

10 lat pociągów dużych prędkości w Niemczech

2 czerwca 1991 r. rozpoczęła się era dużych prędkości na kolei niemieckiej. Pierwszą jazdę InterCity Express (ICE) odbył na trasie z Hamburga Altona, przez Frankfurt i Stuttgart do Monachium. Od tego czasu szybkie pociągi oraz nowo wybudowane i przebudowane trasy mają znaczący udział w konkurencyjnej walce kolei z innymi środkami transportu.

Innowacyjny atak, jaki miał miejsce w 1991 r., polegający na koncentracji wdrożeń nowych technologii w budowie pojazdów, torowisk, systemów zabezpieczenia ruchu i jego organizacji, był celem opracowanego z dużym rozmachem wspólnego przedsięwzięcia nauki, przemysłu i kolei. Przygotowania trwały 7 lat. Wprawdzie pewne odcinki nowo wybudowanych tras były już wcześniej ukończone, jak np. „Westliche Einführung” na kolei Riedbahn w Mannheim oraz otwarty w 1988 r. nowy odcinek trasy Fulda – Würzburg, ale tak naprawdę wszystko zaczęło się dopiero wraz z rozpoczęciem komercyjnej jazdy pierwszych pociągów dużych prędkości 2 czerwca 1991 r. (rys. 1). Jedna po drugiej zo-

stały oddane do eksploatacji trzy linie pociągów ICE: po linii 6 (Hamburg – Frankfurt – Monachium) uruchomiona została linia 4 (Hamburg – Norymbergia – Monachium) i linia 3 (Hamburg – Bazylea). Już w 1993 r. do linii dużych prędkości włączony został Berlin, najpierw przez Magdeburg, a od września 1998 r. poprzez linię dużych prędkości Hanower – Berlin.

Do pociągów ICE pierwszej serii dołączyły w międzyczasie krótkie pociągi typu ICE-2 oraz pociągi z rozłożonym napędem (zespoły trakcyjne) typu ICE-3. W segmencie pociągów dużej prędkości wymieniać należy również pociąg typu ICE-T z przechylnym pudłem, przeznaczony dla istniejących linii kolejowych, ale obfitujących w liczne łuki, uzyskujący maksymalną prędkość 160 km/h. Z tego też względu w niniejszym artykule uwzględniony będzie tylko marginesowo (rys. 2).

Fakty i liczby

W minionych 10. latach sieć pociągów ICE znacząco zyskała na znaczeniu (rys. 3, tabl. 1).

W stosunku do pociągów pasażerskich, sieć pociągów ICE odnotowywała ciągły wzrost udziałów. Dane porównawcze za 2000 r. przedstawione zostały w tablicy 2.

Niektórzy komentatorzy obawiali się, że oferta pociągów ICE może, poprzez ich atrakcyjność, wyczerpać zwykłą ofertę przewozów dalekobieżnych.

W roku powstania Kolei Niemieckiej (Deutsche Bahn AG) w 1994 r. statystyka była następująca:

	IR/DT	IC/EC	ICE	Udział ICE [%]
Osobokilometry [mld]	7,95	11,39	8,15	30%

IR – pociągi InterRegio (międzyregionalne)

DT – pociągi bezpośrednie

Od tego czasu dane charakteryzujące inne systemy przewozów dalekobieżnych praktycznie się nie zmieniły, podczas gdy system ICE, w odniesieniu do danych z 1994 r., odnotował zwiększenie o 5,77 mld osobokilometrów, czyli o 72%. Znaczący wpływ na tak wysoki przyrost udziałów miała



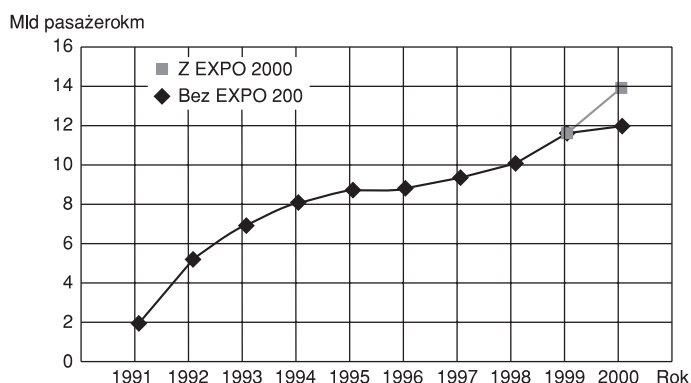
Rys. 1. ICE na nowej trasie Hanower – Würzburg



Rys. 2. ICE-TD (pociąg przechylny z napędem spalinowym), w eksploatacji od czerwca 2001 r.

wystawa w EXPO 2000 w Hanowerze. Wpływ ten szacuje się na ok. 1,9 mld osobokilometrów, ale również bez

uwzględnienia EXPO 2000 zanotowany zostałby też znaczący wzrost.



Rys. 3. Rozwój sieci pociągów ICE

Sieć pociągów ICE, dane eksploatacyjne

Lata	Liczba pasażerów ¹⁾ [mln]	Pasażerokilometry ¹⁾ [mld]	Pociągokilometry ²⁾ ³⁾ [mln]		Miejscokilometry [mld]
1991	5,90	2,04	6,0		4,00
1992	15,30	5,24	15,9		10,40
1993	16,40	7,5+0,2	24,4	26,3	15,10
1994	20,80	8,15	28,1	29,3	17,40
1995	24,60	8,74	29,3	30,8	18,00
1996	25,90	8,85	31,1	32,3 ⁴⁾	18,80
1997	28,30	9,78	34,1	35,5 ⁵⁾	21,56
1998	31,40	10,15	38,5	40,0	22,25
1999	35,64	11,59	44,6	46,2	26,26
2000	41,61	13,92	50,0	51,8	27,99

¹⁾ Tylko wewnątrz kraju, łącznie z przejazdami bezpłatnymi.

²⁾ Oferta handlowa, wewnątrz kraju.

³⁾ Całkowite przebiegi, od 1996 r. ICE-1 + ICE-2.

⁴⁾ Z tego ICE-2 0,7.

⁵⁾ Z tego ICE-2 5,1.

Tablica 1

Tablica 2

Statystyka ofert w pociągach dziennych DB AG w 2000 r.

	IR/DT	IC/EC	ICE
Pociągokilometry ¹⁾	[mln] 55,00	49,00	50,00
Miejscokilometry	[mld] 22,90	29,07	27,99
Pasażerokilometry ²⁾	[mld] 7,83	11,30	13,93
Liczba miejsc/pociąg	405	593	560
Liczba pasażerów/pociąg	142	231	278

Udział ICE w wymienionych rodzajach pociągów w:

- pociągokilometrach – 32,5%,
- pasażerokilometrach – 42,1%,
- obrotach – 44,6%.

¹⁾ Oferta handlowa.

²⁾ Łącznie z jazdami bezpłatnymi.

DT – oferta dzienna pociągów bezpośrednich.

IR – pociągi InterRegio (międzyregionalne).

Rozwój sieci

Potrzeba podróżowania wynika z niejednorodnej struktury rozkładu obszarów gospodarczych i zaludnienia oraz uwarunkowana jest względami prywatnymi i zawodowymi klientów kolei. Niemcy są krajem, w którym występuje wiele regionalnych ośrodków wielkomiejskich oraz charakteryzującym się dużym zróżnicowaniem pod względem gęstości zaludnienia (rys. 4). Gęstość zaludnienia wynosi przykładowo:

– w najrzadziej zaludnionych krajach związkowych: w Meklenburgii–Vorpomern i Brandenburgii ok. 80 mieszkańców na 1 km²;

– w najgęściej zaludnionych krajach: w Północnej Nadrenii–Westfalii i Saarland odpowiednio 525 i 422 mieszkańców na 1 km².

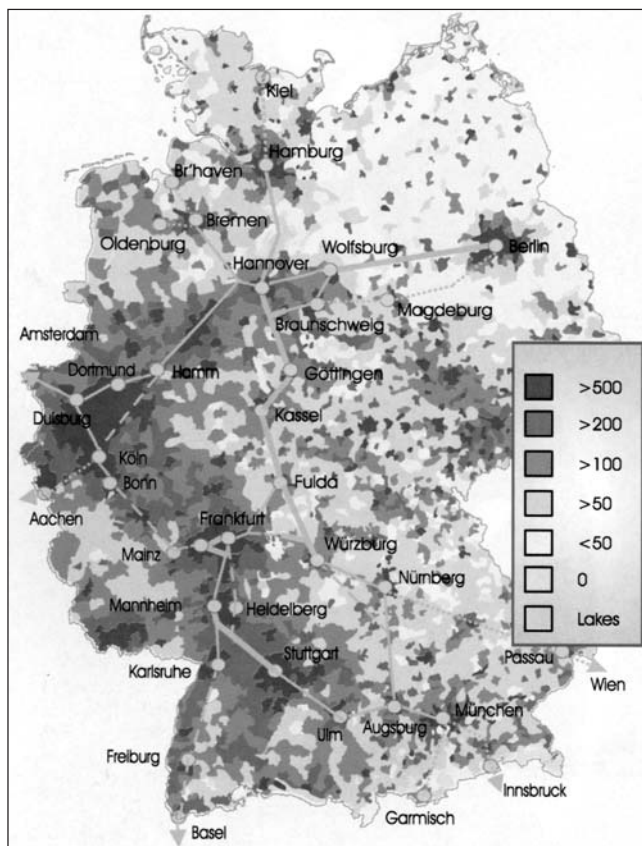
W gęsto zaludnionych krajach związkowych występuje duże zapotrzebowanie na transport regionalny, który wykorzystując również odcinki tras międzyregionalnych stwarza na nich i w punktach węzłowych „wąskie gardła”. Dotyczy to również połączeń dużych prędkości. Budowa nowych tras jest droga i trudna do przeforsowania. W obszarach o małej gęstości zaludnienia problemy te nie występują, ale z powodu braku bogato rozwiniętej infrastruktury i słabo rozwiniętego transportu regionalnego, budowa tras szybkiego ruchu ze względu na ich niskie wykorzystanie w tych rejonach jest z ekonomicznego punktu widzenia nieopłacalna. Co najwyżej rozważane są aspekty budowy międzyregionalnych tras szybkiego ruchu, co doprowadziło np. do budowy trasy szybkiego ruchu Hanower – Berlin. Taki stan rzeczy prowadzi do tego, że sieć linii dużych prędkości będzie heterogenicznie przesunięta na prawo (rozmieśczone niejednorodnie, z większym zagęszczeniem w zachodniej części Niemiec). Powstaje tam mieszana sieć linii szybkiego ruchu, składająca się z relatywnie krótkich, nowych i przebudowanych odcinków oraz z odcinków starych wolnych tras, nieprzygotowanych w pełni do ruchu pociągów dużych prędkości. Na rysunku 5 przedstawiono używaną obecnie przez pociągi ICE sieć linii, a w tablicy 3 podano dodatkowo udziały nowych i przebudowanych tras oraz częstości kursowania. Na przedstawionym planie sieci znaleźć można niewiele nowych tras szybkiego ruchu.

Udział nowych i przebudowanych tras, po których można jeździć z prędkością przynajmniej 200 km/h, w całej sieci połączeń dużych prędkości wynosi tylko 42%.

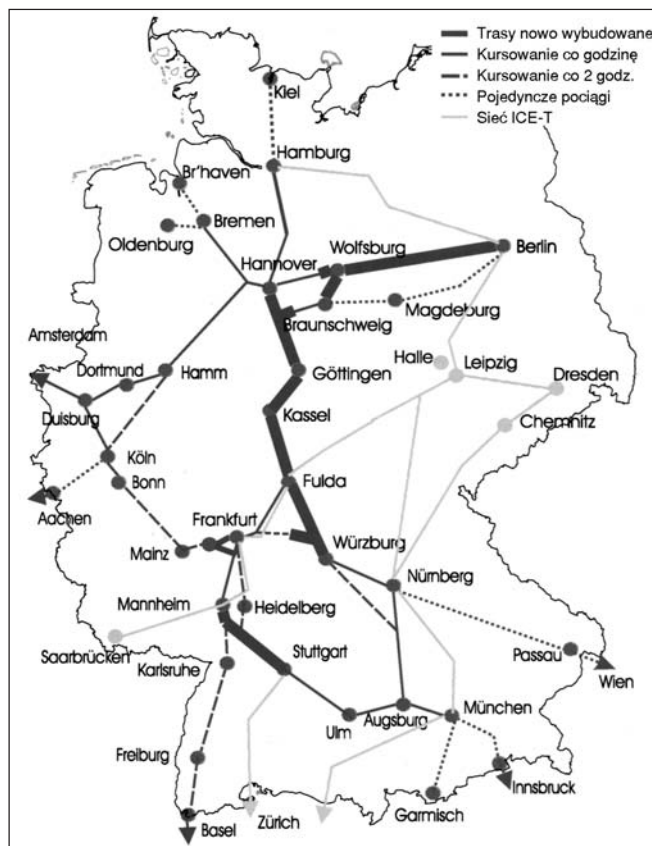
Skrócenie czasu jazdy

Krótki czas jazdy zarówno w przeszłości, jak i obecnie jest jednym z ważniejszych kryteriów decydującym o wyborze środka podróżowania.

Znaczące skrócenie czasu jazdy możliwe jest tylko na nowo wybudowanych trasach. W Niemczech są one pomyślane jako trasy uzupełniające i zawsze wprowadzane są na dworce dużych miast, co zmniejsza koszty budowy, jednocześnie jednak powoduje wydłużenie czasów jazdy, nawet gdy pociąg przejeżdża stację bez zatrzymania. Jedynym wy-



Rys. 4. Gęstość zaludnienia w Niemczech a koncentracja tras pociągów ICE (na podstawie UIC, Paryż 2001)



Rys. 5. Sieć tras ICE w maju 2001

jątkiem do tej pory jest miasto Stendal, które objeżdżane jest od strony południowej.

Z powodu niewielkich średnich odległości między punktami zatrzymywania się pociągów, wynoszącymi ok. 100 km, możliwa do osiągnięcia prędkość jazdy od stacji do stacji na dłuższych odcinkach, nawet w porównaniu z innymi krajami, nie jest szczególnie wysoka. Ilustrują to dwa przykłady:

Tablica 3

Sieć linii dużej prędkości, maj 2001 (bez sieci ICE-T)

	Długość [km]
1 lub więcej pociągów na godzinę	1962
2-godzinna oferta ICE	
na trasach dalekobieżnych	1108
na trasach regionalnych	134
Podstawowa sieć ICE ogółem (1)	3204
Inne dalekobieżne trasy ICE	871
Trasy ICE kolei szwajcarskich (SBB)	266
Trasy ICE kolei austriackich (ÖBB)	655
Thalys Kolonia – Aachen	70
Ogółem (2)	1862
Suma (1) i (2)	5066
Z tego nowo wybudowane trasy DB ≤ 280 km/h	690
Z tego trasy przebudowane DB $160 \leq 200$ km/h	670

w relacji Hamburg Dworzec Główny – Monachium (tabl. 4) prędkość podróżowania zwiększyła się ze 112 km/h do 133 km/h (w obu przypadkach na trasie przez Würzburg – Ansbach), a w relacji Berlin ZOO – Frankfurt ze 97 km/h do 140 km/h (tabl. 5). Wynik ten jest mało zadowalający, zwłaszcza, że w tej relacji, na nowo wybudowanych odcinkach o dużej długości osiągnięta jest maksymalna prędkość 250 km/h. Dla porównania, na nowej trasie Paryż – Marsylia (długość – 750 km, czas jazdy – 3 godz.), na której pociągi TGV jeżdżą z prędkością 300 km/h, osiągnięta jest średnia prędkość 250 km/h.

Oprócz konkurencyjnego ustawienia cen, również oferta towarzysząca musi ułatwiać potencjalnym klientom podjęcie decyzji o podróżowaniu pociągami ICE. Należy tutaj między innymi wymienić wysoki komfort jazdy i podróżowania, świadczenie różnorodnych usług w pociągu, łatwe i przyjemne dojścia do pociągu i małą liczbę nieutrudniających podróży przesiadek, prosta, łatwa do zrozumienia struktura taryfy za przejazd.

Konkurencyjność pociągów dużej prędkości

Na trasach średniego zasięgu, gdzie komunikacja kolejowa dzięki szybkim pociągom poruszającym się po nowych i przebudowanych liniach charakteryzuje się wieloma zaletami, może ona śmiało zdobywać pole w konkurencyjnej walce z innymi środkami transportu. Na rysunku 6, na przykładzie bezpośredniego połączenia między dwoma wielkimi aglome-

Czas jazdy na trasie Hamburg Dworzec Główny – Monachium Dworzec Główny

Relacja	km	1985	1990	1991	2001	Uwagi
Hamburg – Monachium	793	7,03	—	—	—	przez Bebra, Ansbach, Augsburg
	819	7,24	—	—	—	przez Bebra, Norymbergę, Augsburg
	774	—	6,39	—	—	przez Bebra, Fulda-Wurzburg ¹⁾ , Augsburg
	783	—	—	6,03	5,53	przez Hanower-Wurzburg ¹⁾ , Ansbach
	809	—	—	6,22	6,12	¹⁾ , Norymberga, Augsburg

¹⁾ Nowo wybudowana trasa.

Czas podróży od Berlin ZOO do innych dużych miast

Relacja	km	1993	2001	Uwagi
Berlin ZOO – Hamburg	286	3,22	2,24	do 5.1997 r. napęd dieslowski; z dwoma stopniami rozbudowy ok.1:40
Berlin ZOO – Hannover	284	3,00	—	przez Magdeburg, Berlin – Braunschweig; napęd dieslowski,
	264	1,36	—	od 5.1993 r. przez SFS
Berlin ZOO – Kolonia	609	5,57	—	Berlin – Braunschweig; napęd dieslowski do 5.1993 r.
	589	—	4,29	przez SFS Berlin-Hanower
Berlin ZOO – Frankfurt	580	5,57	—	Berlin – Braunschweig; napęd dieslowski do 5.1993 r.
	571	—	4,04	przez SFS, nowa trasa Göttingen – Fulda

racjami: Hanowerem i Frankfurtem, przedstawiono porównanie przyrostów przychodów różnych środków transportu w latach 1991–1995. Przedstawione roczne przychody, przy przyjętym założeniu, że podróż odbywa się od miejsca startu do miejsca docelowego, stanowią dla komunikacji naziemnej tylko małą część przychodów. Jedynie przy połączeniach lotniczych na liniach wewnątrz krajowych jest tak, że podróż odbywa się od miejsca startu do miejsca docelowego bez wymiany pasażerów po drodze. Pociągi ICE mają taką możliwość, a w związku z tym można lepiej wykorzystać liczbę miejsc do siedzenia.

Na rysunku 7 przedstawiono przykładowo dla 1992 r. porównanie wykorzystania miejsc w pociągach i samolotach

na liniach krajowych. Od tego czasu jednakże średnie obłożenie pociągów ICE nieznacznie się zmniejszyło (rys. 8).

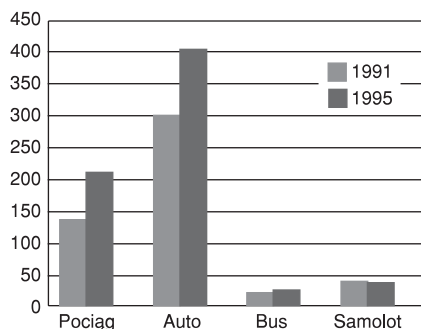
Długie pociągi I generacji ICE

Pierwotna koncepcja zakładała użycie pociągów ICE na trzech liniach, które miały sprostać różnym zakresom usług. Dopasowanie pod względem ilościowym oferty miejsc siedzących do występującego zapotrzebowania było stosunkowo trudną procedurą, gdyż struktura przewozów zmieniała się w funkcji czasu oraz uzależniona była od przebiegu trasy.

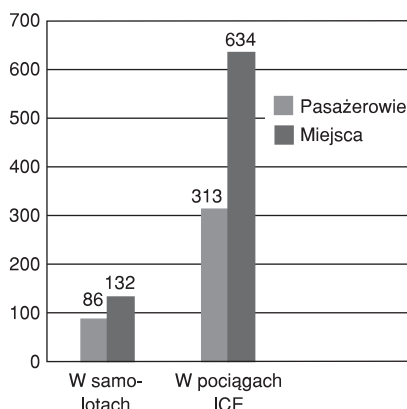
Jako podstawową przyjęto częstość kursowania pociągów IC/ICE co godzinę. Od godz. 7 do 22 kursowało więc 16 pociągów w równych odstępach. Ponieważ pociągi wcześnie, a przede wszystkim pociągi późne,

obłożone są w znacznie mniejszym stopniu, zwiększoną pojemność pociągów należy przesunąć na czas występowania nasilenia przewozów. Są to kursy pociągów, w zależności od warunków, od godziny 8 do 19, czyli 12 pociągów. Ponieważ zestawy pociągowe, kursujące we wczesnych i późnych godzinach, również kursują w godzinach szczytu, to skrócenie pociągu w celu zmniejszenia jego pojemności może być brane pod uwagę tylko na początkowych i końcowych odcinkach trasy.

Tego rodzaju ograniczenie pojemności pociągu w odniesieniu do całego dnia może być rozpatrywane tylko tam, gdzie następuje rozgałęzienie strumieni podróży, i tylko tam koncepcja „krótkich pociągów”, polegająca na kursowaniu skróconych składów pociągów, znajduje swoje

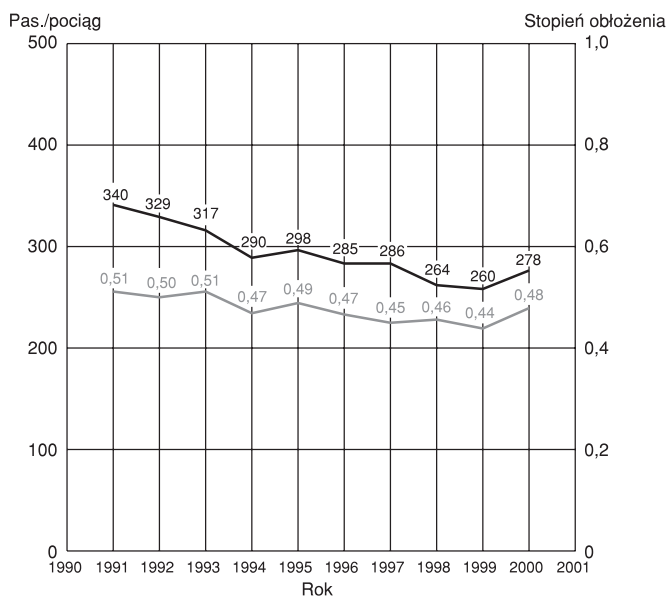


Rys. 6. Relacja Hanower – Frankfurt n. Menem (335 km); jazdy bezpośrednie w 1991 i 1995 r. (1000 podróży/rok)



Osiągi komunikacyjne	$6,3 \times 10^9$ pas.-km	$6,8 \times 10^9$ pas.-km
Średnia długość podróży	469 km	342 km

Rys. 7. Loty krajowe Lufthansy i komunikacja ICE, 1992 r.



Rys. 8. Stopień obciążenia pociągów ICE

zastosowanie. Długość pociągu ICE pierwszej generacji wynikała z zaplanowanej w rocznym rozkładzie jazdy pojemności pociągu dla określonej linii, z tego wynikała liczba wagonów, wchodząca w skład pociągu (tabl. 6). Dla całej sieci średnia liczba wagonów przypadająca na pociąg wynosiła z początku 11,6, a od 1997 r. nieznacznie się zwiększyła ze względu na późniejsze pozyskanie większej liczby wagonów.

Porównanie krótkich i długich pociągów ICE

Liczba miejsc do siedzenia przeciętnego, 12-wagonowego pociągu ICE I generacji wynosi 649, a podwójnego zestawu ICE-2 (14 wagonów) – $2 \times 370 = 740$ miejsc, przy czym w obydwu przypadkach nie jest brany pod uwagę wagon restauracyjny. Pociągi ICE-2 w rozkładzie jazdy 2000/2001 eksploatowane były na linii 6A (Frankfurt – Hamburg/Brema) i na linii 10 (Berlin – Kolonia – Bonn) w podwójnych zestawach, przy czym na części trasy były one rozdzielane.

Z całościowego ujęcia takiego sposobu eksploatacji można wyliczyć dla każdej długości trasy wyważoną średnią liczbę miejsc (miejscokilometry/pociągokilometry) na 648 miejsc/pociąg. Odpowiada to wymienionemu 12-wagonowemu pociągowi ICE. Zastosowanie pojedynczo jadących krótkich pociągów w systemie o dużej częstotliwościjazd stwarza wiele problemów. Odnosi się to zarówno do pozyskania akceptacji klientów (taka szczególna oferta jadącego o różnych godzinach pociągu może być wykorzystana przez pasażerów tylko przypadkowo, jako akurat pasujące połączenie), jak i ponoszonych kosztów, spowodowanych samą jazdą pociągu i zajęciem trasy. Aby skompensować zwiększone koszty eksploatacji, jazda krótkiego pociągu musi osiągnąć wyższy obrót (DM/miejscokilometr) niż pociąg długi.

Oddziaływanie pociągów dużej prędkości na środowisko

Już w fazie koncepcji system komunikacji dużych prędkości został negatywnie oceniony przez ludzi zaangażowanych

Konfiguracja pociągów ICE (I generacja)

Zima 1992/1993 r.; stan projektu 8/91
ICE-L6 z 25 pociągami, każdy z 13 wagonami
ICE-L4 z 20 pociągami, każdy z 11 wagonami

Lato 1994 r.
ICE-L6 z 22 pociągami, każdy z 10 wagonami
ICE-L4 z 18 pociągami, każdy z 13 wagonami
ICE-L3 z 20 pociągami, każdy z 12 wagonami

Suma: 60 pociągów, łącznie z 694 wagonami

Zmiana planów od marca 1993 r.:

ICE-L3 z 10 wagonami
ICE-L4 każdy z 12 wagonami; łączny obieg!
ICE-L6

Po 1997 r.:

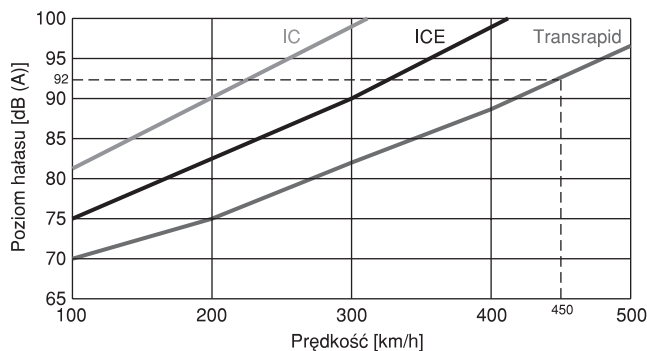
wszystkie ICE pierwszej serii budowy w środku z 12 wagonami/pociąg

w ochronę środowiska naturalnego. Wystąpienia krytyczne w szczególnie ostry sposób dotyczyły wysokiego zużycia energii przy dużych prędkościach oraz wysokiego poziomu hałasu wytwarzanego przez pociągi dużych prędkości.

Obydwa zjawiska uzależnione są w każdym przypadku od prędkości jazdy pociągu i już od początku były brane pod rozwagę. Jednym z założeń przy projektowaniu pociągów ICE było ograniczenie emisji hałasu przy przejeździe pociągu, pomimo jego dużej prędkości, na poziomie wytwarzanym przez pociąg jadący z prędkością 200 km/godz. Problem ten został rozwiązany poprzez opracowanie aerodynamicznego kształtu pociągu, częściowe obłożenie układu biegowego osłoną absorbującą hałas oraz zastosowanie pochłaniaczy dźwięku na kołach (rys. 9).

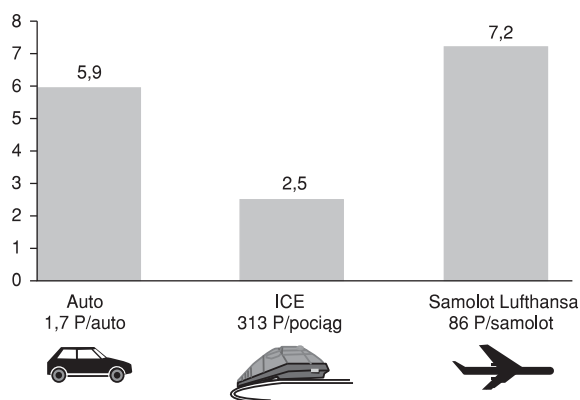
Zużycie energii przez pociągi ICE, w porównaniu z innymi środkami transportu na trasach krajowych, było przedmiotem licznych opracowań. Najobszerniejszym z nich była praca wykonana przez firmę Prognos AG, dotycząca porównania krajowej komunikacji lotniczej z systemem pociągów IC/ICE, która zainicjowana została w 1994 r. Zleceniodawcą pracy był Niemiecki Związek Pracowników Portów Lotniczych (ADV) wraz z koleją niemiecką (DB AG) oraz Lufthansą.

Na podstawie przeprowadzonych analiz wyliczono, że w ruchu pociągów ICE zużywane jest na każde 100 osobo-



Rys. 9. Poziom hałasu w odległości 25 m od pociągu IC (z lokomotywą), ICE oraz Transrapid

kilometrów jazdy taka ilość energii pierwotnej, która ekwiwalentna jest 2,5 litra benzyny (rys. 10). Wynik ten leży jeszcze poniżej wartości energii pierwotnej zużywanej przez pociągi IC w 1984 r., której wysokość ustalona została we-



Rys. 10. Zużycie energii pierwotnej na 100 osobokilometry, wyrażona w ekwiwalentnych litrach benzyny, na wejściu do elektrowni lub rafinerii

wnętrze przez kolej niemiecką na 3 l/100 osobokilometry. Pociągi dużych prędkości nie są więc „pożeraczami” energii. Taki poziom zużycia energii uzyskiwany jest między innymi przy znacznie lepszym stopniu wykorzystania środka transportu, jakim jest pociąg (pasażerokilometry/pociągokilometry).

W związku z powyższym należy więc stwierdzić, że komunikacja kolejowa dużych prędkości jest nie tylko opłacalna z ekonomicznego punktu widzenia, ale również przyczynia się do dobrego bilansu ekologicznego.



Na podstawie
 Seit 10 Jahren: Hochgeschwindigkeitsverkehr in Deutschland
 Eisenbahn Ingenieur 6/2001
 Tłum. A. Ratecki

Autor
 dr inż Eberhard Jänsch
 kierownik zespołu „Interoperatywność koło/szyna pociągów
 dużych prędkości” DB AG, Frankfurt n. Menem

I Międzynarodowa Konferencja

TELEMATYKA SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

Katowice-Ustroń, 14–16.11.2001 r.

- Systemy monitorowania ruchu, urządzenia teletransmisji
- Symulacja systemów transportowych
- Modelowanie i sterowanie w systemach rozproszonych
- Bezpieczeństwo w zarządzaniu systemami transportowymi
- Standaryzacja telematycznych systemów transportowych

Organizator:
 Instytut Transportu Politechniki Śląskiej

Współpraca:
 Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej
 Polska Akademia Nauk, Komisja Transportu
 Polskie Koleje Państwowe
 Polskie Towarzystwo Telematyczne
 Uniwersytet Techniczny w Ostrawie

Patronat prasowy:
 Telekomunikacja i Sterowanie Ruchem

Informacje:
 tel./fax (0-32) 255 21 79, e-mail: zaitk@polsl.katowice.pl