

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA WYDZIAŁ TRANSPORTU
KATEDRA TRANSPORTU SZYNOWEGO
KATOWICE
EUROPEJSKIE CENTRUM DOSKONAŁOŚCI TRANSMEC**

Projekt szybkich połączeń kolejowych w Polsce w ramach europejskiego systemu transportowego

Prof. Marek SITARZ

Warszawa, 14 listopad 2005r.

Tytuł projektu KBN:

Projekt szybkich połączeń kolejowych w Polsce w ramach europejskiego systemu transportowego

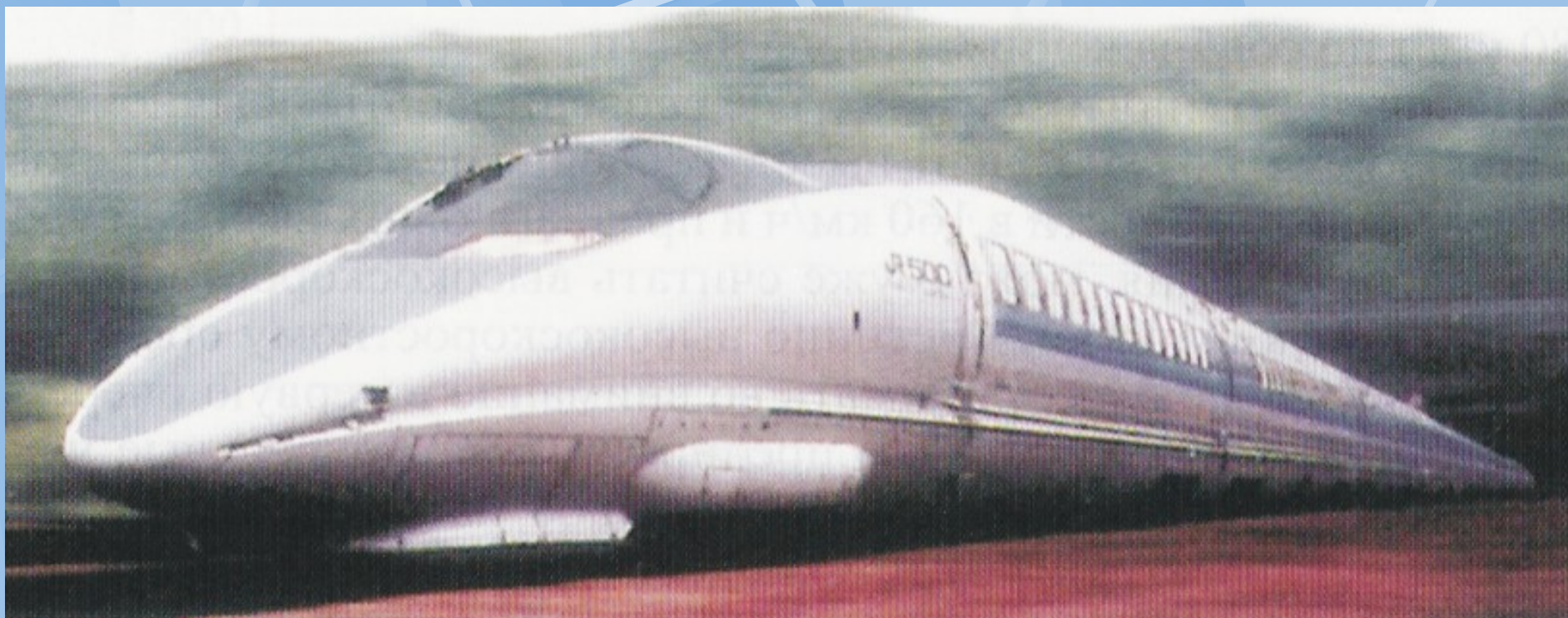
Numer projektu: **5 T12C 035 24**

1. Problemy techniczne szybkich połączeń kolejowych
2. Budowa i bezpieczeństwo linii dużych prędkości
3. Linie dużych prędkości a rozwój społeczno-gospodarczy Polski
4. Finansowanie linii dużych prędkości
5. Uwagi i wnioski końcowe

Kierownik projektu: Prof. Marek SITARZ

Wykonawcy:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, POLITECHNIKA WARSZAWSKA,
POLITECHNIKA RADOMSKA, SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA, CONCORDIA



Rys. 1 Japonia, system „Shinkansen 700”



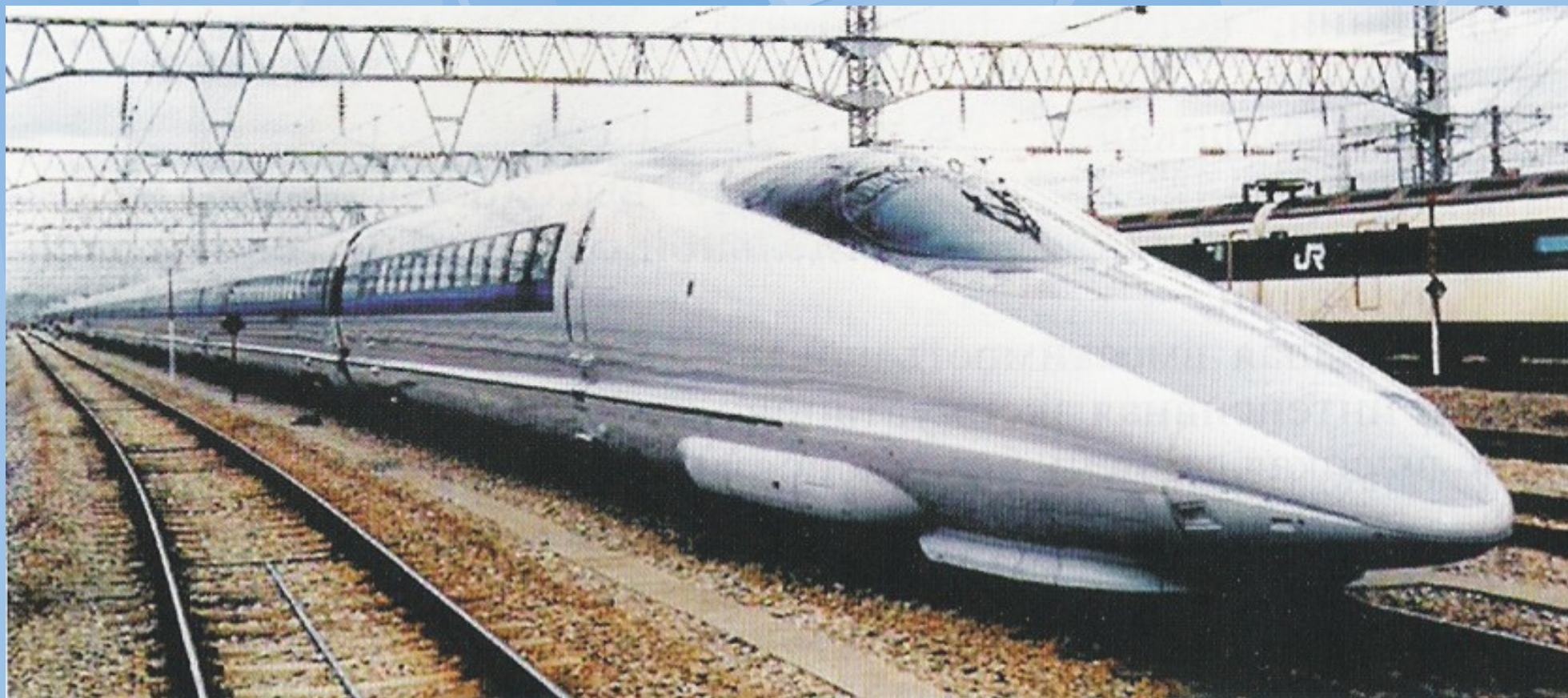
Rys.2 Thalys, pociąg dużych prędkości. (Paryż, Bruksela, Lille, Antwerpia, Rotterdam, Haga, Amsterdam, Lież, Aachen, Kolonia, Dusseldorf)



Rys. 3. Pociąg typu AVE
(Hiszpania, Madryt-Sevilla)



Rys. 5. Pociąg typu ETR 450 „Pendolino” (Włochy)



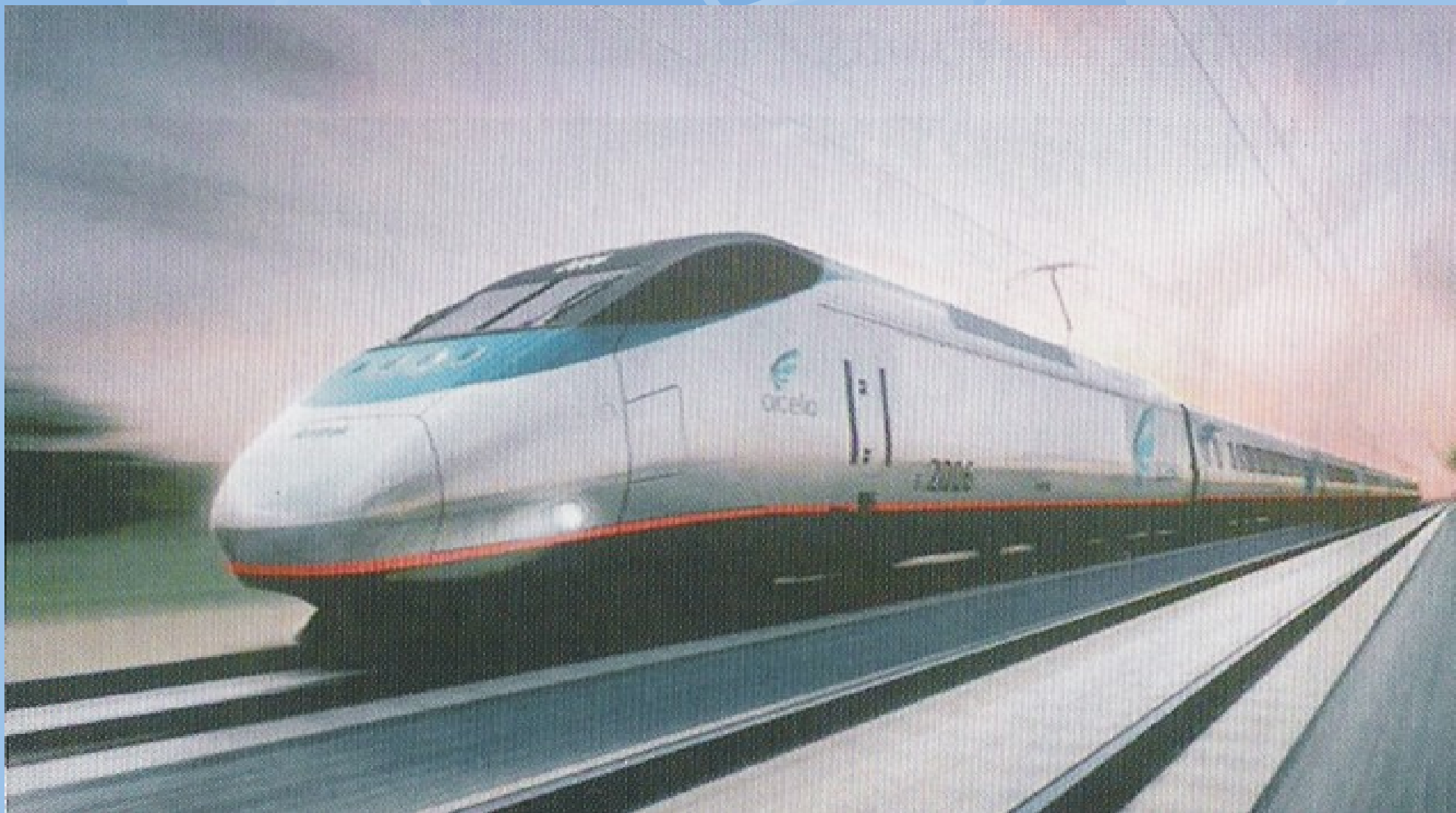
Rys.9 Pociąg z serii JR500 (Japonia)



Rys. 4. Pociąg ICE3 (Niemcy)



Rys. 8. Pociągi typu „Eurostar” (Anglia)



Rys. 10. Pociąg typu „Acela” (USA)

Najwyższa jakość obsługi podróżnych na magistralach kolejowych dużych prędkości zapewniła sukces temu przedsięwzięciu.

Sukces ten osiągnięty został dzięki spełnieniu pięciu podstawowych warunków:

1. Szybkie linie kolejowe, zapewniające ruch pociągów z prędkością 250-350 km/h,
2. „Design” pojazdów trakcyjnych ukierunkowany na połączenie efektywności, wysokiej prędkości i komfortu podróżowania,
3. Koncepcja efektywnego systemu sterowania ruchem pociągów,
4. Polityka taryfowa,
5. Zapewnienie wysokiego stopnia niezawodności i bezpieczeństwa systemu.

Najszybszy rozwój linii kolejowych dużych prędkości jest obserwowany w Japonii, Francji, Niemczech, Hiszpanii i Włoszech.

Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych zawarto w tablicy 1.1.

Tablica 1.1 Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych.

| Rok | Wydarzenie |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1956 | Praktycznie zaraz po zakończeniu II Wojny Światowej w Japonii powstały plany wprowadzenia do eksploatacji połączeń kolejowych dużych prędkości. Opracowano pierwsze założenia dla nowej linii łączącej Tokio z Osaką. Prędkość podróży ustalono dla nowej linii na poziomie 250 km/h. Była to rekordowa prędkość w owych czasach i ogromny skok technologiczny dla kraju, w którym linie kolejowe o szerokości toru 1064 mm zapewniały dotychczas ruch z prędkością nie wyższą niż 80 km/h. Budowę rozpoczęto w styczniu 1959 roku. |
| 1964 | W październiku na linii Tokio – Osaka rozpoczęto codzienną eksploatację 60-ciu pociągów z zestawami „Hikari” pokonującymi odległość między tymi miastami w ciągu 4-ech godzin (zestawami „Koduma” 5 godzin). W 1965 roku udoskonalenia techniczne pozwoliły na skrócenie czasu podróży do 3 godzin 10 minut. |
| 1970 | Rozpoczęcie prac na linii kolejowej Rzym - Florencja we Włoszech. Prace trwały 20 lat, zastosowano etapowanie wprowadzania do ruchu kolejnych odcinków w latach 1976-1992. Czas przejazdu został skrócony z 3-ech do 1-ej godziny. |

Tablica 1.1 Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych.

| | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1972 | Uruchomienie linii „Sanyo Shinkansen” pomiędzy Osaką ,a Okayamą w Japonii. W końcu roku ogólna liczba pasażerów przewiezionych na linii „Shinkansen” doszła do 500 mln. |
| 1975 | Uruchomienie linii kolejowej dużych prędkości między Okayamą i Hakatą w Japonii |
| 1976 | W rezultacie sukcesu japońskich linii kolei dużych prędkości, we Francji powstał projekt budowy nowej linii łączącej Paryż z Lyonem o długości 410 km (badania nad dużymi prędkościami rozpoczęły się już w 1966 roku). We Włoszech rozpoczęto etapowe uruchamianie linii Rzym - Florencja |
| 1977 | Początek ruch szybkich połączeń kolejowych na trasie Hakata – Kokura w Japonii |
| 1981 | Otwarcie we wrześniu, przez prezydenta F.Mitterande’a południowej magistrali szybkich połączeń kolejowych. Czas podróży z Paryża do Lyonu uległ skróceniu 4-ech do 2-uch godzin. Na sukces nie trzeba było długo czekać, przewozy osiągnęły wartość 15 mln pasażerów w pierwszym roku i 20 mln pasażerów w roku następnym. |
| 1982 | Rozpoczęcie eksploatacji linii „Tohoku Shinkansen” łączącej Omiya z Marioką, a następnie Omiya ,a Nugato. |
| 1985 | Uruchomienie linii „Tohoku Shinkansen” między Omiya i Ueno |
| 1986 | Hiszpania przystępuje do krajów użytkujących linie kolejowe dużych prędkości i zatwierdza plan budowy linii Madryt-Sewilla, z torami o szerokości 1435 mm, co pozwala na wyprowadzenie Andaluzji z izolacji. Oddanie do eksploatacji zaplanowano na 1992 rok – na uroczystość otwarcia wystawy międzynarodowej w Sewilli |

Tablica 1.1 Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych.

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1988 | Pociąg ISE (Niemcy) podczas jazdy próbnej, 1 maja uzyskuje prędkość 406,9 km/h. |
| 1989 | Otwarcie Lini Atlantyckiej linii dużych prędkości (280 km długości) obejmującej swym zasięgiem obszar zachodniej Francji. |
| 1990 | 18 maja we Francji ustanowiona światowy, kolejowy rekord prędkości, wynoszący od tej pory 515,3 km/h. |
| 1991 | Niemcy, na trasach łączących Hannover - Wirtzburg (327 km) oraz Mannheim – Stuttgart (100 km) wprowadzają do eksploatacji pociągi ICE |
| 1992 | We Włoszech rozpoczęto budowę ostatniego odcinka linii Rzym – Florencja. We Francji uruchomiono linię szybkiej kolei żelaznej Rona – Alpy pozwalającej na ominięcie Lyonu i przedłużenie do Walencji. W Brukseli odbywa się pierwszy międzynarodowy kongres transportu kolejowego dużych prędkości „Eurailspeed”. |
| 1993 | Otwarcie Północnej linii LKDP we Francji (332 km), łączącej Paryż z Lille, a następnie prowadzi do Belgii – pierwszy odcinek paneuropejskiej sieci linii dużych prędkości |

Tablica 1.1 Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych.

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1994 | <p>W Japonii obchodzono 30-lecie eksploatacji szybkich połączeń kolejowych.</p> <p>Dzięki otwarciu tunelu pod kanałem La Manche, pomiędzy Anglią i Francją rozpoczyna się ruch kolejowy pociągów dużej prędkości, który pozwala na podróż między stolicami państw w czasie 3-ech godzin. W Anglii rozpoczęto budowę nowej linii łączącej tunel z Londynem, która umożliwi skrócenie tego czasu do 2,5 godziny. do roku 2007.</p> <p>We Francji połączone zostają linie Południowa i Północna pozwalając na ominięcie Paryża od wschodu.</p> <p>We Włoszech rozpoczęto prace na linii Rzym – Neapol (210 km)</p> |
| 1995 | <p>Trzęsienie ziemi w rejonie Kobe powoduje częściowe zniszczenie linii „Sanyo Shinkansen”, którą przywrócono do eksploatacji w czasie 3 miesięcy.</p> <p>Finlandia w październiku uruchomiła eksploatację pociągu dużych prędkości (220 km/h) z wymuszonym przechyłem pudła wagonowego na łukach linii Helsinki – Turku</p> |
| 1996 | <p>We Włoszech rozpoczęto prace na linii Bolonia – Florencja (79 km) prowadzącej przez Apeniny. Z powodu dużej ilości obiektów inżynierskich i tuneli o łącznej długości 72 km, linia ta jest najdroższą linią w świecie. Planowane otwarcie przewiduje się etapować do 2007 roku.</p> |
| 1997 | <p>W marcu w Japonii uruchomiono nową linię szybkich połączeń kolejowych Akita – Morioko, a w ślad za nią w październiku linię do Nagano. Na linii „Joetsu Shinkansen” uruchomiono połączenie między Tokio a Takasaki/Yusawa. W grudniu rozpoczynają się doświadczenia z pociągiem na poduszce magnetycznej o rekordowej prędkości 531 km/h. (rekord świata)</p> <p>W Hiszpanii podjęto decyzję o budowie nowej linii Madryt – Barcelona (620 km) z etapowym uruchamianiem w okresie lat 2002 – 2004. Przewidywana prędkość podróży to 350 km/h, czas przejazdu 2h 30 min (zamiast dotychczas 6 h 30 min)</p> <p>W grudniu otwarto międzynarodową magistralę Paryż – Bruksela obsługiwaną pociągami „Thalys” i czasie podróży 1h 25 min.</p> <p>W Danii otwarto linię łączącą Kopenhagę z północną częścią Niemiec.</p> |

Tablica 1.1 Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych.

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1998 | W Szwecji, z powodu małej gęstości zaludnienia, nie uzasadniającej drogich inwestycji, postanowiono podwyższyć prędkość ruchu pociągów do 200 km/h wykorzystując pociągi z systemem przechyłu pudła wagonowego. Uruchomiono linie Sztokholm – Goeteborg (455 km) oraz Sztokholm – Malmoe (610 km, czas podróży 4 h). |
| 1999 | 14 kwietnia pociąg na poduszce magnetycznej „Maglev” (Japonia) pobił własny rekord osiągając prędkość 552 km/h. |
| 2000 | <p>Holandia rozpoczyna prace nad rozbudową europejskiej sieci „Thalys” poprzez budowę nowych linii pozwalającej na przejazd z Brukseli do Amsterdamu w czasie 1h 30 min (dotychczas 3 h). Poważne problemy związane z ekologią, wymagające kosztownych prac przygotowawczych nie pozwalają na uruchomienie linii wcześniej niż w 2005 roku.</p> <p>Powstaje konsorcjum „Rhealys”, który od roku 2006 połączy Francję, Niemcy, Luksemburg oraz Szwajcarię. Otwarto linię Kopenhaga – Malmoe, która łączy Danię i Szwecję tunelem o długości 18 km. Europejska sieć nadal się rozwija.</p> <p>W USA na linii łączącej Nowy Jork z Bostonem i Waszyngtonem, uruchomiono pociągi „Acela” z systemem wymuszonego przechyłu pudła wagonowego, o prędkości 240 km/h.</p> |

Tablica 1.1 Kluczowe zdarzenia w procesie rozwoju szybkich kolei żelaznych.

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2001 | We Francji 10 czerwca uroczyście uruchomiono przedłużenie do Morza Śródziemnego Południowej linii dużych prędkości. Podróż z Paryża do Marsylii trwa teraz 3h. Kilka dni przed otwarciem, pociąg próbny pokonał trasę długości około 1000 km z Kale do Marsylii w czasie 3h 29 min. |
| 2002 | W lecie uruchomiono linię dużych prędkości z Kolonii do Frankfurtu nad Menem, która skróciła czas podróży do jednej godziny. |
| 2003 | W Japonii 2 grudnia trójsekcyjny pociąg na poduszce magnetycznej pobił rekord prędkości, rozpędzając się do 581 km/h na poligonie doświadczalnym wybudowanym w prefekturze Yamanasi, na zachód od Tokio. |

Market Drivers – TEN Initiative

New build high-speed lines will double by 2010

3,260 km new lines 2001

7,550 km new lines 2010

10,000 km new lines 2020

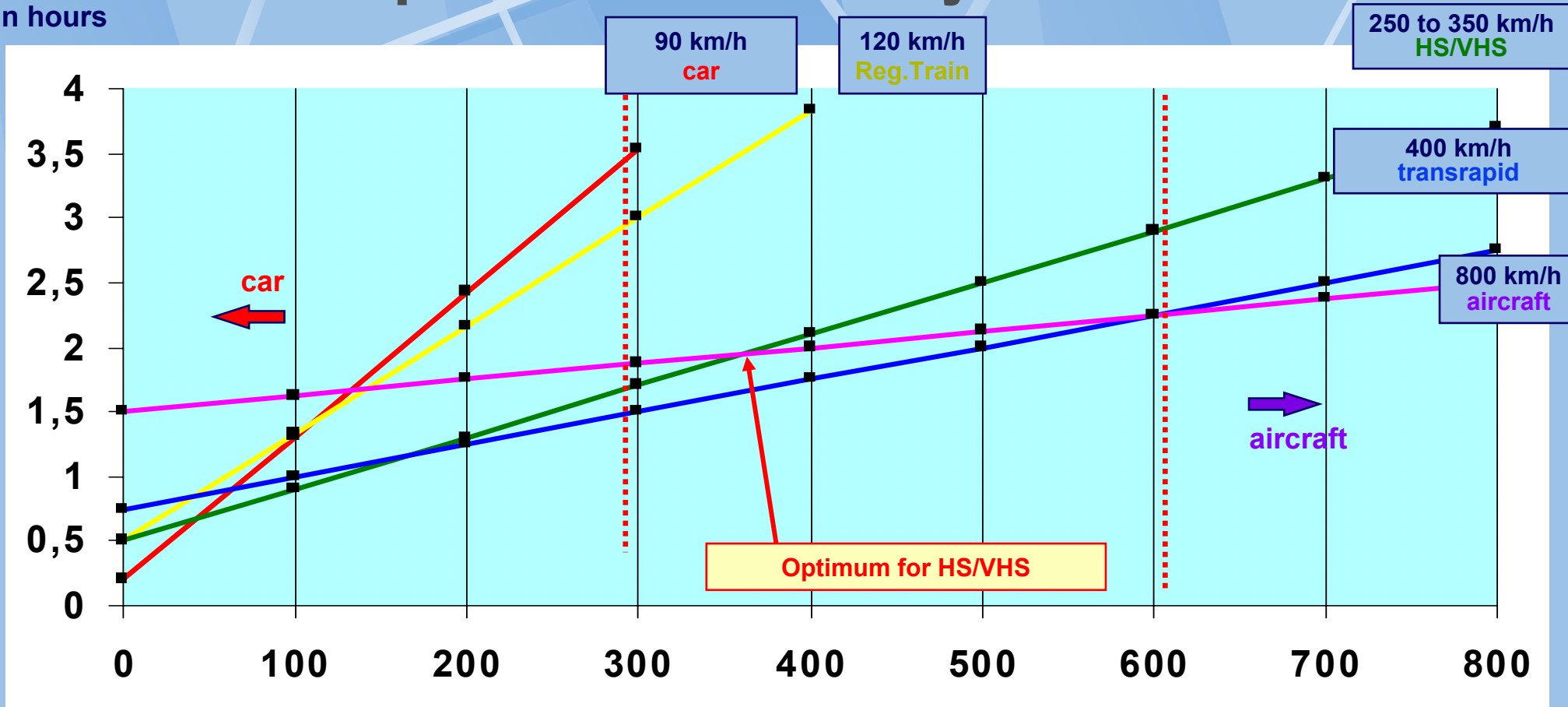


Source: UIC 2002

 New high-speed lines
 Upgraded lines

Market Drivers: Competitiveness Against other Transportation Modes is Key Success Factor

Travel time in hours



travel time = access time + riding time
 access time: car = 0,2 h; train and HST = 0,5 h; transrapid = 0,75 h; aircraft = 1,5 h

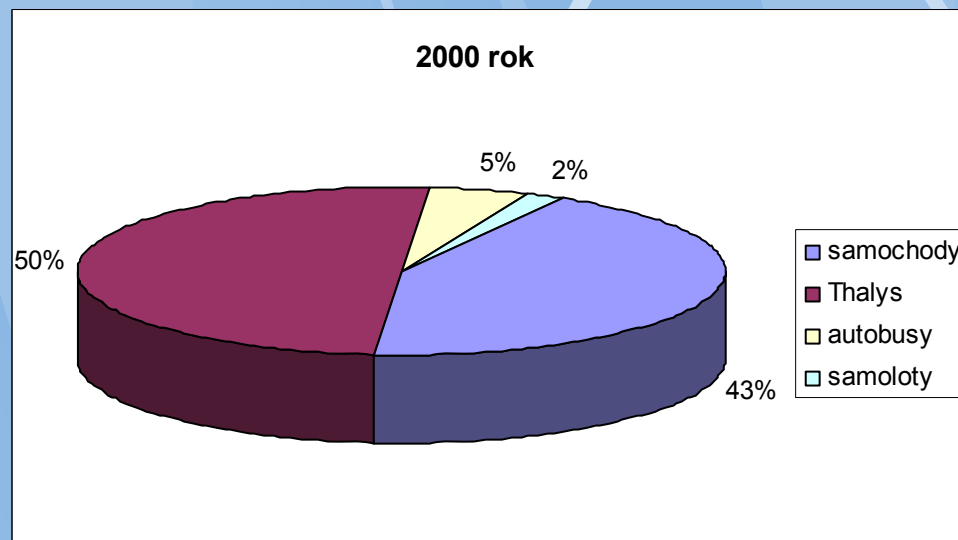
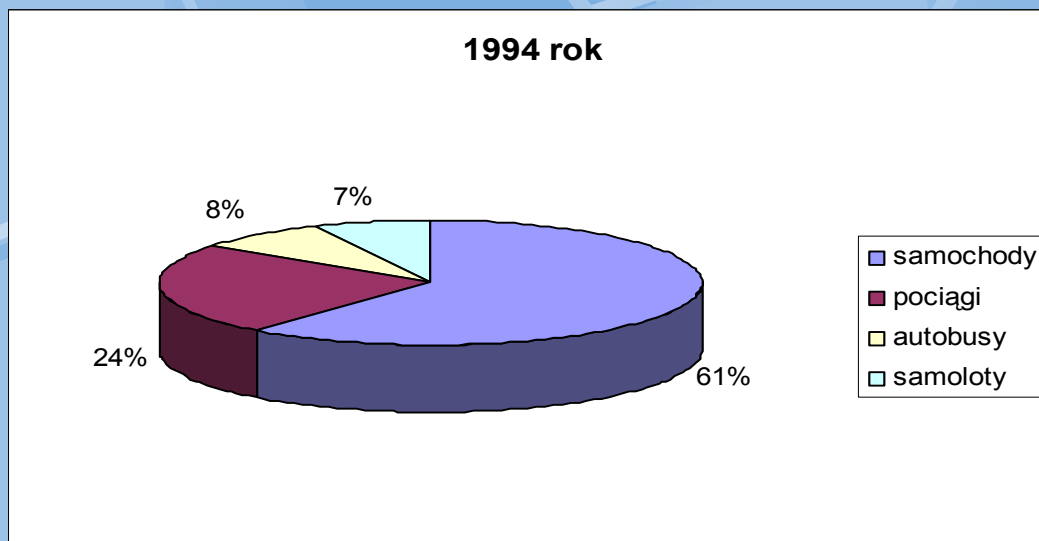
Distance in km

The HS/VHS is at its most competitive at 350 km distance (examples : TGV Paris-Nantes 390km 2hours, TGV Paris-Brussels 310km 1h20 min)

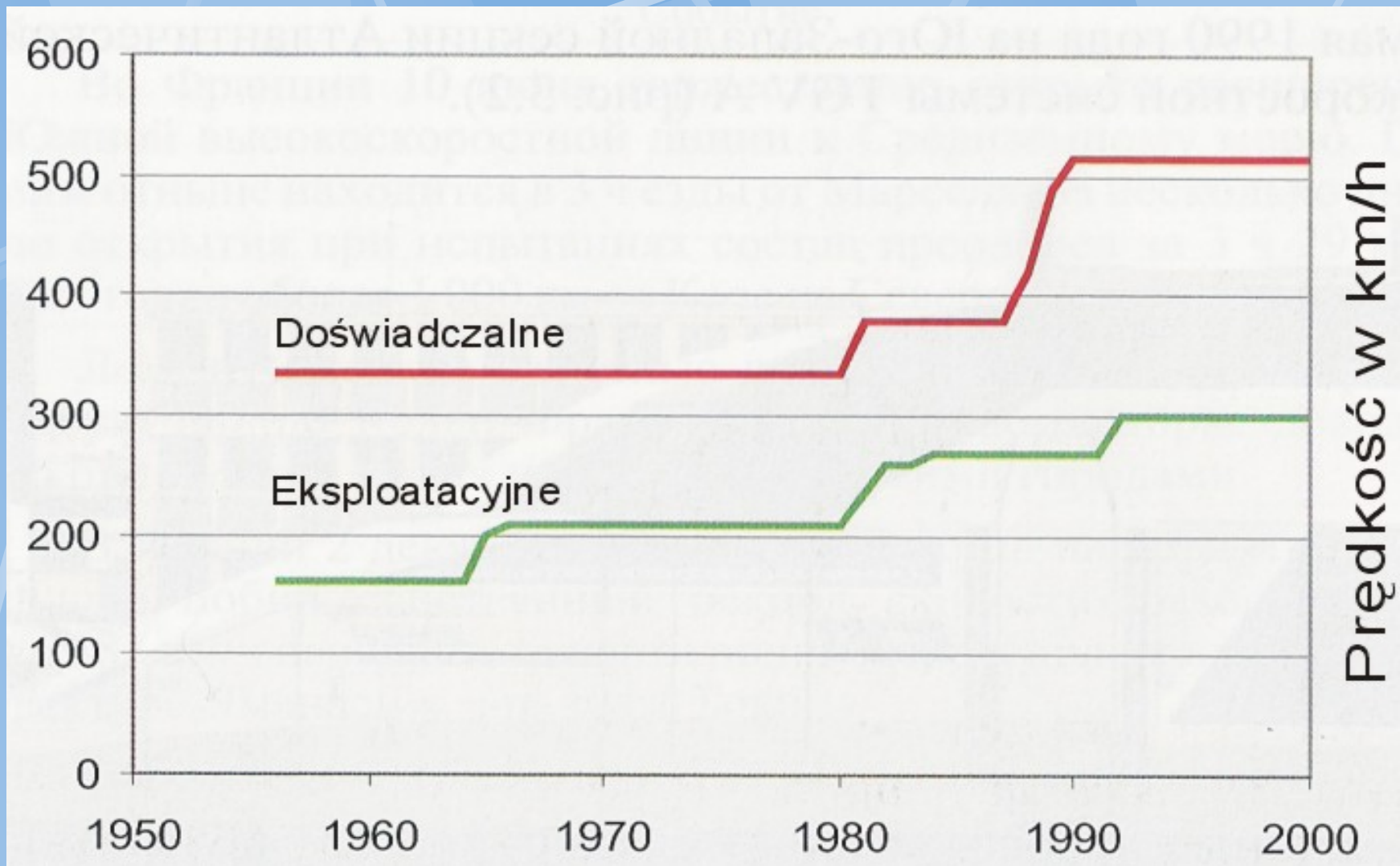


DLACZEGO ZREALIZOWANO TVG WE FRANCJI

1. ROZWÓJ PRZEMYSŁU FRANCUSKIEGO
2. ROZWÓJ NAUKI KOLEJOWEJ FRANCUSKIEJ
3. PROMOCJA FRANCJI
4. PRZYCHODY FINANSOWE



Rys. 12 Podział rynku przewozów na środki transportu dla linii Paryż - Bruksela.



Rys. 20 Zależność między prędkościami doświadczalnymi, a eksploatacyjnymi.

Można wydzielić cztery podstawowe typy systemów dużych prędkości.

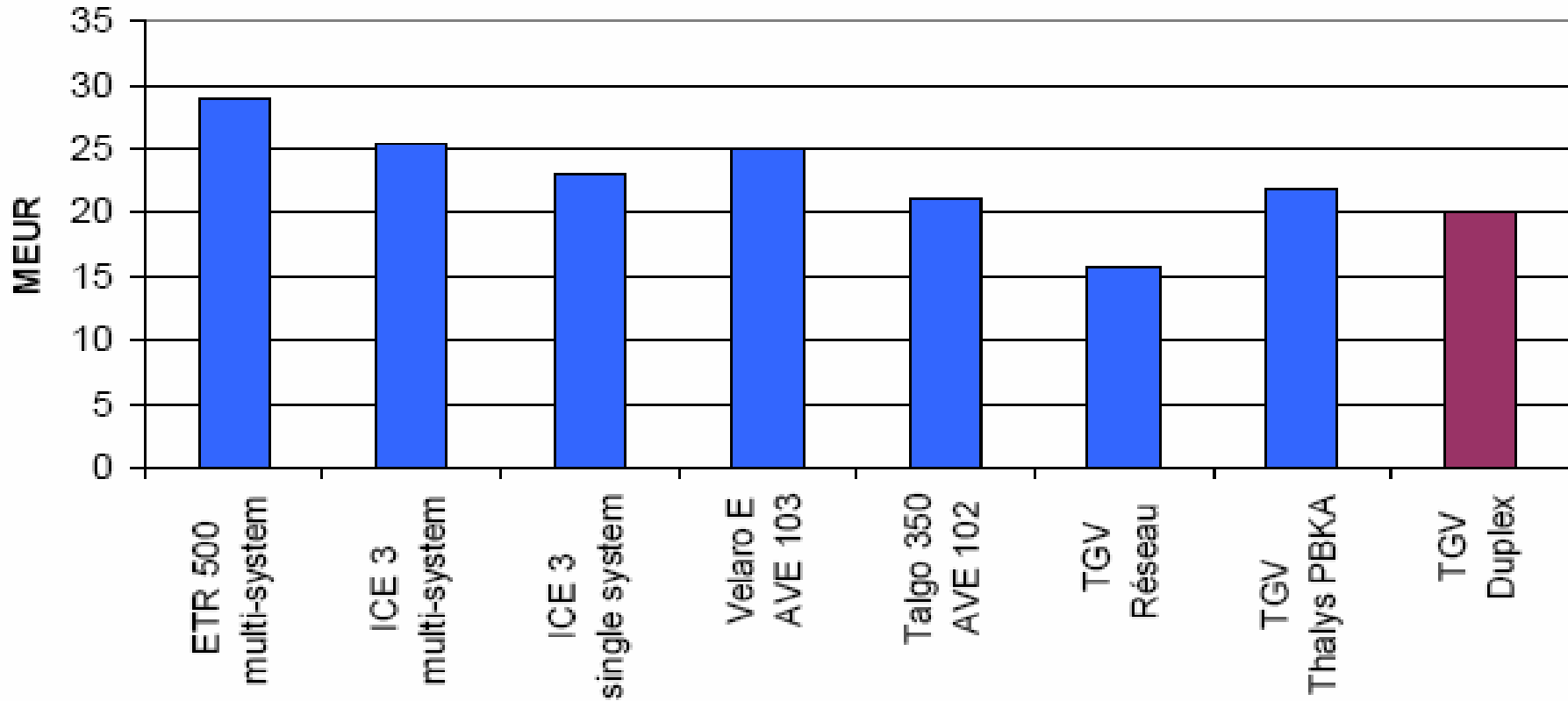
Typ 1 – klasyczny. Sieć linii wykorzystywanych wyłącznie przez pociągi dużych prędkości, które nie wyjeżdżają na inne linie kolejowe. Takim systemem jest centralna i zachodnia sieć linii „Shinkansen” w Japonii.

Typ 2 – sieć dużych prędkości jest wykorzystywana wyłącznie przez pociągi dużych prędkości, ale pociągi te poruszają się także po torach normalnego ruchu kolejowego. We Francji ruch kolejowy dużych prędkości rozpatrywany jest z punktu widzenia rodzaju pociągu, niezależnie od tego, czy porusza się on po torach ogólnie dostępnych czy po liniach LKDP.

Hiszpański system AVE to **typ 3-ci**, w którym sieć linii dużych prędkości wykorzystywana jest nie tylko przez pociągi dużych prędkości (250 km/h) lecz także przez zwykłe pociągi, z mniejszymi prędkościami rozkładowymi. Powoduje to obniżenie przepustowości linii LKDP, a jednocześnie pociągi dużych prędkości nie wyjeżdżają poza te linie.

Niemiecki ICE oraz włoska „Eurostar Italia” to przykłady systemów **typu 4**, w którym rozdzielono jednostki taborowe od infrastruktury. Praktycznie wszystkie typy pociągów poruszają się po liniach LKDP, a pociągi dużych prędkości poruszają się również po wszystkich typach linii kolejowych. W krajach tych, za ruch dużych prędkości uznaje się przewozy realizowane pociągami dużych prędkości włączając do nich także te z systemem wychylenia pudła wagonowego na łuku.

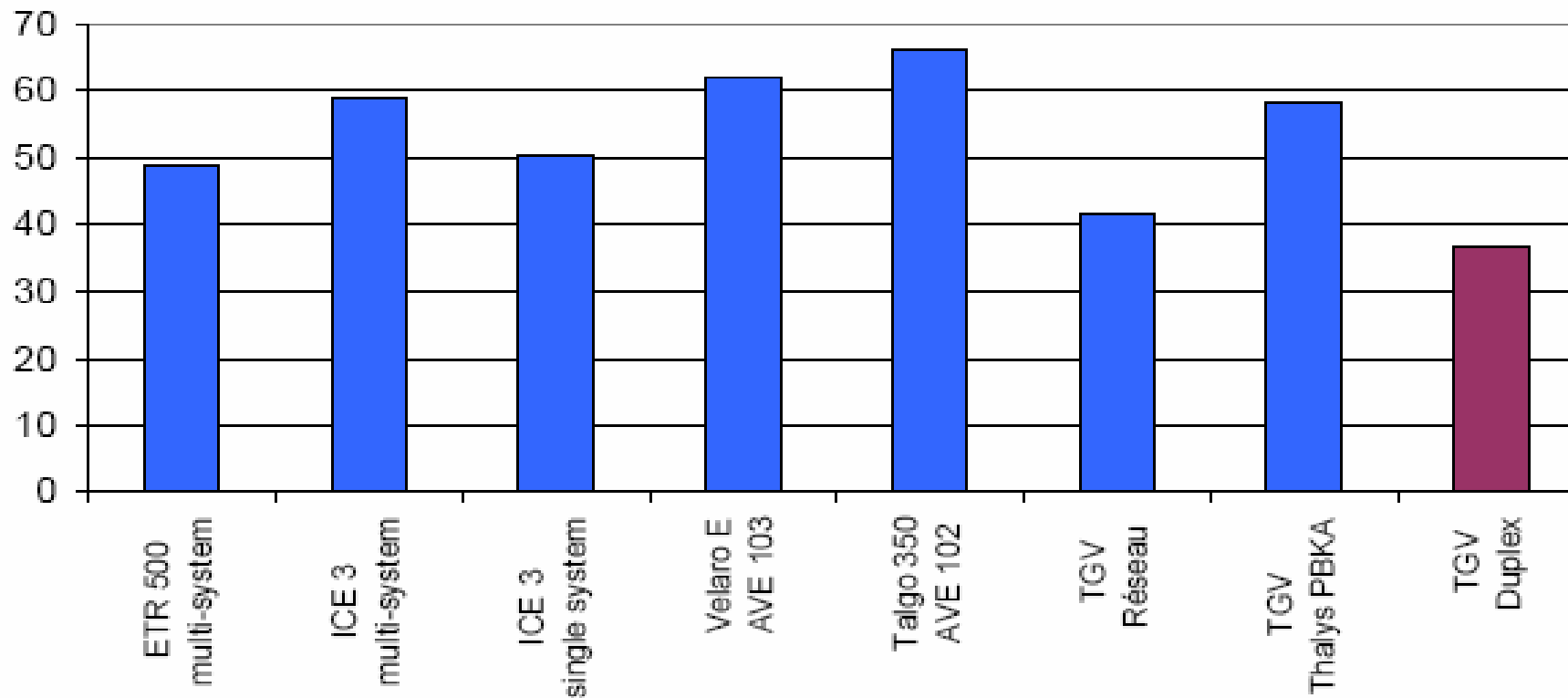
Price per train



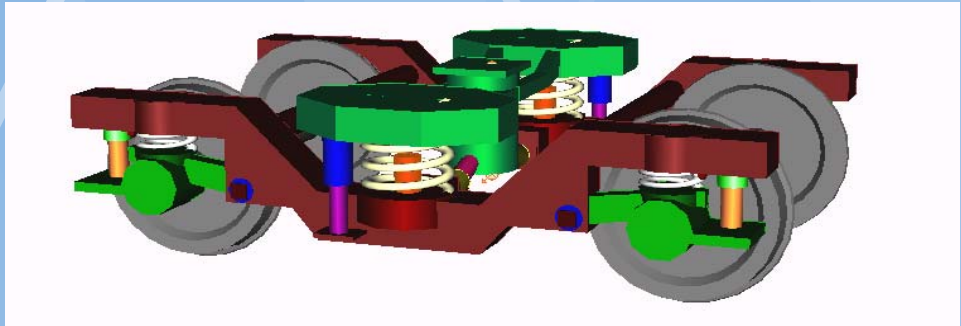
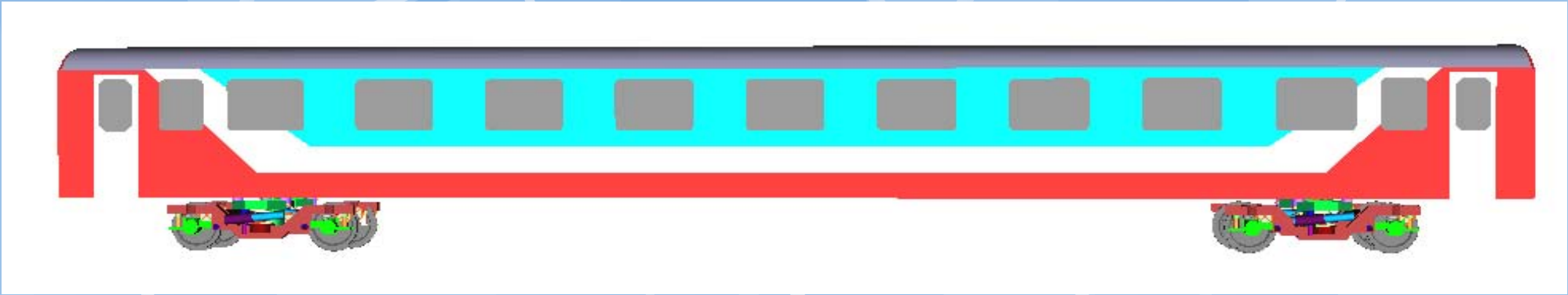
Rys. 13 Ceny wybranych pociągów

Price per seat

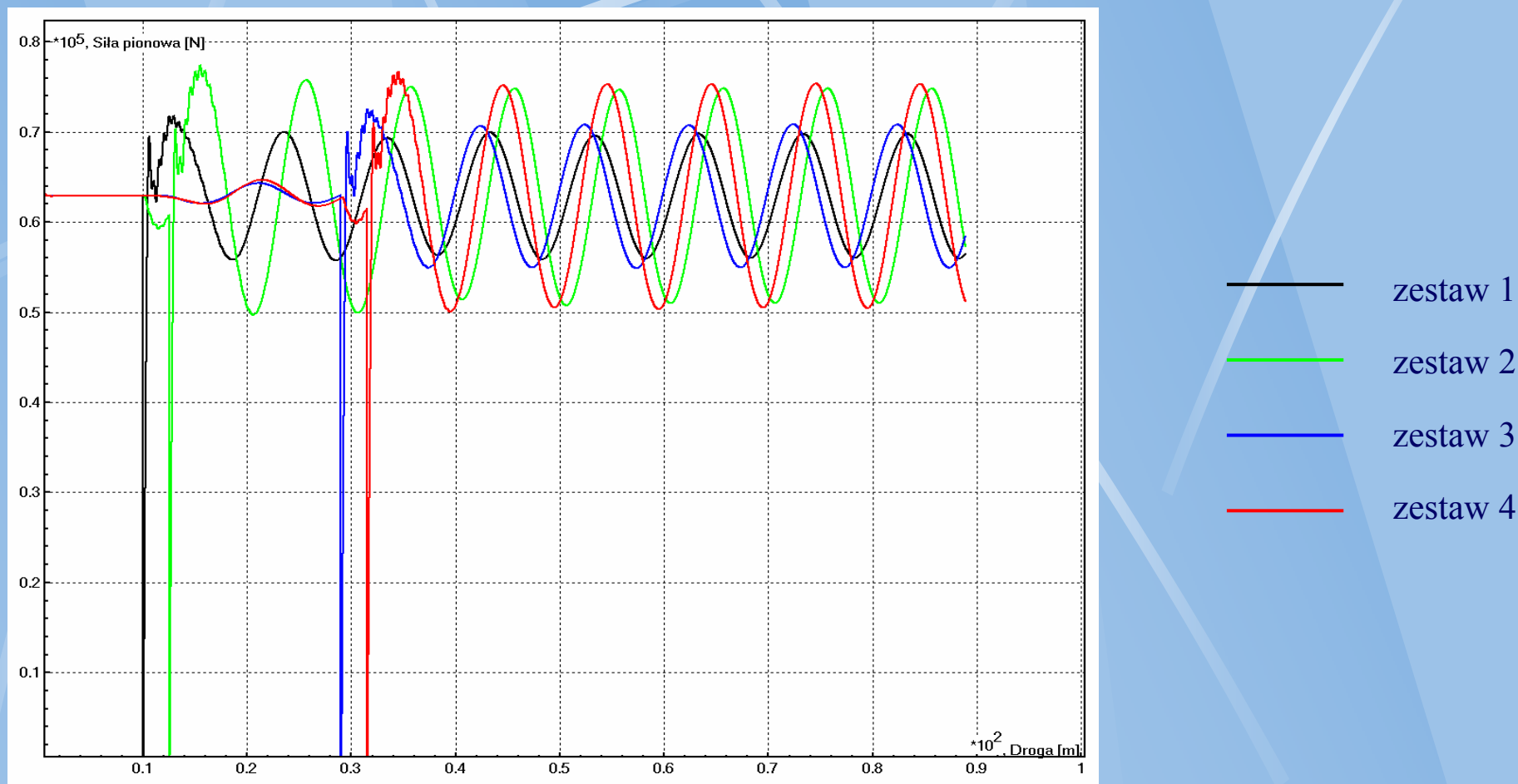
KEUR



Rys. 14 Ceny w przeliczeniu na 1 miejsce siedzące dla wybranych pociągów

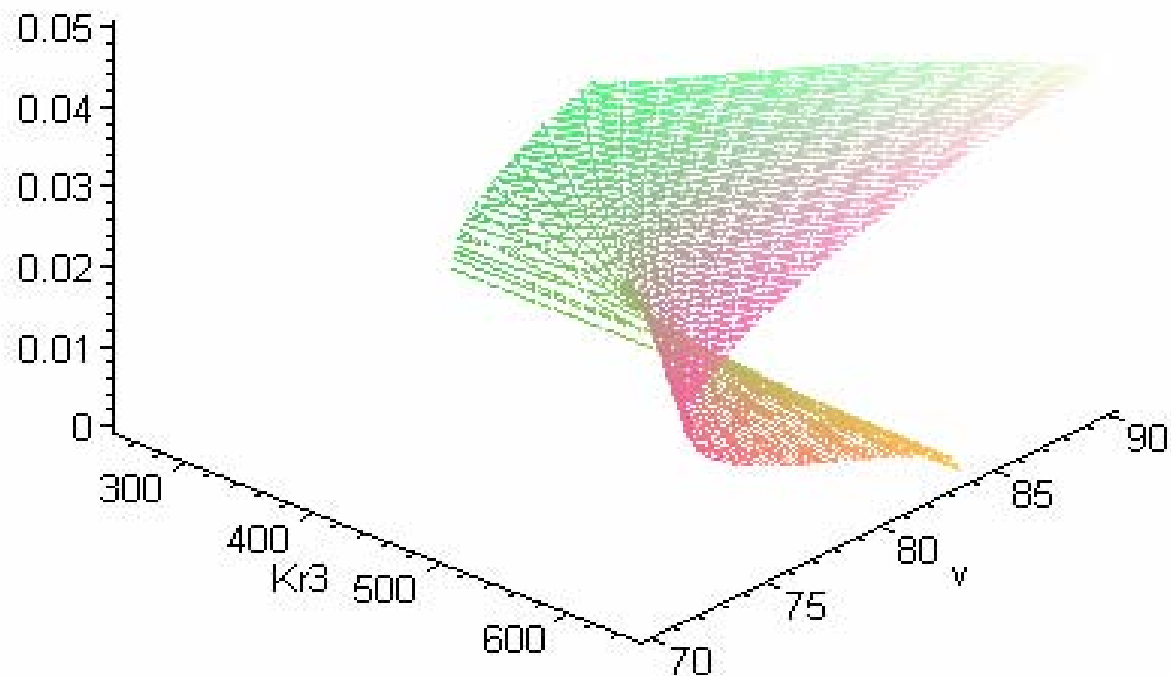


Rys. 16 Model wagonu 152 Aa w programie UM



Rys. 1. Zmiana wielkości siły pionowej działającej na lewe koła zestawów kołowych w funkcji przebytej drogi.

Wartości maksymalne sił pionowych działających na koła lewe zestawów kołowych.



Rys. 18. Wpływ parametru kr_3 na charakter utraty stabilności

Tablica 1.7 Wartości projektowe wybranych parametrów infrastruktury kolejowej.

| Parametr | Kraj | | | | | Projekt STIs | |
|-------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|------------------------|--------------|--------------|------------------|--------|
| | Francja | Niemcy ¹ | | Włochy | Hiszpania | | Belgia |
| Prędkość maksymalna [km/h] | 300 350 | 300 | 300 350 | 300 350 | 300 350 | 300 | 350 |
| Rodzaj ruchu | P | P/T | P/T | P | P/T | P | P |
| Nacisk maksymalny na oś [t] | | | | | | | |
| -pojazdy dużej prędkości | 17 | 17 | 17/<16 | 17 | 17/18 | 17 | 17 |
| -lokomotywy | - | 20 | - | 22,5 | 22,5 | 22,5 | - |
| -wagony towarowe | - | 22,5 | - | 22,5 | - | 22,5 | - |
| Minimalna odległość między osiami torów [m] | 4,2 4,5 | 4,5 | 4,5 4,7 | 5,0 | 4,3 4,7 | 4,5 | 4,5 |
| Szerokość nasypu [m] | 13,9 14,2 | 12,1 | 12,1 13,3 | 13,6 13,6 | 13,3 14,0 | 13,9 | - |
| Przekrój tunelu dla linii dwutorowej [m ²] | 70 100 | 92 ³ | 92 103 ³ | 82 100 | 75 100 | 150 ⁴ | - |
| Odległość strefy obsługi od zewnętrznego toku szynowego [m] | 3,00 | 2,21 | 2,21 2,71 | 2,15 | 2,21 2,72 | 2,75 | - |






















¹ - dla toru bez tłucznia. Z tłucznem należy zwiększyć szerokość o 40 cm ze względu na spadek

² - potwierdzone badaniami modelowymi

³ - hermetyczne środki transportu, oprócz ruchu towarowego

⁴ - krótki odcinek

Czasy przejazdu najszybszymi pociągami (niektóre z nich bez zatrzymania na stacjach pośrednich) między największymi aglomeracjami miejskimi w Polsce oraz czasy przejazdu samochodem po realizacji programu budowy autostrad i dróg ekspresowych [godz.]

| | | Łódź | Kraków | Poznań | Wrocław | Katowice | Gdańsk |
|----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Warszawa | kolej |  1.40 |  2.85 |  2.84 |  4.88 |  2.29 |  3.58 |
| | samochód | 1.20 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 3.10 | 4.00 |
| Łódź | kolej | |  3.22 |  3.37 |  3.18 |  3.07 |  5.49 |
| | samochód | | 2.50 | 2.80 | 2.80 | 2.10 | 3.30 |
| Kraków | kolej | | |  5.42 |  3.42 |  1.10 |  6.40 |
| | samochód | | | 5.00 | 3.00 | 1.00 | 6.20 |
| Poznań | kolej | | | |  1.51 |  4.21 |  4.07 |
| | samochód | | | | 2.00 | 4.00 | 3.45 |
| Wrocław | kolej | | | | |  2.19 |  6.02 |
| | samochód | | | | | 2.00 | 5.45 |
| Katowice | kolej | | | | | |  6.58 |
| | samochód | | | | | | 5.40 |

 *Konkurencyjność kolei z punktu widzenia czasu przejazdu.*

 *Wyrównane szanse.*

 *Kolej przegrywa.*

* Radzyński, Sitarz „Konferencja Transmec 2004”

Dziękuję za uwagę !

Prof. Marek SITARZ