

Franciszek J. Restel

## Problemy techniczne nowych serii pojazdów szynowych w Niemczech

*Różnorodność serii pojazdów szynowych w pierwszym stuleciu istnienia kolei była stosunkowo niewielka. Przyczyniła się do tego duża prędkość projektowania oraz konieczność przeprowadzania obszernych badań prototypowych. W efekcie tego liczebność pojazdów danych serii wynosiła nawet ponad tysiąc egzemplarzy (np. ET22), co wpłynęło korzystnie na koszty utrzymania oraz doświadczenie eksploatacyjne. Urządzenia starego typu oraz stosunkowo duże współczynniki bezpieczeństwa stosowane w fazie projektowania sprawiały, że wspomnianym korzyściom należy przeciwstawić wady w postaci stosunkowo dużej masy, co powoduje mniej korzystny bilans energetyczny pojazdu i większe oddziaływanie w układzie pojazd–tor.*

W związku z dużą różnorodnością nowoczesnych typów pojazdów jaka występuje w Niemczech, zdecydowano się na przytoczenie kilku aktualnych przykładów problemów technicznych dotyczących wybranych serii pojazdów w tym kraju.

### **Seria 481 – S-Bahn Berlin GmbH**

Po zjednoczeniu Niemiec większe znaczenie zyskała jakość transportu pasażerskiego realizowanego przez kolej miejską (S-Bahn). Zarówno komfort podróży, jak i kwestie eksploatacyjne zdecydowały o konieczności wprowadzenia nowego typu pojazdów. Do tej pory eksploatowano w zachodniej części Berlina kupowane od 1986 r. składy serii 480, natomiast we wschodniej – nową serię 485 oraz starsze wagony innych typów, których średni wiek wynosił ok. 40 lat. Już w 1993 r. zaprezentowano pierwszy projekt zespołu trakcyjnego, a w 1996 r. uroczystie zainaugurowano pierwszy pojazd (por. [7]). Procedura wdrażania serii (od projektu po czynności homologacyjne) odbyła się szybko, czego powodem była między innymi rosnąca konkurencja indywidualnej motoryzacji, szczególnie we wschodniej części miasta. Do 2002 r. zakupiono 348 ćwierćskładów (Viertelzug), wycofując starsze serie (por. [4]). Od 1984 r. miejskie przedsiębiorstwo komunikacyjne zachodniego Berlina przejęło obsługę kolei miejskiej na swoim obszarze (por. [7]), którą od zakończenia drugiej wojny światowej do tej pory świadczyła wschodniemiecka kolej państwowa – Deutsche Reichsbahn.

Podczas zamawiania serii 481 przywiązywano duże znaczenie do kosztów, co niekorzystnie wpłynęło na jakość pojazdów. Pierwsze konsekwencje uwidoczniły się już po krótkim czasie eksploatacji w postaci uszkodzeń drzwi, wynikających z nieodpowiednio dobranych rolek tocnych mechanizmu otwierania drzwi. W wyniku tego dochodziło do częstej niezdatności drzwi i ostatecznej konieczności wymiany tysięcy elementów.

Szybkie decyzje i ukierunkowanie na (krótkoterminową) jakość w kontekście pasażera pozwoliły zwiększyć roczną liczbę przewiezionych pasażerów, z 245 mln w 1995 r. do 388 mln

w 2008 r. (por. [8]). Tempo wdrożenia pociągnęło za sobą wiele zaniedbań, do których dołączyły się niewłaściwe decyzje w utrzymaniu taboru. Dążenie spółki matki DB AG do wejścia na giełdę papierów wartościowych spowodowało wymuszenie zwiększenia zyskowności, kosztem prawidłowego bieżącego utrzymania (przyjęto historyczny układ konstrukcyjny ćwierćskładów, jednak w ruchu wykorzystywano półskłady, co spowodowane było zmianą polityki transportowej, w wyniku której zamówiono serię 481 tylko z jedną kabiną sterowniczą na ćwierćskład) i wielkości dofinansowań ze strony krajów związkowych (DB Regio świadomie zawyżało wielkości dofinansowań publicznych do przewozów pasażerskich nawet dziesięciokrotnie – por. [13]). Nadwyżki ze spółek córek transferowano do spółki matki (dla przypadku S-Bahn Berlin por. [2]).

Presja zyskowności okazała się ważniejsza od ekspertyz, określających żywotność skrajnych zestawów kołowych serii 481 na poziomie 750 tys. km (por. [9]). Pomimo to zarząd S-Bahn Berlin zatwierdził maksymalny przebieg między naprawami na poziomie 1,3 mln km.

Kolejne kroki w kierunku oszczędności podjęto w 2008 r. likwidując pojazdy starszych serii i zmniejszając tym samym liczbę ćwierćskładów z 671 do 630. Tuż po tym odnotowano niewystarczającą pojemność pociągów S-Bahn (zwłaszcza w szczytach komunikacyjnych i przyległych okresach, por. [8]). Ponadto po wdrożeniu serii 481 zlikwidowano trzy zakłady taboru, których brak spowodował na przełomie 2008 i 2009 r. niewystarczającą poziom obsługi i konieczność zwiększenia interwałów międzyprzeglądowych. Poskutkowało to zmniejszeniem prędkości maksymalnej składów ze 100 km/h (w przypadku serii 485 z 90 km/h) do 80 km/h.

Pierwsze, znaczące problemy, wynikające z nadmiernych oszczędności, pojawiły się w pierwszym tygodniu stycznia 2009 r., kiedy odwołano około 3000 pociągów, natomiast 5000 uległo spóźnieniom (wymagane było ograniczenie prędkości maksymalnej do 40 km/h z powodu „niespodziewanych” mrozów). Związane to było zamarzniętymi hamulcami postojowymi (efekt stosowania gorszych jakościowo, jednak tańszych smarów, por. [8]).

Pierwszego maja 2009 r., po pęknięciu koła i wykolejeniu się pociągu na stacji Kaulsdorf, rozpoczęło się załamanie kolei miejskiej w Berlinie. Po około dwóch tygodniach pierwszych ekspertyz Federalny Urząd Transportu Kolejowego (Eisenbahn-Bundesamt) zażądał szczegółowych badań bezpieczeństwa składów serii 481. Z 546 ćwierćskładów (nie wliczono rezerwy) w gotowości pozostało zaledwie 165 zespołów. Po około trzech tygodniach i przeprowadzeniu części koniecznych wymian zestawów kołowych w ruchu było 60% taboru.

Stan ten nie utrzymał się długo, bowiem w ramach trwających badań Federalnego Urzędu Transportu Kolejowego wykryto w jednym ze składów serii 481 niesprawność potowy cylindrów hamulcowych (por. [1]). Po stwierdzeniu niesprawności układu

hamulcowego wycofano ponownie większość składów serii 481, a w ruchu pozostało zaledwie 155 ćwierćskładów.

Na kolei miejskiej obserwowano hamulce już od 2006 r., kiedy jeden z pociągów, nie będąc w stanie zahamować na stacji Südkreuz, uderzył w pociąg roboczy. Od tego zdarzenia nie odnotowano jednak aktywnych działań w kierunku poprawy hamulców. Stwierdzono jedynie nieodpowiedni dobór układu hamulcowego i wynikające z tego nawet dwukrotne wydłużenie drogi hamowania. Wymuszona efektywność finansowa przedsiębiorstwa doprowadziła także do zaniedbań w utrzymaniu i tego układu.

Problemy, jakie miała kolej miejska Berlina w 2009 r., były bardzo dotkliwe, przede wszystkim przez brak alternatyw taborowych. System ten oparty jest bowiem o normalny rozstaw szyn, jednak sposób zasilania pojazdów elektrycznych odbiega od typowych. Tak zwana trzecia szyna z boku toru zasilą zespoły przez odbieraki zabudowane na wózkach zwrotnych prądem stałym o napięciu 750 V. Jedynym najbardziej zbliżonym systemem w Niemczech jest S-Bahn Hamburg, gdzie jednak napięcie zasilające wynosi 1200 V.

Podczas dwukrotnie wprowadzanej zastępczej organizacji systemu transportu pasażerskiego wykorzystano maksymalnie zasoby berlińskiego przedsiębiorstwa komunikacyjnego (BVG), które jednak nie wniosło zbyt wiele ze względu na wyczerpane rezerwy taborowe (autobusy, tramwaje, metro). Spółka matka DB AG przeniosła tymczasowo część swoich autobusów komunikacji miejskiej z innych miast oraz dodatkowe piętrowe składy regionalne. Te ostatnie zastąpiły w 100% ruch na odcinku Berlin Ostbahnhof – Berlin Zoologischer Garten – Poczdam (w niepełnym wymiarze, bowiem na każdy przystanek kolejowy – z wydzieloną częścią dla S-Bahn – przypada jeden do dwóch przystanków wyłącznie obsługiwanych koleją miejską, z częstotliwością kursów nawet co 10 min, por. [16]). Na liniach nie biegnących równoległe z koleją regionalną zmniejszono częstotliwość, skracając jednocześnie składy pociągowe. Kursujące pociągi kolei miejskiej były zatem notorycznie przepelnione oraz spóźnione.

W kontekście pracochłonności obecnej „nadzwyczajnej” obsługi pojazdów uruchomiono dwa – wcześniej zamknięte – zakłady taboru, jednak pomimo to prognozuje się pełne przywrócenie ruchu dopiero na koniec 2010 r. (z ograniczeniami długości składów).

Koncentracja na jednym typie pojazdów pozwoliła przez lata na oszczędną gospodarkę utrzymaniową, jednak przez sumę zaniedbań konstrukcyjnych i eksploatacyjnych, a także nadmierne zaufanie w niezawodność serii 481, doprowadzono do katastrofального załamania się systemu transportu pasażerskiego w stolicy Niemiec.

## **Intercity Express (DB AG)**

Dążenie do dużych prędkości w ruchu rozkładowym na terenie Niemiec sięga jeszcze okresu międzywojennego. Po drugiej wojnie światowej wznowiono ten program dopiero w latach 60. XX w., co zaowocowało lokomotywami serii 103, których prędkość maksymalna wynosiła 200 km/h. Wykorzystano to po raz pierwszy w ruchu pasażerskim podczas Międzynarodowej Wystawy Transportowej w Monachium (1965 r.). Jednak po dwóch latach wstrzymano program dużych prędkości, zmniejszając dopuszczalną prędkość serii 103 do 160 km/h.

W latach 80. XX w. opracowano, konkurencyjny do francuskiego TGV, model kolei dużych prędkości – Intercity Experimen-



Fot. 1. Pociąg S-Bahn Berlin zestawiony z trzech ćwierćskładów serii 481  
Fot. F.J. Restel



Fot. 2. Pociąg pomiarowy ICE-S serii 410 (zbliżony konstrukcyjnie do ICE-2 serii 402)  
Fot. F.J. Restel

tal. Składy serii 401 trafiły jako ICE-1 (jako Intercity Express) do eksploatacji od 1990 r. Następnie zmodyfikowano nieznacznie konstrukcję (por. [7]) budując od 1995 r. serię 402 (ICE-2). Do 1998 r. nie odnotowano istotnych uchybień podczas eksploatacji pociągów ICE pierwszej i drugiej generacji. W tymże roku doszło jednak do największej katastrofy kolejowej powojennych Niemiec. ICE 884 (seria 401), po pęknięciu zmęczeniowym obręczy jednego z kół tocznych, wykoleił się przy prędkości 200 km/h na kierownicy rozjazdu, tuż przed wiaduktem drogowym przy stacji Eschede (por. [14]).

Powodem wypadku był ciąg przyczynowo-skutkowy, którego początkiem były intensywne drgania pochodzące od niektórych zestawów kołowych. Ze względu na prestiż pociągów ICE zdecydowano się na szybkie usunięcie problemu poprzez zastosowanie nowych zestawów kołowych z przekładką elastomerową między kołem bosym a obręczą (zastąpiono koła monoblokowe). Szybkość wdrożenia spowodowała uchybienia w procesie dopuszczającym elementy do eksploatacji, szczególnie w kwestii wytrzymałości zmęczeniowej elementów oraz maksymalnego dopuszczalnego zużycia.

Oprócz setek ofiar katastrofy, powstały także kilkumiesięczne ograniczenia prędkości dla serii 401 do 160 km/h, zmniejszono również okresy międzyprzeglądowe (por. [14]).

Do kolejnego niepożądanego zdarzenia doszło w 2002 r., kiedy złamała się oś zestawu kołowego w spalinowym zespole trakcyjnym z wychylnym pudłem serii 605 (ICE-TD). W wyniku badań wykryto pęknięcia osi w trzech kolejnych składach tej serii, wymieniono więc wszystkie zagrożone zestawy kołowe na inne, ze zmienioną konstrukcją (por. [12]).

W lipcu 2008 r. doszło do złamania osi napędowego zestawu kołowego w składzie serii 403 (ICE-3), opuszczającego z małą prędkością dworzec główny w Kolonii. Mając w pamięci tragiczny wypadek w Eschede Federalny Urząd Transportu Kolejowego wydał rozporządzenie wyłączające z ruchu wszystkie pojazdy tej serii, których przebieg od ostatniego badania ultradźwiękowego osi przekraczał 60 tys. km. Jednocześnie zmniejszono przebieg między badaniami ultradźwiękowymi z 300 tys. km do 60 tys. km, a następnie do 30 tys. km. W konsekwencji tego powstał niedo-

bór pojazdów ICE różnych serii. Po przeprowadzeniu reorganizacji obiegów składów ICE pierwszej i drugiej generacji, wprowadzono dodatkowe pociągi zastępcze (ICE-Ersatzzug, przydzielane doraźnie przez dyspozyturę). Zestawione były one z wagonów (do tego celu wykorzystano także pożyczone wagony z zagranicy – np. od kolei austriackiej ÖBB) z lokomotywami serii 101, 120, a nawet ostatnich egzemplarzy serii 103. Dostępne pojazdy nie pozwoliły jednak na utrzymanie wyjściowego rozkładu jazdy, przez co konieczne były odwołania pociągów, skracanie składów, występowały także spóźnienia zastępczych ICE (por. [11]).

W październiku 2008 r. wstrzymano ruch pojazdów z wychylnym pudłem serii 411 (ICE-T) z powodu kolejnych przypadków pęknięć osi. Zakłócenia w tym przypadku były jednak mniejsze, co wynikało między innymi z mniejszej prędkości rozkładowej tych składów (230 km/h w porównaniu do 330 km/h dla serii 403) oraz z faktu, że mechanizm wychylania pudła wciąż nie był dopuszczony do użytkowania.

Materiałem stosowanym na osie napędnych zestawów kołowych serii 403 była stal stopowa o zwiększonej wytrzymałości z dodatkami chromu, niklu i molibdenu (34CrNiMo6, dla której nie były znane wszystkie potrzebne charakterystyki wytrzymałości zmęczeniowej). Zdecydowano się na takie rozwiązanie, ponieważ konstrukcyjnie trudne okazało się wprowadzenie w napędny wózek osi o większych rozmiarach, ale z materiału typowego.

W ramach badań wykonanych przez Federalny Instytut Materiałoznawstwa (Bundesanstalt für Materialforschung) określono, że po przebiegu około 3 mln km doszło do złomu w wyniku zbiegnięcia się przekroczenia konstrukcyjnie założonych obciążeń oraz wtrąceń niemetalicznych o niedopuszczalnych rozmiarach w materiale (por. [3], [10]).

## Seria 650 – RegioShuttle (RS-1)

Od 1996 do 2000 r. wyprodukowano ponad 300 pojazdów typu RegioShuttle, przede wszystkim dla prywatnych odbiorców spoza grupy DB AG (por. [6]). Zaprojektowane jako czteroosiowe pojazdy z dwoma silnikami spalinowymi produkcji MAN (2×257 kW) mają dobre własności dynamiczne i prędkość maksymalną 120 km/h.

W połowie 2009 r., kiedy system transportu pasażerskiego w Berlinie i Brandenburgii był przeciążony ze względu na problemy w przedsiębiorstwie S-Bahn Berlin, Federalny Urząd Transportu Kolejowego wydał rozporządzenie dla przewoźników użytkujących pojazdy serii 650, w którym nakazano wymianę turbosprężarek w silnikach spalinowych. Ustalono konieczność wymiany elementów na fabrycznie nowe po przebiegu 360 tys. km, a w przypadku regenerowanych turbosprężarek po 180 tys. km (por. [5]). Do tego momentu doszło bowiem do dziesięciu pożarów,



Fot. 3. Pociąg ICE-3 (seria 403)

Fot. F.J. Restel

w których niektóre pojazdy uległy całkowitemu zniszczeniu (por. [15]). Powodem pożarów okazały się pęknięcia zmęczeniowe wałków turbosprężarek, po których dochodziło do wycieku oleju do układu wydechowego. W efekcie wydanego rozporządzenia powstały kilkudniowe zakłócenia wywołane odwołanymi, spóźnionymi lub skróconymi pociągami.

## Podsumowanie

W konsekwencji opisanych problemów technicznych powstały istotne zakłócenia, które spowodowały, że wyjściowy rozkład jazdy stał się niewykonalny. Wprowadzenie w ciąg krótkiego czasu zastępczego rozkładu jazdy rozwiązało kwestię organizacji przewozów, jednak pasażerowie odczuli to jako dłuższy czas jazdy, krótsze składy, mniejszą liczbę pociągów oraz ograniczenie dostępności przestrzennej. Skutki wyłączenia serii nasilają się wówczas, gdy wyłączone pojazdy mają cechy, które uniemożliwiają zastąpienie ich innymi seriami. Taki stan rzeczy miał miejsce w przypadku kolei dużych prędkości ICE oraz kolei o specyficznych parametrach konstrukcyjnych – S-Bahn Berlin.

Potrzebna wydaje się zmiana podejścia podczas pozyskiwania taboru, w którym koszt zakupu pojazdu nie powinien być jedynym kryterium. Podobnie należy rozpatrywać krótkoterminowe oszczędności w utrzymaniu pojazdów, wynikające ze stosowania tańszych (jednak gorszych jakościowo) podzespołów lub materiałów eksploatacyjnych.

Liberalizacja rynku przewozów regionalnych oraz koleje dużych prędkości stanowią dużą szansę na odrodzenie kolei w Polsce, jednocześnie kryją w sobie ryzyko powtórzenia błędów, jakie popełniono w innych krajach. Aby tego uniknąć celowe wydaje się korzystanie z doświadczeń z zagranicy.



## Literatura

- [1] Aktualności w ZEV Rail – Glasers Annalen 11-12/2009.
- [2] *Berliner Morgenpost*. <http://www.morgenpost.de> (stan z 23 marca 2010 r.).
- [3] *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung*. <http://www.bam.de/> (stan z 12 marca 2010 r.).
- [4] Dostal M.: *DB-Fahrzeuge*. Gera Mond 2002.
- [5] *Eisenbahn-Bundesamt*. <http://www.eba.bund.de> (stan z 18 marca 2010 r.).
- [6] Estler T.: *Typenkunde deutscher Dieseltriebwagen*. Transpress 2004.
- [7] Estler T.: *Typenkunde deutscher Elektrotriebwagen*. Transpress 2005.
- [8] Franz H.-W.: *Berliner S-Bahn am Scheideweg*. Signal März 2010 (Doppelheft 6/2009–1/2010).
- [9] Jahn O.: *Endstation Chaos. Die Bahn auf gefährlichem Kurs*. Film dokumentalny niemieckiej telewizji publicznej ARD. <http://www.ad-hoc-news.de> (stan z 20 lutego 2010 r.).
- [10] Klinger C. i in.: *Schadensanalyse Radsatzwelle ICE-3*. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung 2008.
- [11] Knappe M.: *Seria 103 DB w obsłudze ICE*. Świat Kolei 11/2009.
- [12] Kueffner G.: *30 Jahre sollte eine Radsatzwelle spielend halten*. Frankfurter Allgemeine Zeitung; <http://www.faz.net/> (stan z dnia 23 marca 2010 r.).
- [13] Restel F.J.: *Przywracanie ruchu kolejowego: reaktywacja czy rewitalizacja?* Rynek Kolejowy 3/2009.
- [14] Weltner M.: *Bahn-Katastrophen*. Gera Mond 2008.
- [15] *Seria 650*. <http://www.baureihe650.de> (stan z 16 marca 2010 r.).
- [16] *Zastępcze rozkłady jazdy S-Bahn Berlin GmbH*. <http://s-bahn-berlin.de> (stan z 14 marca 2010 r.).