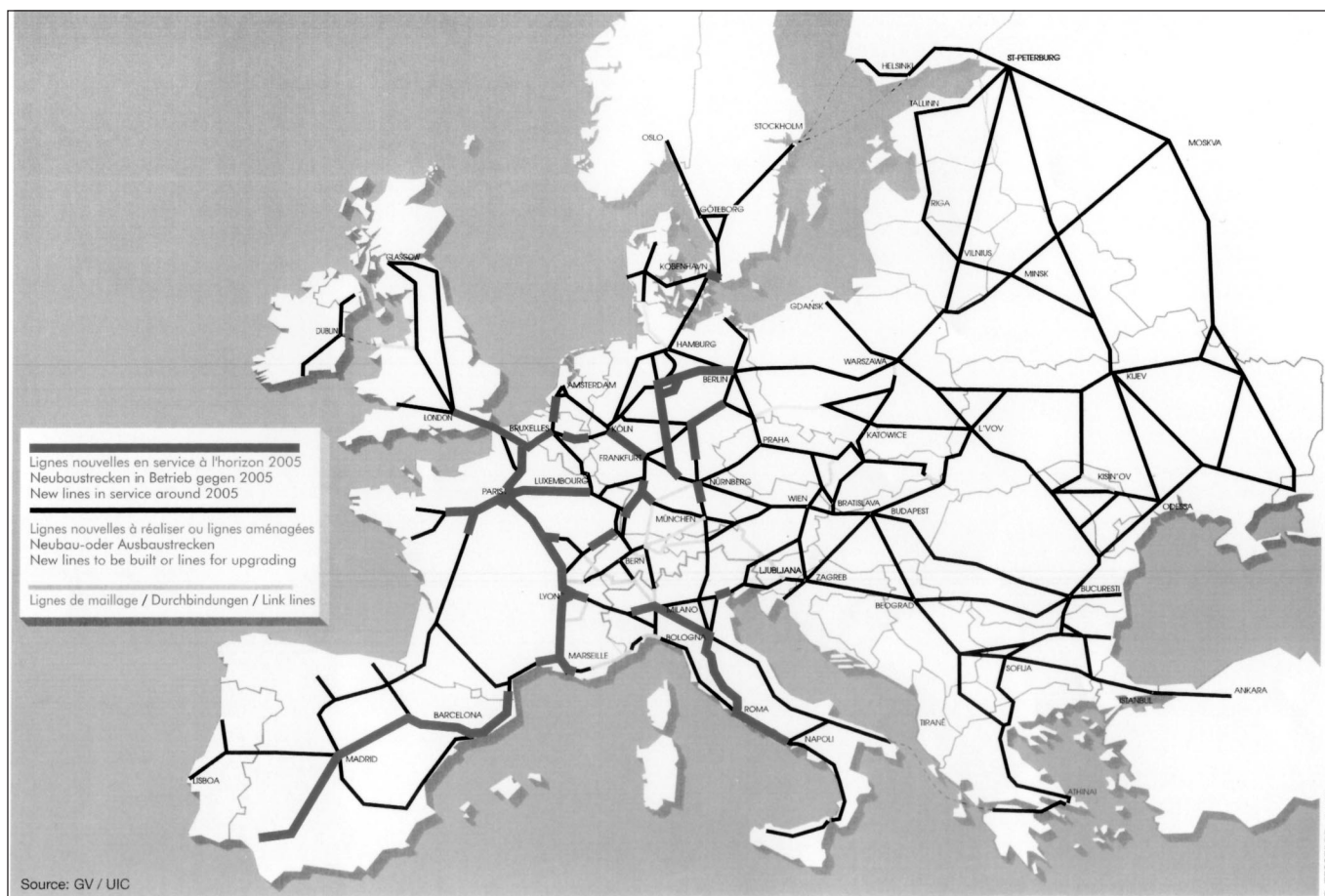
Europa miała do dyspozycji wypróbowaną, niezawodną sieć połączeń dalekobieżnych (można by powiedzieć, że to skłania do „spoczęcia na laurach”). Nie jest również rzeczą zadziwiającą, że Francja jako pierwsza zaczęła realizować linię dużych prędkości. Centralnie na Paryż ukierunkowana struktura komunikacji kolejowej i stosunkowo duże odległości między Paryżem a innymi aglomeracjami miejskimi kraju (przy gęstości zaludnienia o połowę mniejszej niż w Niemczech, ale porównywalnej z gęstością zaludnienia w Polsce) faworyzowały we Francji budowę sieci linii kolejowych dużych prędkości.

Pierwsi pasażerowie podróżowali francuskim pociągiem dużych prędkości TGV (Tres Grande Vitesse) w 1981 r. W 1989 r. w ślad Francji poszły Włochy (jest to zrozumiałe, że ten wzdłużnie rozciągnięty kraj stanął również na „trasie wyścigów”; pierwsze połączenie pociągami dużej prędkości we Włoszech: Rzym – Mediolan). W 1991 r. do tego grona dołączyły Niemcy, w 1992 r. – Szwecja i Hiszpania, a w 1997 r. – Belgia (rys. 2). Stale rosnąca liczba pasażerów pociągów dużej prędkości potwierdza, że popyt na tego typu komunikację kolejową w Europie nie został jeszcze nasycony.

Całkowita długość linii kolejowych dużych prędkości w Europie w 1998 r. wynosiła 2692 km. Według aktualnych planów do 2005 r. powinno być 7779 km tych linii w użytkowaniu, a więc naprawdę godny zauważenia wzrost (rys. 3). Niestety Europa Wschodnia stanowi wciąż białą plamę na sieci komunikacyjnej linii dużych prędkości.



Rys. 2. Rozwój komunikacji dużych prędkości w Europie (w kolejności od dołu do góry: SNCF, SNCB, DB AG, RENFE, FS i SJ); dane UIC za 1997 r.



Rys. 3. Planowana rozbudowa kolejowych linii dużych prędkości w Europie do 2005 r. (dane UIC)

Czy w szybkim ruchu kolejowym poza systemem koło – szyna konieczna będzie technika kolei na poduszce magnetycznej?

W Japonii na to pytanie istnieje do tej pory tylko jedna, jednoznaczna odpowiedź: TAK. Popyt na komunikację na wyspach japońskich jest tak duży, że wydajność pociągów Shinkansen, które kursują z Tokio w kierunku zachodnim/południowym (obecnie najwięcej 12 pociągów na godzinę), nie są już w stanie, w pewnych przedziałach czasu, pokryć całkowitego zapotrzebowania. A jeżeli ktoś przyzwyczaił się już do wygodnego podróżowania koleją, z centrum jednego miasta bezpośrednio do centrum innego miasta, to tylko w wyjątkowych przypadkach zamienia ją na podróż samolotem, który jest do dyspozycji daleko od bram miasta.

Japońska kolej na poduszce magnetycznej Maglev (Magnetic Levitated), o planowanej, maksymalnej prędkości 500 km/h, pozwala na skrócenie o połowę czasu podróżowania, w porównaniu do systemu Shinkansen. Nie będzie więc już w Japonii dużego miasta, do którego zmuszonym by się było podróżować koniecznością samolotem (ewentualnie z wyjątkiem dowozu pasażerów do lotnisk międzynarodowych).

Postępujący w Japonii z dużą determinacją rozwój konstrukcji pociągów na poduszce magnetycznej doprowadził już do takich rezultatów, że na testowej trasie Yamanashi w pobliżu Tokio, dwa pociągi Maglev, o różnych kształtach gło-

wic, odbyły swój „chrzest bojowy” podczas jazdy z maksymalną prędkością 552 km/h. Obecny odcinek testowy ma długość 18,4 km, z czego 16 km przebiega w tunelu. 11,4 km trasy jest dwutorowe, co umożliwia również włączenie do normalnego programu badań prób mijania się dwóch pociągów. Maksymalna różnica prędkości przy mijaniu się dwóch pociągów wynosiła dotychczas 966 km/h.

W odróżnieniu do niemieckiego pociągu Transrapid (zaprojektowanego na zasadzie elektromagnetycznej techniki podwieszenia), opisanego wyczerpująco na łamach *tts*, konstrukcja japońskiego pociągu na poduszce powietrznej oparta jest na elektrodynamicznej zasadzie podwieszenia. Pociąg, po krótkim starcie na kołach, unosi się między dwoma pionowymi ścianami, między którymi system magnetyczny unosi i prowadzi pociąg oraz wytwarza siłę pociągową. Szczeliny między pionowymi ścianami drogi jezdnej a pociągiem wynoszą po każdej stronie 100 mm (rys. 4). Zmostkowanie tak dużej szczeliny poprzez pole magnetyczne wymaga jednakże tak silnego pola magnetycznego, że na uzwojenia magnesów w pojeździe wybrany został materiał nadprzewodzący. Nadprzewodnictwo staje się możliwe przy temperaturze zera bezwzględnej, co jest uzyskiwane poprzez chłodzenie uzwojeń za pomocą ciekłego helu. W tych warunkach możliwe jest uzyskanie natężenia prądu w uzwojeniach 300 kA.

Na pytanie, dlaczego japoński system kolei na poduszce magnetycznej obciążony jest tak skomplikowaną metodą



Rys. 4. Japoński pociąg Maglev na testowej trasie Yamanashi podczas przejeżdżania przez zwrotnicę Fot. W. Völkening



Rys. 5. Podczas jazdy – właściwie podczas unoszenia – w japońskim pociągu Maglev nawet przy 450 km/h człowiek czuje się jak w „spokojnej kabinie”. Podczas jazdy próbnej przewodnik stojąc podaje wyjaśnienia odnośnie testowej trasy Fot. W. Völkening

techniczną, jest następująca odpowiedź: Japonia jest krajem, który zmuszony jest do obcowania z tajfunami i trzęsieniami ziemi. Np. w czasie tajfunu człowiek chciałby pozostać na ziemi, a nie być porwanym przez żywioł. Podczas trzęsienia ziemi, na powierzchni występują między innymi poziome przemieszczenia gruntu. Przesunięcia ziemi dotychczas nie były większe niż 100 mm, dlatego utrzymanie szczeliny o wielkości 100 mm uważa się za wystarczające, aby w czasie przemieszczania się podłoża toru, poprzez odpowiednie sterowanie natężeniem pola magnetycznego, uniknąć ocierania się unoszącego się pociągu o drogę jezdnią. Profesorowie Uniwersytetu Tokijskiego, którzy sprawowali naukową opiekę nad projektem Maglev, widzą możliwość, aby w przyszłości, po zebraniu dostatecznego materiału doświadczonego, zmniejszyć szczelinę ze 100 mm do 60 mm. Świadczy to o tym, jak szybko w Japonii badania i obserwacje naukowe są wykorzystywane przez technikę, a także nie jest lekceważony obowiązek staranności.

Obecność tak dużej liczby ekspertów z dziedziny kolejnictwa na WCRR'99 wykorzystano jako doskonałą szansę, aby gościom z całego świata dać sposobność uczestnictwa w próbnej jeździe na testowej trasie Yamanashi. Na monitorze umieszczonym w środkowym wagonie pociągu Maglev można było obserwować aktualne położenie pojazdu na trasie oraz prędkość chwilową pojazdu (rys. 5). Na monitorze ekranowym, umieszczonym po lewej stronie, obok drzwi, można było oglądać przebieg trasy ze stanowiska maszynisty. Podczas prezentacji dla gości zagranicznych maksymalna prędkość jazdy wynosiła 450 km/h. Ze wskaźników monitora autor artykułu naszkicował profil prędkości, tj. wykres rozkładu prędkości pojazdu w zależności od drogi (rys. 6), a poprzez przeprowadzenie różniczkowania uzyskiwany był profil przyspieszenia pojazdu (rys. 7). Obserwując wymienione wskaźniki można było zauważyć, że chwilowe przyspieszenia i opóźnienia wynosiły $1,5 \text{ m/s}^2$, tak jak podawały Koleje Japońskie. Z rysunku 6 można również się zorientować, że przy ekstrapolacji prędkości do 550 km/h, długość obecnego odcinka testowego została dokładnie tak zaprojektowana, aby próby można było przeprowadzać w całym przedziale wymaganych prędkości, mianowicie 500 km/h + 10%, co jest niewątpliwym osiągnięciem zespołu projektantów Kolei Japońskich.

Trasa testowa Yamanashi zaplanowana została jako część przyszłego, ewentualnego połączenia kolejną na poduszce magnetycznej między Tokio i Osaką, z możliwością jego przedłużenia.

Chociaż obecnie w Europie nie ma jeszcze porównywalnego z Japonią powrotu do popularności komunikacji kolejowej, niezrozumiałe jest jednak to, że tak trudno zdobyć środki inwestycyjne na pociąg Transrapid, mimo że projekt pociągu został już ukończony i Transrapid jest już właściwie gotowy do użytkowania. Przecież Transrapid nie będzie jeździł na terenach, gdzie występują trzęsienia ziemi i nie wymaga opracowania skomplikowanego systemu z zastosowaniem nadprzewodników. Szczelina między pojazdem a drogą jezdnią wynosi przecież jedynie 10–15 mm. Powstaje wiele pytań: czy Niemcy zwlekają z pociągiem na poduszce ma-

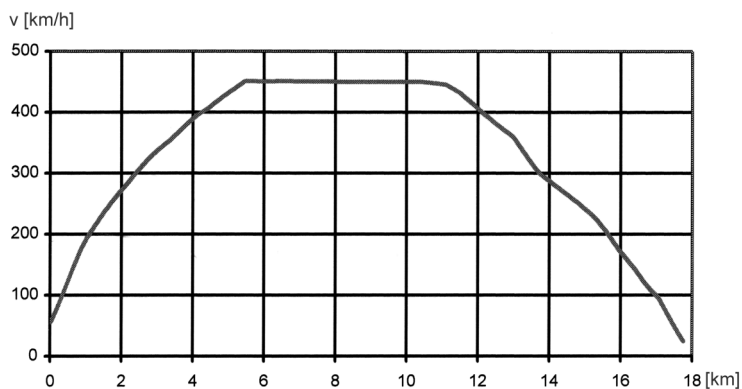
gnetycznej, podobnie jak z pociągiem dużej prędkości w systemie koło – szyna, ponieważ na przewidzianej wcześniej trasie z Berlina do Hamburga nie można liczyć na sukces ekonomiczny? Dlaczego brakuje odwagi na inwestycje początkowe, chociaż zarysowuje się możliwość zastąpienia nierentownej komunikacji lotniczej na krótkich i średnich trasach siecią krajowych i europejskich połączeń pociągami Transrapid?

Japonia, dla prędkości powyżej 300 km/h, jednoznacznie postawiła na pociąg na poduszce magnetycznej. Daje to dużo do myślenia, jeżeli uwzględnimy ogromną skarbnicę doświadczeń Kolei Japońskich w dziedzinie komunikacji dużych prędkości. Czy koszty utrzymania urządzeń w dobrym stanie technicznym w systemie koło – szyna, przy prędkościach pociągów powyżej 300 km/h są zadowalające w porównaniu do komunikacji lotniczej? Czy w ogóle nie przekraczają ekonomicznych możliwości? Nie wydaje się, aby nad tym, i wieloma innymi pytaniami dyskutowano obecnie w Europie w szerszym zakresie i z należytą powagą? Czy nie należałoby wziąć również pod uwagę, że Lufthansa zabiega o to, by uwolnić się od ciężaru nierentownych lotów na krótkich trasach? Transrapid mógłby jej przy tym jeszcze skuteczniej pomóc, niż przeceniana z jej technicznymi i ekonomicznymi możliwościami komunikacja w systemie koło – szyna.

Jest również rzeczą niezrozumiałą, że wymiar inwestycji planowane na Transrapid odnoszone są obecnie do pierwotnej trasy Hamburg – Berlin. Gdy w listopadzie 1999 r. doszło do omawiania przedłużenia trasy kolei Transrapid Hamburg – Berlin do Pragi i Budapesztu, na jednej z międzynarodowych konferencji na temat europejskich linii kolejowych w Wiedniu dały się słyszeć głosy poparcia z Czech i Węgier. Dyskusje o europejskim systemie kolei Transrapid były zawsze w swoisty sposób spychane na drugi plan. Jak to się ma do zdecydowanej realizacji systemu kolei na poduszce magnetycznej w Japonii? Nie można również przeczyć faktu, że Ludowa Republika Chin już przed wielu laty zainteresowała się pociągiem na poduszce magnetycznej. Na rysunku 8 pokazano najnowszy pojazd, który na testowej trasie Chengdu wejdzie do eksploatacji.

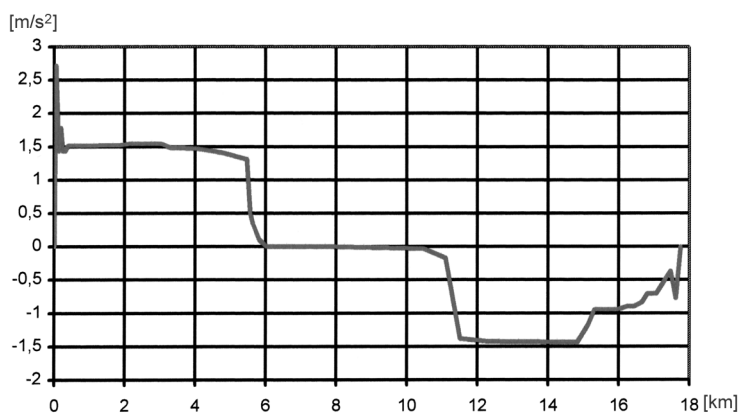
Odnosnie tematu „Pociąg na poduszce magnetycznej w Europie” można by sobie przede wszystkim życzyć, aby dyskusje wesprzeć znajomością rzeczy i odciążyć je od czasowo uwarunkowanych emocji. Fachowcy są jednakże najczęściej osobami niepożądanymi, gdyż każda z emocjonalnie działających grupy interesów „pragnie upiec swoją pieczę”, zgodnie z zasadą „a cóż to mnie obchodzi, co się później stanie”.

□



Rys. 6. Profil prędkości w funkcji drogi przy jeździe pociągu Maglev z maksymalną prędkością 452 km/h

Rys. W. Völkening



Rys. 7. Profil przyspieszenia w funkcji drogi przy jeździe pociągu Maglev z maksymalną prędkością 452 km/h

Obliczenia i rys. W. Völkening



Rys. 8. Najnowszy pojazd na poduszce magnetycznej zaprojektowany przez SOUTHWEST JIAOTONG UNIVERSITY w Chengdu, ChRL, prowincja Sichuan

Fot. W. Völkening

Autor:

Wilhelm Völkening – niezależny niemiecki dziennikarz