

Modernizacja wagonów w DB AG

Pomysł modernizacji pojazdów szynowych nie jest nowy. W przedsiębiorstwach Deutsche Reichsbahn (Niemiecka Kolej Państwowa – w byłym NRD) oraz Deutsche Bundesbahn (Niemieckie Koleje Federalne – RFN) realizowany był szeroki program modernizacji lokomotyw parowych serii 01. Niemiecka Kolej Państwowa zrekonstruowała w okresie od 1959 do 1964 r. około 2300 dwu- i trójosiowych wagonów, będących w posiadaniu byłych kolei landów niemieckich. W latach sześćdziesiątych takim samym programem objęto wagony wózkowe. W przedsiębiorstwie Niemieckie Koleje Federalne program modernizacji przeprowadzono na wielką skalę, obejmując nim ponad 2500 pojazdów kolei miejskich oraz 1200 pojazdów kursujących na liniach InterRegio, przy czym w program ten w dużej mierze zaangażowana była firma PFA – Partner Wyposażenia Pojazdów z Weiden.

Jeśli porównamy powody dla których przeprowadza się modernizację taboru, to zarówno kiedyś, jak i obecnie przytaczane są takie same argumenty:

- istotne części pojazdów stały się technicznie przestarzałe,
- pojazdy nie spełniają oczekiwań podróżnych w odniesieniu do komfortu jazdy,
- koszty eksploatacji pojazdów nie uzasadniają ze względów ekonomicznych dalszego ich użytkowania,
- sytuacja ekonomiczna przewoźnika nie pozwala na całkowitą wymianę pojazdów,
- w pojazdach są wartościowe podzespoły, których dalsze wykorzystywanie jest uzasadnione ze względów ekonomicznych.

Wymienione warunki graniczne zawsze powracają w różnym stopniu i stawiają przewoźników taboru kolejowego w sytuacji, gdy przy podejmowaniu decyzji mają alternatywę:

- remont generalny z zachowaniem dotychczasowego poziomu technicznego;
- inwestycja polegająca na wymianie części taboru na nowy.

Realizując program modernizacji, alternatywie zmierzającej do polepszenia stanu technicznego taboru, można przeciwstawić rozwiązanie pośrednie, które umożliwia znalezienie sensownego kompromisu między konieczną redukcją kosztów eksploatacyjnych i podwyższeniem standardu podróżowania z jednej strony, a minimalizacją kosztów inwestycyjnych z drugiej strony.

Warunkiem koniecznym do przeprowadzenia przynoszącej efekty techniczne i ekonomiczne przebudowy i modernizacji pojazdów jest wspólne wypracowanie przez przewoźników i producentów pojazdów założeń rozwiązań modernizacyjnych, które muszą być opracowane każdorazowo do rozwiązania określonej koncepcji modernizacji. Zdefiniowanie optymalnego zakresu przeprowadzenia zmian modernizacyjnych jest kluczowym parametrem, który decyduje o efektach, i tym samym o powodzeniu realizacji procesu modernizacji. Dlatego też do znalezienia odpowiedniego „know-how” należy skorzystać ze wspólnych doświadczeń i wiedzy zarówno przewoźników, jak i wytwórców pojazdów. Do wypracowania właściwej koncepcji modernizacji konieczna jest z obu stron otwarta i pełna zaufania postawa w stosunku do partnera.

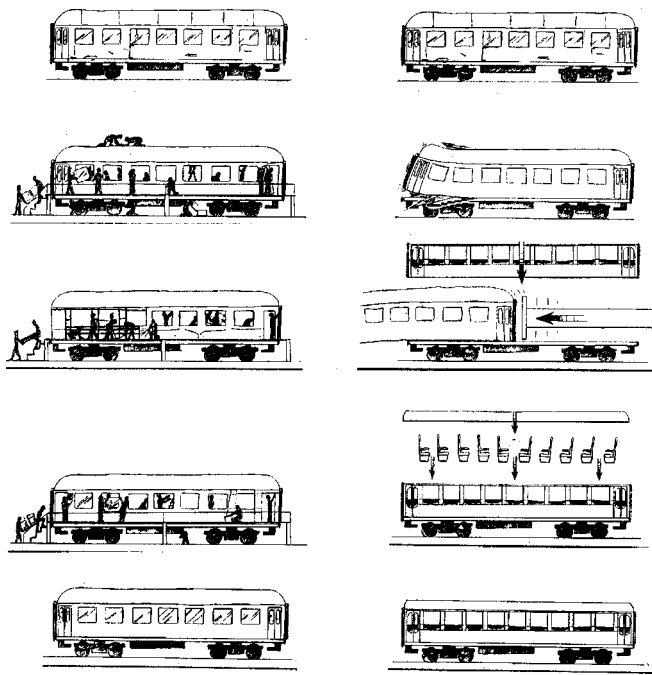
Założenia i opracowanie koncepcji modernizacji

Nacisk cenowy na producentów pojazdów szynowych, wynikający z konkurencji między transportem drogowym a szynowym, zwiększył również swój wpływ w latach dziewięćdziesiątych na metody realizacji projektów modernizacji pojazdów. Również PFA zmuszone zostało z tego powodu do podjęcia nowych przemyśleń, aby znaleźć nowe, elastyczne rozwiązania modernizacyjne.

Punktem wyjścia do prac studialnych w celu opracowania nowej technologii modernizacji wagonów była przebudowa wagonu Bmh typu 2329, ówczesnej Niemieckiej Kolei Państwowej (NRD), Celem było przystosowanie go, jako wagonu dla ekspresów linii regionalnych. Przebudowa wagonu przeprowadzona została przez PFA w latach 1994–1996. Wymagania odnośnie przebudowy tego wagonu odpowiadają w istocie sformułowanym stwierdzeniu:

- wyposażenie pojazdów nie odpowiada już oczekiwaniom klientów,
- podstawowa struktura pudła wagonu jest jeszcze w dobrym stanie technicznym,
- znaczna część wyposażenia technicznego jest jeszcze w dobrym stanie i nadaje się do dalszego użytkowania,
- układ zasilania w energię nie spełnia standardów współczesnego stanu techniki,
- dla stworzenia pełnego, jednolitego obrazu pociągu brakuje wagonów 1. klasy oraz wagonu z kabiną sterowniczą do prowadzenia pociągów w systemie push-pull.

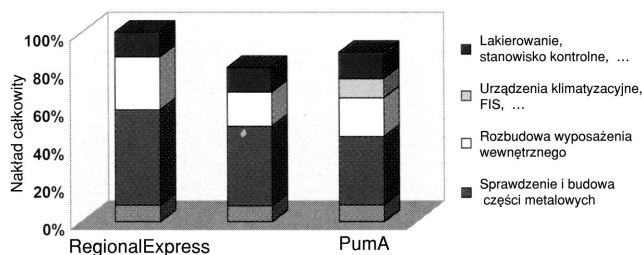
Pojazdy te zostały na podstawie przeprowadzonej analizy przebudowane i wyposażone w nowe urządzenia wewnętrznie wagonu. Poprzez zamontowanie nowych siedzeń oraz nowych półek na bagaże zaoferowano podróżnemu nowe wnętrza wagonu. Dodatkowo, w wagonie i wózkach zastosowano różnego rodzaju ulepszenia techniczne.



Rys. 1. Porównanie: przebudowa klasyczna a przebudowa z zastosowaniem technologii PumA



Rys. 2. Prototyp PumA 1997



Rys. 3. Porównanie nakładów na wykonanie RE-PumA

Krytycznym punktem realizacji tej koncepcji modernizacji wagonów były stosunkowo wysokie koszty przebudowy. Przy szczegółowych badaniach okazało się, że znaczącą część nakładów na przebudowę pochłonęła przebudowa surowego pudła wagonu oraz podwozia, przy czym nie wprowadzono żadnych istotnych zmian technicznych.

W takiej sytuacji powstał pomysł, aby zakres najbardziej kosztownych prac zastąpić poprzez wcześniejsze przygotowanie tańszych, zastępczych zespołów strukturalnych. Prze-

widywano np. oddzielić część dachową i części ścian powyżej podłużnicy od wagonu i zastąpić je gotowymi segmentami, przygotowanymi wcześniej w sąsiadującym warsztacie. Zasadę tę przedstawiono na rysunku 1.

Poprzez zastosowanie takiego rozwiązania można było:

- zmniejszyć znacznie nakłady pracy przy pojeździe w celu zmodernizowania surowego pudła wagonu;
- znacznie zwiększyć stopień zautomatyzowania prac przy pracach wstępnych;
- znacząco obniżyć czas przestoju wagonu podczas modernizacji stanu surowego wagonu;
- uatrakcyjnić wygląd zewnętrzny;
- przy modernizacji wnętrza uwzględnić wymagania przemysłowego sposobu montażu.

Projekt PumA

Po ustaleniu zasadniczego sposobu podejścia do modernizacji, w centrum uwagi znalazł się problem ustalenia technologii wcześniejszego przygotowywania zespołów. Porównywano zalety i wady konstrukcji stalowych, montowanych technologią na zimno lub gorąco, z konstrukcjami aluminiowymi, montowanymi również technologią na zimno lub gorąco.

Kompetentnym partnerem do znalezienia rozwiązania tego problemu okazała się firma Alusuisse. Do rozstrzygnięcia przyjęto następujące, podstawowe kryteria:

- powiązanie z istniejącymi strukturami wytwarzania,
- stworzenie elastycznych możliwości uzyskania nowego kształtu zewnętrznego,
- stworzenie możliwości elastycznego dostosowania się do innych projektów,
- wykorzystanie możliwości zmniejszenia masy,
- zminimalizowanie ryzyka technologicznego,
- zmniejszenie nakładów inwestycyjnych,
- powiązanie elementów pudła ze strukturą nośną wagonu,
- krótki okres przygotowania przebudowy seryjnej.

Z przeprowadzonego procesu wyboru wynikła koncepcja wykonania w technologii mieszanej, której podstawowe zasady konstrukcyjne zostały zweryfikowane przy wykonywaniu prototypu (rys. 2 i 3) [2].

Istotne, charakterystyczne cechy tej koncepcji, to:

- zachowanie stalowej konstrukcji podwozia,
- przygotowanie ścian bocznych z aluminium, jako konstrukcji spawanej,
- montaż elementów pudła wagonu za pomocą technologii łączenia na zimno,
- połączenie elementów warstwowych do budowy dachu technologią klejenia.

Efekt oszczędności nakładów na wykonanie jest bardzo widoczny przy podliczeniu roboczogodzin. Istotnego zmniejszenia nakładów globalnych jednakże nie osiągnięto, gdyż dodatkowo zainstalowano urządzenia podnoszące standard jazdy, mianowicie system informacji pasażerów oraz klimatyzację (rys. 1). Oszczędności wynikłe w procesie wytworczym zostały pochłonięte przez zamontowanie dodatkowych pakietów urządzeń. Podsumowując można stwierdzić, że przy znacznie rozszerzonym zakresie prac, nakład kosztów na

modernizację został obniżony, a osiągnięte oszczędności można było przeznaczyć na podwyższenie kosztów materiałowych, związanych z nową budową pudła wagonu.

Przy porównywalnym poziomie wyposażenia technicznego, koszty przebudowy w stosunku do przebudowy wagonów linii ekspresów regionalnych, pozostały takie same, jednakże wygląd został znacznie lepiej oceniony przez podróżnych.

Wyniki modernizacji, otrzymane na podstawie zbudowanego w 1995 r. prototypu, doprowadziły w 1996 r., po intensywnych rozmowach z Koleją Niemiecką SA, do zakończenia modernizacji wagonu ekspresu regionalnego i otrzymania zamówienia na przebudowę 55 wagonów, na bazie technologii opracowanej w projekcie PumA (rys. 4).

Przebudowa seryjna

55 zamówionych przez Kolej Niemiecką SA wagonów według projektu PumA będzie spełniało – jeżeli chodzi o ich budowę – wszelkie, różnorodne wymagania, stawiane przed składami pociągów przeznaczonymi do komunikacji regionalnej. Wychodząc z założenia, że wagony zastosowane będą w składach push-pull, podzielono je na dwa typy pojazdów: pojazdy środkowe i sterownicze (z kabiną sterowniczą). Dla Kolei Niemieckiej SA wykonano 11 wagonów sterowniczych i 44 wagony środkowe.

Jako wagony bazowe do przebudowy, dla wszystkich pojazdów PumA, zastosowano wagony Bmh rodzaju 2329 Niemieckich Kolei Państwowych (byłej NRD). Podwozie zostało dopasowane do różnych warunków wsiadania. Do przyłączenia głowicy sterowniczej, wagon sterowniczy wyposażony został w konstrukcję ramową, na którą naklejona została samonośna, warstwowa konstrukcja głowicy sterowniczej (rys. 5).

Ściany boczne i ściana czołowa pojazdu wykonane zostały z profili aluminiowych, łączonych na gorąco. Ściany te zamocowane zostały do profilu podstawowego za pomocą połączeń nitowanych. Wsporniki w obszarze dachu zwiększają dodatkowo stabilność ścian bocznych. Dach zbudowano poprzez warstwowe naklejanie płyt (rys. 6 i 9).

W wagonie sterowniczym przewidziano wykonanie wszystkich miejsc siedzących w klasie pierwszej (ogółem 22 miejsca). Zostały również zaprojektowane, konieczne w pojazdach komunikacji lokalnej, dodatkowe pomieszczenia dla podróżnych. W wagonie sterowniczym, oprócz pomieszczeń klasy 1., znajdują się: pomieszczenie ogólnego przeznaczenia z 16 składanymi miejscami do siedzenia, otwarta recepcja, pomieszczenie 2. klasy (8 miejsc siedzących) z miejscem do postawienia wózka inwalidzkiego, jak również toaleta, przystosowana dla osób niepełnosprawnych. Przewidziano również miejsce do odstawiania rowerów (rys. 7).

Roźmieszczenie tych szczególnych pomieszczeń w wagonie sterowniczym stworzyło możliwość jednolitego wyposażenia każdego z wagonów środkowych w trzy duże pomieszczenia klasy 2. odpowiednio po 25, 38, 23 miejsc siedzących.

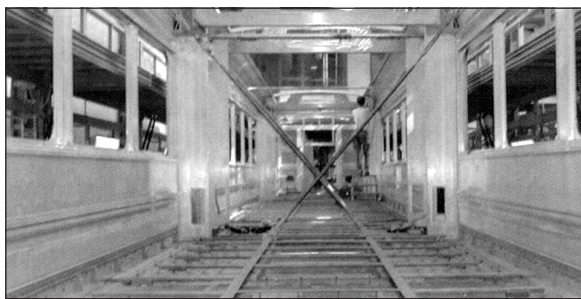
Opisane wagony, z ich charakterystycznym wyposażeniem, odpowiadają w zupełności wymaganiom stawianym nowoczesnym wagonom komunikacji lokalnej. Drzwi wejścio-



Rys. 4. Wagon dostarczony do modernizacji



Rys. 5. Przygotowanie podwozia



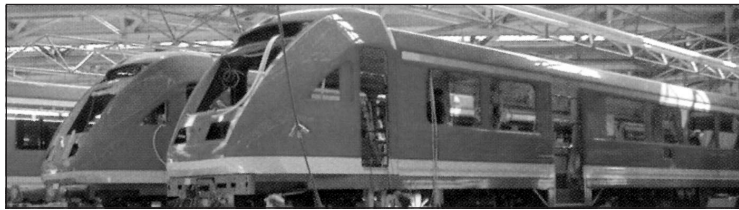
Rys. 6. Pudło wagonu w stanie surowym



Rys. 7. Wagon typu B podczas przebudowy wnętrza

we, wykonane jako obrotowo-przesuwne drzwi 2-skrzydłowe, umożliwiają szybką wymianę podróżnych. Wejścia do klasy 1. zaopatrzone są w drzwi obrotowo-przesuwne jednoskrzydłowe. Motorniczy ma możliwość wyboru otwierania drzwi z jednej lub z drugiej strony wagonu.

Ponad wejściami rozmieszczone są kompaktowe urządzenia klimatyzacyjne, które umożliwiają spełnienie warunków klimatyzacji zgodnie z kartą UIC 553. Zasysanie świeżego powietrza następuje jako tzw. zasysanie dolne obok wejść, co wyklucza całkowicie ujemny wpływ spalin przy trakcji spalinowej.



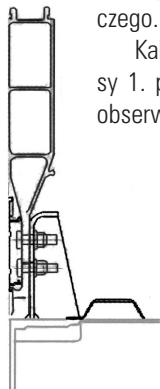
Rys. 8. Wagon sterowniczy

W pojazdach według projektu PumA wzdłuż całego wagonu na ścianach bocznych naklejona jest taśma nadokienna. Poza tym na każdej ścianie bocznej znajdują się tablice informujące podróżnych oczekujących na peronach o stacji docelowej. Tablice te są częścią kompleksowego systemu informowania pasażerów, który oprócz tablic z nazwą stacji docelowej na czole pojazdu (rys. 8), ma również wyświetlacze wewnątrz wszystkich dużych pomieszczeń pojazdu. W każdym obszarze wejściowym oraz w ubikacji z wyposażeniem dla niepełnosprawnych znajduje się alarmowe urządzenie rozmówcze. Zwiększeniu komfortu podróżowania służą przezroczyste drzwi przedziałów ze wspomaganie otwierania, w jakie wyposażono wszystkie duże pomieszczenia wagonu.

Wykładziny ścian bocznych w pomieszczeniach dla podróżnych wykonane są z profilowanych elementów z tworzywa sztucznego. W pomieszczeniach klasy 1. okna wyposażone są w rolety. Wszystkie toalety wykonane są jako komory z tworzywa sztucznego, wzmocnianego włóknem szklanym. Odpływy z WC kierowane są do zbiornika zbiorczego.

Kabina maszynisty oddzielona jest od pomieszczenia klasy 1. płytą szklaną. W ten sposób umożliwiono podróżnym obserwację trasy jazdy. Pulpit maszynisty umieszczony jest pośrodku kabiny maszynisty. Dla poprawy właściwości eksploatacyjnych oraz zmniejszenia poziomu hałasu pojazdu wyposażone są wózki z hamulcami tarczowymi (rys. 10 i 11).

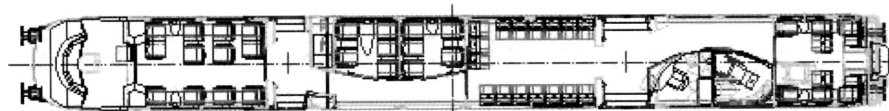
Wózki przeznaczone są do wagonów sterowniczych InterCity 297, pozyskiwane są przez PFA z wagonów „źródłowych” Bm281 (po modernizacji). Podczas modernizacji z wózkiem zostaje zintegrowany układ hamulcowy, którego działanie uzależnione jest od obciążenia.



Rys. 9. Kształt profilu łączącego podwozie ze ścianą boczną



Rys. 10. Rzut poziomy wagonu klasy 2, typu Bpzy 456



Rys. 11. Rzut poziomy wagonu sterowniczego ABpybdzf 484

Aspekty ochrony środowiska

Jak wspomniano pomysł przebudowy i modernizacji zrodził się pierwotnie z rozważań czysto ekonomicznych. Ochrona środowiska i ochrona zasobów naturalnych oraz problem odzyskiwania odpadów i oszczędności energii nie odgrywały do tej pory żadnej roli. Prawie jako „produkt uboczny” należy odnotować jednakże kilka wyników, które powinny zostać tutaj przedstawione.

Masa wagonu pasażerskiego, takiego np. jaki używany był na liniach ekspresów regionalnych, wynosi ok. 40 t. Masa ta rozkłada się następująco:

wózek	13,0 t
podwozie	5,5 t
ściany boczne, dach	6,5 t
wyposażenie wewnętrzne	15,0 t
Razem	40,0 t

Przy przebudowie z zastosowaniem technologii PumA mogą ponownie zostać wykorzystane:

wózek	13,0 t
podwozie	5,5 t
Razem	18,5 t (46%)

Przyjmując, na podstawie danych VDEh (Zrzeszenie Hutników Niemieckich), że na wytworzenie 1 t stali zużywa się średnio 5850 kWh energii, przy przebudowie każdego wagonu – w porównaniu do procesu złomowania i wytworzenia nowego produktu – uzyskuje się oszczędność energii równą 108 200 kWh. Odpowiada to ilości energii zużywanej przeciętnie przez gospodarstwo domowe, w skład którego wchodzi 3,5 osoby, w ciągu 30 lat.

W zestawieniu nie uwzględnione zostały inne zespoły i części, które po naprawie w specjalistycznych zakładach remontowych Kolei Niemieckiej SA mogły ponownie zostać zamontowane w pojeździe. Wykaz tych elementów obejmuje prawie 150 pozycji. Należy tutaj wymienić takie elementy, jak: zderzaki, zawory hamulców, kurki zaporowe hamulców oraz części domontowywane do wózków. Dokładniejsze przedstawienie ilości zaoszczędzonej energii i materiałów, wynikające z modernizacji pojazdów, w przeciwstawieniu do wytworzenia nowego pojazdu, jest rzeczą bardzo trudną. Można jedynie stwierdzić, że w obszarze działania Kolei Niemieckiej osiąga się znaczne oszczędności surowców naturalnych. Zużyte części, po regeneracji wracają z powrotem do obiegu produkcyjnego. Warsztaty regenerujące części do

pojazdów przyczyniają się istotnie do tego, że zamierzenia modernizacyjne, takie jak np. PumA, stają się ekonomicznie uzasadnione. Można wykazać, przy późniejszym uwzględnieniu aspektów ochrony środowiska, że zastosowanie w pojazdach części regenerowanych, w porównaniu z ciągłym dokupowaniem nowych części zamiennych, daje wymierne, pozytywne efekty ekonomiczne.

Masa pojazdu jest istotnym wskaźnikiem do oceny ilości pobieranej z sieci trakcyjnej energii. Masa pojazdów „pierwot-

Tablica 1

Dane podstawowe pojazdów

	Wagon sterowniczy klasy 1. i 2. ABpybdzf 484	Wagon środkowy klasy 2. Bpyz 456
Wózek	GP 200	
Rozstaw zestawów kołowych	2500 mm	
Wysokość podłogi nad powierzchnią toczną szyny – pomieszczenie dla pasażerów	1280 mm	
Wysokość podłogi nad powierzchnią toczną szyny – pomieszczenie maszynisty	1265 mm	
Masa całkowita pojazdu pustego	42 t	39 t
Prędkość maksymalna	140 km/h	
Hamulce	KE-GPR-AmZ(D)	KE-GPR-A(D)
Zawór hamulcowy maszynisty	FHDIP	—
Ogrzewanie pomieszczenia dla pasażerów	2 kompaktowe urządzenia dachowe, całkowita moc grzewcza 41 kW	
Ogrzewanie pomieszczenia maszynisty	Urządzenie klimatyzacyjne 5 kW, płyta ogrzewania podłogowego, ogrzewanie wnękowe od strony maszynisty ogrzewanie szyby przedniej z układem odszraniania	—
Przewietrzanie/chłodzenie pomieszczenia dla pasażerów	2 kompaktowe urządzenia dachowe, całkowita moc chłodzenia 40 kW 1800 m ³ świeżego powietrza/godz.	
Przewietrzanie/chłodzenie pomieszczenie maszynisty	kompaktowe urządzenie klimatyzacyjne, 660 m ³ świeżego powietrza/godz.	—
Zasilanie centralne	1000 V 16–52 Hz	
Bateria akumulatorów	3PzS 24 V, 385 Ah	
Układ ładowania baterii akumulatorów	$I_{Amax} = 220$ A; $U_A = 27-30$ V	
WC	system WC zamknięty, przystosowane dla niepełnosprawnych	system WC zamknięty
Podział pomieszczeń	klasa 1.: 1 duże pomieszczenie, 12 miejsc siedzących; 2 przedziały, w każdym 5 miejsc siedzących; klasa 2.: pomieszczenie wszechstronnego zastosowania, 16 miejsc składanych; pomieszczenie duże, 8 miejsc siedzących, miejsce dla wózka dla niepełnosprawnych; Otwarta recepcja	klasa 2.: 3 pomieszczenia duże 25/38/23 miejsc siedzących
„Źródłowy” typ pojazdu	Bmh 2329	
Długość ze zderzakami	256 400 mm	
Odległość czopów skrętu	19 000 mm	
Szerokość pudła wagonu	2830 mm	
Całkowita wysokość pojazdu (powierzchnia dachu) nad powierzchnią toczną szyny	3690 mm	

nych”, wynosząca około 40 t, była stosunkowo duża, co było powodem zastosowania tych pojazdów na liniach ekspresów regionalnych, które charakteryzowały się dużymi odstępami między przystankami, a nie na klasycznych liniach komunikacji aglomeracyjnej.

Poprzez zastosowanie aluminium i konsekwentne ukie-
runkowanie budowy pojazdu z materiałów lekkich, masę wagonu środkowego można było zmniejszyć o 1 t, co obniżyło masę pojazdu do 39 t. Należy podkreślić, że obniżenie masy pojazdów osiągnięto pomimo tego, że w wagonie środkowym zainstalowano centralną jednostkę energetycz-

ną, „zamknięty” system toalet oraz urządzenie klimatyzacyjne. Porównywalne zmniejszenie masy osiągnięto również przy budowie wagonu sterowniczego. Jednakże, ze względu na późniejsze wyposażenie w liczne urządzenia techniczne, nie jest ono dostrzegalne.

Przy uwzględnieniu rocznych usług transportowych równych 225 tkm oraz przy założeniu średnio 40 Wh/tkm, wynikają roczne oszczędności na wagon równie 10 125 kWh. Odpowiada to prawie rocznemu zapotrzebowaniu na energię przez trzy przeciętne niemieckie gospodarstwa domowe. Wyrażając to inaczej: poprzez przebudowę przez PFA 44

wagonów środkowych na pojazdy typu PumA, można zaoszczędzoną w ten sposób energią zaopatrywać 100 gospodarstw domowych przez 15 lat! W praktyce jednak energia ta nie zostaje zaoszczędzona, gdyż zostaje wykorzystana do zasilania urządzeń klimatyzacyjnych wagonów.

Podsumowanie

Wyniki uzyskane podczas badań wstępnych oraz w czasie produkcji seryjnej prowadzą do przekonania, że można obecnie znaleźć rozwiązania spełniające wysokie wymagania systemu kolejowego. Droga jednak do osiągnięcia tego celu, ze względu na nieustannie zaostrzające się warunki na rynku dla przewoźników i producentów pojazdów, będzie coraz trudniejsza. W ramach kooperacji pomiędzy producentami pojazdów oraz przewoźnikami pomysł modernizacji pojazdu przeobraził się w proces seryjnej przebudowy pojazdów. Uzyskane doświadczenia, wynikające z realizacji projektu PumA, umożliwiają dalszy, wszechstronny rozwój tej technologii.

Możliwości i ograniczenia technologii przebudowy pojazdów zostały w opisanym projekcie szczególnie uwypuklone. Gwałtowny postęp w technologii wytwarzania części składowych pojazdu, jaki dokonał się w ostatnim czasie, stał się możliwy do wykorzystania właśnie poprzez wymianę części w procesie przebudowy pojazdu. Granice ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia zostałyby jednak szybko osiągnięte, gdyby zaszła konieczność całkowitego naruszeniu podwozia i zespołu jezdnego, co byłoby konieczne np. przy

stworzeniu części niskopodłogowej. Wyniki badań uzyskane podczas realizacji projektu PumA dowodzą, że granice między przebudową a budową nowego pojazdu, przy wykorzystaniu dostępnej dzisiaj technologii, są bardzo płynne. W zależności od postawionych przez przewoźnika wymagań, preferowana może być klasyczna przebudowa pojazdu, przebudowa z zastosowaniem technologii PumA, bądź też budowa nowego pojazdu. Tylko dokładne przemyślenia oraz dobra znajomość dostępnych metod technologicznych w sposób przekonywający umożliwią przedsiębiorcy podjęcie słusznej decyzji o wyborze metody modernizacji taboru, wyborze między zakładem naprawczym a taśmą produkcyjną. □

Na podstawie:
Gerd Ahne, Gerd Truckenbrodt: *PumA – Fahrzeuge für die Deutsche Bahn AG*
Modernisierung von Reisezugwagen heute
Der Eisenbahningenieur 10/1998

Autorzy
inż. dyplomowany Gerd Achne
kierownik projektu PumA

inż. dypl. Gerd Truckenbrodt
kierownik projektowania w firmie
Partner für Fahrzeug-Ausstattung GmbH, Weiden

□ Dokończenie ze s. 32

- [2] Czyczyła W.: *Warunki techniczne jakim powinna odpowiadać infrastruktura kolejowa i tramwajowa z uwagi na ruch pojazdów dwusystemowych*. Materiały seminarium „Zintegrowane systemy kolejowo-tramwajowe”, Kraków-Osieczany, listopad 1999.
- [3] Dąbrowski J.: *Rozważania nad koncepcją napędu tramwaju dwusystemowego w warunkach polskich*. Technika Transportu Szynowego 9/1999.
- [4] Ludwig D.: *Die Regionalisierung des Schienenpersonalverkehrs am Beispiel des Raums Karlsruhe*. ZEV + DET Glas. Ann., 1994, Vol. 118, No. 4, s. 232–238.
- [5] Riechers D.: *Die Entwicklung des regionalen Stadtbahnverkehrs im Grossraum Karlsruhe*. Verkehr und Technik 4/1999.
- [6] Tułeczki A.: *Podstawowe wymagania dla pojazdów dwusystemowych w świetle standardów UIC*. Materiały seminarium „Zintegrowane systemy kolejowo-tramwajowe”, Kraków-Osieczany, listopad 1999.

- [7] *Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych*. Wyd. Ministerstwa Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, Warszawa 1983.
- [8] Karta UIC-520-2: *Tabor – warunki dotyczące stosowania kół o różnych średnicach w układach biegowych różnych typów*. Wyd. z 1978 r., ostatnia aktualizacja w 1994 r.

Artykuł stanowi syntezę pracy pod tym samym tytułem, wykonanej przez zespół pracowników Politechniki Krakowskiej pod kierunkiem autorów, na zlecenie Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA.