

# Doświadczenia w modernizacji tramwajów w Polsce

***W artykule Zbigniewa Rusaka „Problemy odnowy taboru tramwajowego w Polsce”, opublikowanym w tts 4/2001, przedstawiony został obecny stan zaspokajania potrzeb przedsiębiorstw komunikacyjnych w nowy i zmodernizowany tabor. W niniejszym artykule, będącym kontynuacją poruszanych tam zagadnień, zostanie dokonana analiza ważniejszych kierunków modernizacji.***

Tramwaje, podobnie jak wszystkie pojazdy szynowe, charakteryzuje bardzo długi okres ich eksploatacji. Zasadniczo przyjmuje się dla miejskich pojazdów szynowych 30-letni okres amortyzacji. W połowie tego okresu powinien być wykonany jego remont kapitalny – naprawa główna, związana z demontażem podzespołów z pojazdu i dokonaniu ich regeneracji w celu przywrócenia im wyjściowych parametrów technicznych i eksploatacyjnych, o ile to jest w każdym przypadku możliwe. Nie oznacza to bynajmniej, że pojazd nie może być eksploatowany dłużej niż 30 lat, co ma w rzeczywistości nierzadko miejsce zarówno w kraju, jak i za granicą.

Jednak znaczna część podzespołów po kilkunastoletniej eksploatacji wykazuje takie objawy zużycia, że zarówno ich regeneracja, jak i dalsza eksploatacja może być na tyle kosztowna, że uzasadnione jest w poddanym remontowi pojeździe zamontowanie nowych podzespołów. Może to być ten sam podzespół, produkowany nierzadko od dziesiątek lat. Ale czy rzeczywiście warto dokonywać takiego prostego odtworzenia, które będzie musiało funkcjonować przez najbliższe 15 czy nawet 20 lat, w którym to czasie może okazać się anachronizmem technicznym, a także źródłem kłopotów ekonomicznych?

Naprawy główne taboru są najlepszą okazją do jego modernizacji. Jednoczesne wprowadzenie wielu innowacji technicznych może wpłynąć na obniżenie kosztów przyszłej eksploatacji pojazdu. Problem polega tylko na ich wyborze i uzasadnieniu ekonomicznym dla nich.

## Co nadaje się do modernizacji

Największy udział w taborze przedsiębiorstw komunikacji tramwajowej w Polsce stanowią tramwaje trzech głównych serii, przy czym dwie z nich występują w różnych wersjach. Są to:

- 13N – najstarsze pojazdy nowej generacji produkowane w latach 1960–1970 po zaprzestaniu produkcji tramwajów serii N, eksploatowane obecnie tylko w Warszawie (327 szt.);
- 102N – przegubowe produkowane w kilku wersjach w latach 1967–1975, eksploatowane jeszcze tylko w 8 przedsiębiorstwach (220 szt.);
- 105N – produkowane z modyfikacjami od 1974 r. do chwili obecnej, eksploatowane niemal we wszystkich przedsiębiorstwach (2964 szt.).

Liczbę wyprodukowanych tramwajów wymienionych typów w poszczególnych latach przedstawiono w tablicach 1 i 2.

Pierwsze z dwóch wymienionych serii zostały już poddane procesowi daleko idącej kasacji. Zasadniczo poza nielicznymi przypadkami nie jest brana pod uwagę modernizacja wagonów z rodziny 102N, ich parametry ruchowe są stosunkowo niskie w porównaniu z tramwajami typu 105N. Znaczny jest także stopień ich wyeksploatowania, a wiek zdecydowanej ich większości dobiega do 30 lat.

Modernizacja tych tramwajów w wersji 803N jest prowadzona tylko przez MKT Łódź, obsługującą podmiejskie linie do Pabianic, Zgierza i Ozorkowa. Modernizacja ta jest uzasadniona koniecznością utrzymania w dobrym stanie technicznym obecnego taboru aż do czasu zakupu nowego w ramach projektu tzw. tramwaju regionalnego. Decyzja o jego realizacji już zapadła, ale całkowita restrukturyzacja całej łódzkiej podmiejskiej sieci tramwajowej, ze względu na duży zakres prac infrastrukturalnych przeciągnie się zapewne poza 2005 r.

Głównym obiektem modernizacji mogą być tylko tramwaje typu 105N i pochodne. Około połowy obecnie eksploatowanych wagonów tych typów ma mniej niż 15 lat. Przed pierwszym remontem kapitalnym jest znacznie więcej wagonów, bowiem niedobór środków finansowych powoduje ich przesuwanie na późniejszy okres. Wagony te także mogą być przedmiotem modernizacji.

Szacunki wskazują, że aby rzeczywiście zachować warunek dokonywania remontu kapitalnego po 15 latach eksploatacji pojazdu, w ciągu najbliższych 5 lat w całej Polsce powinno być im poddane około 1400 wagonów. Przy tych uwarunkowaniach szczególnego znaczenia nabiera analiza zakresu ich modernizacji.

Wagony typu 105N zostały zaprojektowane na początku lat 70. i były w tamtym czasie jednymi z najnowocześniejszych pojazdów w swojej kategorii w Europie. Ich wysokie parametry ruchowe umożliwiły zwiększenie prędkości komunikacyjnej na terenie miast nawet o 25%.

Wskaźnik mocy jednostkowej na masę pojazdu, który decyduje w dużym stopniu o jego parametrach ruchowych, dla tramwajów 105N jest niższy niż dla pojazdów nowej generacji o około  $\frac{1}{3}$ , ale nie jest to szczególnie istotnym

mankamentem w ich eksploatacji w warunkach polskich miast. Przyspieszenia rozruchu do prędkości 30 km/h zarówno dla tramwajów nowych, jak i dla tramwajów 105N, zwłaszcza po modernizacji z zastosowaniem impulsowego układu rozruchu, nie różnią się znacząco – ich wielkość jest ograniczona do 1,4 m/s<sup>2</sup> w celu zachowania komfortu jazdy pasażerów, zwłaszcza tych stojących w pojeździe. Nie ma więc obawy, że w najbliższych latach po wprowadzeniu większej liczby taboru nowej generacji wspólna z nimi eksploatacja tramwajów 105N może stwarzać problemy w organizacji ruchu (tabl. 3).

### Zakres modernizacji

Wagony typu 105N mają jednak wiele mankamentów wynikających z niektórych przestarzałych rozwiązań technicznych. Większość nich była sukcesywnie likwidowana w miarę produkcji kolejnych wersji tych wagonów, zwłaszcza z ostatnich lat. Ostatnia ich wersja, oznaczana 105N2k/2000, zawiera szczególnie dużo innowacji (fot. 1). W zamierzeniach miała być wzorem dla rozwiązań modernizacyjnych w starszych wagonach.

Bez wątplenia konstrukcja ostatnich wagonów typu 105N jest starannie dopracowana. Świadczy o tym bardzo wysoki wskaźnik dyspozycyjności tych wagonów – powyżej 0,9 oraz ich wysoka niezawodność poniżej 0,2 zjazdu na 10 tys. km. Wskaźniki te plasują nowe wagony na dobrym światowym poziomie.

Cena nowego wagonu wynosi około 1,4 mln zł. W opracowaniach na temat opłacalnego progu finansowego modernizacji pojazdów szynowych zakłada się, że koszt modernizacji nie powinien zasadniczo przekraczać 60% kosztu nowego pojazdu tej samej klasy. W przypadku wagonów 105N próg ten wynosiłby więc 840 tys. zł. Modernizacja z maksymalnie uzasadnionym technicznie jej zakresem według wzoru 105N2k/2000 byłaby zbliżona do tej kwoty.

Jednocześnie od wielu lat własne programy modernizacyjne opracowują także poszczególne przedsiębiorstwa komunikacji tramwajowej. Ich zakres jest sukcesywnie poszerzany w miarę rosnącej oferty podzespołów i materiałów ze strony przemysłu.

Obecnie kształtowały się 3 zasadnicze programy modernizacyjne różniące się między sobą zakresami.

#### 1. Modernizacja minimalna

Zasadniczo remonty wagonów ograniczają się głównie do odtworzenia zużytych i wyeksploatowanych podzespołów oraz elementów wyposażenia wnętrza. Z wagonów eliminuje się przede wszystkim elementy najbardziej zawodne, które wpływały na częste wyłączenia z ruchu. Są nimi zazwyczaj urządzenia elektryczne, m.in. przekładniki rozruchu (na nowe-



Fot. 1. Tramwaj 105N2k

Fot. A. Harassek

Tablica 1

### Liczba wyprodukowanych wagonów serii 102N i pochodnych

Rok	1967	1968	1969	1870	1971	1972	1973	1974
Ilość	1	1	25	138	126	142	133	108

Źródło: K. Dubiński, J. Karpiński, T. Igielski, K. Soida, D. Walczak: *Od Zakładów Wytwórczych do Alstom Konstal S.A. Łódź 1999.*

Tablica 3

### Porównania parametrów technicznych tramwaju 105N, NGd99, NGT-6 (do celów porównawczych uwzględniono pociąg złożony z dwóch wagonów typu 105N)

Typ wagonu	105N+105N	Citadis 100 NGd99	NGT-6
Producent	Konstal	Alstom Konstal	Bombardier Transportation
Producent aparatury elektrycznej	Woltan (Polska)	Alstom	Kiepe
Długość wagonu [m]	27 (2×13,5)	26,6	26,00
Liczba miejsc do siedzenia	40 (2×200)	49	82
Ogólna liczba miejsc	250 (2×125)	229	249
Masa własna tramwaju [t]	34 (2×17)	30	31,6
Liczba i moc silników	320 2×(4×40) siln. Lta220 lub 368 2×(4×46) siln. Ltd220	480 (4×120)	500 (4×125)
Rodzaj silników	prąd stały	asynch. prądu zmiennego	asynch. prądu zmiennego
Prędkość maksymalna [km/h]	70	80	70
Moc jednostkowa [kW/kg]	9,41/10,35	16	15,8

Tablica 2

### Liczba wyprodukowanych wagonów serii 105N i pochodnych

Rok	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Liczba	1	22	205	222	222	222	193	216	180	52	213	214	213	208	200	200	81	142	65	41	37	35	19	13	18	24	6	14	76

Źródło: K. Dubiński, J. Karpiński, T. Igielski, K. Soida, D. Walczak: *Od Zakładów Wytwórczych do Alstom Konstal S.A. Łódź 1999.*

go typu elektroniczne PER), elektromechaniczne regulatory napięcia (na elektroniczne typu RNE), przekaźniki zwłoczne itp. Instaluje się także przyciski do indywidualnego otwierania drzwi przez pasażerów. Coraz częściej montuje się nowe przetwornice statyczne zamiast zawodnych i o dużej emisji hałasu przetwornic maszynowych. Tych ostatnich eksploatowanych jest już 460 szt. Ich montaż jest niezbędny, jeżeli w tramwaju planowany jest montaż urządzeń pomocniczych wymagających zwiększonego poboru mocy, której nie jest już w stanie dostarczyć obecna przetwornica. Modernizowane jest ogrzewanie wagonu poprzez zastosowanie nowych nagrzewnic indywidualnych. Koszt takiej modernizacji i remontu kapitalnego waha się w granicach 200–300 tys. zł.

### **2. Modernizacja z zastosowaniem rozruchu impulsowego przy zachowaniu silników prądu stałego**

Tramwaj po takiej modernizacji jest jakościowo różnym pojazdem, a w wyniku eliminacji aparatury elektromechanicznej wzrasta jego niezawodność oraz zmniejszają się koszty jego bieżącego utrzymania. Zmniejsza się także energochłonność pojazdu. Cena takiej modernizacji, z dodatkowymi elementami z p. 1, wynosi około 500 tys. zł.

### **3. Modernizacja z zastosowaniem falowników i silników prądu przemiennego**

Efekty wynikające z takiej modernizacji są zbliżone do modernizacji z zastosowaniem choperów prądu stałego (p. 2). Koszt takiej modernizacji jest jednak znacznie wyższy niż w wariantcie 2.

Przyjęcie optymalnego zakresu modernizacji wagonów tramwajowych wynikać powinno ze specyfiki potrzeb danego operatora, lecz również z dostępności środków finansowych na realizację tego programu.

Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że modernizowane pojazdy będą jeszcze eksploatowane w 2015 r., a nawet w 2020 r. Szacunki opłacalności rozruchu impulsowego na pewno będą inne, gdyż cena energii elektrycznej będzie zdecydowanie wyższa niż obecnie.

Analizie powinien być poddany problem wykończenia wnętrza wagonów. Obecnie odtwarzane są one podczas remontów według tradycyjnej technologii sprzed kilkudziesię-

ciu lat, a więc użyciu na wykładziny ścian i sufitu płyt oraz listew do zakrywania szczelin między tymi płytami. Efekt estetyczny takiego rozwiązania nie jest najlepszy. Wielość listew, nierzadko powyginanych podczas montażu i skręcanych dużą liczbą nieosłoniętych wkrętów metalowych, razi coraz większe grupy pasażerów. Są to także elementy, które utrudniają mechaniczne mycie i czyszczenie. Warto więc przeanalizować, czy nie zastosować na szerszą skalę nowych materiałów, korzystając z doświadczeń z wagonów 105N2k/2000 i 116N. I tak większość elementów wyposażenia wnętrza podczas remontu wagonu nadaje się tylko do wymiany. Doświadczenia z modernizacji pasażerskich wagonów kolejowych wskazują, że dopiero zastosowanie nowych materiałów i technologii wykończenia wnętrza w sposób istotny poprawia estetykę wagonu, czyniąc go nowym w oczach pasażerów, i to niekoniecznie przy zwiększaniu kosztów remontu. Zmniejsza się przy takim rozwiązaniu także pracochłonności przy montażu wnętrza.

Do rozwiązania tego zagadnienia, a także jeszcze kilku innych, potrzebna jest jednak bez wątpliwości koordynacja działań przedsiębiorstw komunikacyjnych wykonujących remonty wagonów. Wspólne wypracowanie technologii montażu czy skoordynowane zamówienia elementów i podzespołów u producentów na pewno wpłynęłoby na obniżenie kosztów modernizacji.

Dobrym i trafionym przykładem modernizacji może być problem siedzeń dla pasażerów. W prawie wszystkich obecnie modernizowanych wagonach montowane są siedzenia pokryte tkaniną i bardziej estetyczne od stosowanych powszechnie od ponad 20 lat. Jeszcze kilka lat, gdy firma Taps dokonywała rewolucji wprowadzając na rynek pierwsze w Polsce siedzenia wandaloodporne, powątpiewano nie tylko o ekonomicznym sensie takiej modernizacji, ale i trwałości nowych siedzeń. Minęło już 5 lat, a siedzenia z tamtego okresu są w bardzo dobrym stanie technicznym i nie wymagały żadnych regeneracji. 7-letnia rekomendacja, jaką dawał wtedy producent, nie była pozbawiona podstaw.

W wielu modernizowanych wagonach montowane są napędy drzwiowe, bardziej niezawodne i lepiej spełniające wymogi bezpieczeństwa w zakresie ochrony pasażera przed przytrzaśnięciem przez drzwi. Standardem stają się także przyciski indywidualnego otwierania drzwi przez pasażerów na postoju.

Coraz powszechniej podczas modernizacji montowane są także przetwornice statyczne zamiast przestarzałych i awaryjnych oraz emitujących znaczny hałas przetwornic maszynowych. Po raz pierwszy wprowadziła je w 1993 r. na rynek krajowy łódzka Elta, później jako Zakład Aparatury Trakcyjnej Adtranz, a obecnie jeden z zakładów należących do grupy Bombardiera. Wyprodukował on do chwili obecnej ok. 300 przetwornic w ośmiu typach, pozostali producenci krajowi wyprodukowali: ENIKA – 169 szt., MEDCOM – 64, WOLTAN – 2.



Fot. 2. Pierwsze siedzenia wandaloodporne (Taps) zamontowane 4 lata temu nadal prezentują się nienagannie



Fot. 3. Najobszerniejszym w kraju programem modernizacji objęto 40 wagonów 805Na w MPK Łódź Sp. z o.o. Zastosowano m.in. impulsowy układ rozruchu i hamowania prądu przemiennego, przetwornicę statyczną, odbierak prądu, zmodernizowany wózek z wkładami gumowymi, tapicerowane siedzenia dla pasażerów, elektroniczną informację zewnętrzną i wewnętrzną dla pasażerów  
Fot. Ł. Stefańczyk, J. Raczyński

Niejako aspektem ekologicznym jest problem przekładni napędowych, w szczególności ich uszczelnień. „Znaczenie” przez tramwaje swoich szlaków, zwłaszcza miejsc postoju na przystankach, pozostającym olejem powoli przestaje być tolerowane przez służby miejskie i ekologów. Oferta nowych przekładni z Bumar-Łabędy wydaje się być więc na czasie. W minimalnym zakresie modernizacji powinien podlegać przynajmniej system uszczelnienie przekładni.

### Rozruch impulsowy – coraz mniej przeciw

W Polsce eksploatowanych jest około 150 pojazdów z rozruchem impulsowym, w tym roku przybywa ich po 10 miesięcznie. Eksploatowane są dwa rodzaje układów:

- a) z silnikami prądu stałego i choperami (*tts* 5/2001 i 6/2001),
- b) z silnikami prądu przemiennego i falownikami.

Chopery z silnikami prądu stałego montowane są od kilku lat we wszystkich nowych tramwajach typu 105N2k oraz w części modernizowanych tramwajów typu 105N i 805N w Warszawie, Łodzi, Będzinie, Chorzowie i Gdańsku. Wyposażone są w nie też tramwaje niskopodłogowe typu 112N, 114N i jeden tramwaj typu 116N.

W falowniki są wyposażone nowe tramwaje niskopodłogowe oraz 2 wagony typu 105Nz z 1998 r. – aparatura w nich pochodzi z importu. Napęd prądu przemiennego zastosowano także podczas modernizacji wagonów typu 805N w Łodzi (w planie 40 wagonów – wszystkie z aparaturą z importu) oraz 2 wagony typu 105N w Warszawie (aparatura krajowa – opis szczegółowy na dalszych stronach tego numeru *tts*).

Z danych tych wynika, że wprowadzanie energoelektroniki do napędu wagonów tramwajowych dopiero się zaczęło. Niepokojącym jest fakt, że jest to przedmiotem zainteresowań na razie tylko kilku przedsiębiorstw tramwajowych. Co prawda już w końcu br. prawie 25% wagonów tramwajowych w Warszawie będzie wyposażonych w układy impulsowego rozruchu, co na pewno będzie już zauważalne w rachunkach za energię elektryczną, ale jest to tylko jeden taki pozytywny przykład.

Modernizacja z zastosowaniem układów rozruchu (i hamowania) impulsowego wymaga dodatkowych nakładów finansowych. Zwrot tych nakładów może być kompensowany oszczędnościami na dalszej eksploatacji taboru. Zasadniczą korzyścią, jaką w takich analizach się wymienia jest możliwość zmniejszenia zużycia energii elektrycznej. Jednak dotychczasowe doświadczenia krajowe i zagraniczne wykazują, że rola tego czynnika w ocenie efektywności modernizacji z zastosowaniem układów rozruchu impulsowego jest zbyt eksponowana, w porównaniu z innymi możliwymi do uzyskania korzyściami.

W dotychczas zmodernizowanych tramwajach serii 105N oraz w tramwajach nowych typu 105N2k, wyposażonych w układy rozruchu impulsowego z silnikami prądu stałego, stwierdzono:

1. *Bardzo wysokie wskaźniki gotowości technicznej taboru.* Kształtują się one powyżej 0,9, przy średnich wskaźnikach dla tramwajów typu 105N w przedsiębiorstwach komunikacyjnych w granicach od 0,7 do 0,8.

Tak duża różnica oznacza, że na każde 100 tramwajów z łożyskami inwentarzewymi po modernizacji do ruchu byłoby uzdatnione dodatkowo minimum 10 pojazdów.

2. *Zaskakująca jest bardzo duża rozpiętość między tramwajami zmodernizowanymi a niezmodernizowanymi we współczynniku liczby zjazdów z powodu usterek technicznych na 10 tys. km: 0,2 do 2,0.*

Jeśli nawet przypisać to ogólnej poprawie stanu technicznego wozów po modernizacji, to należy wziąć pod uwagę, że awarie urządzeń elektrycznych stanowią blisko połowę wszystkich awarii, a praca dotychczas eksploatowanych w kraju impulsowych układów prądu stałego jest praktycznie bezawaryjna. Należy zwrócić też uwagę, że układ elektryczny tramwaju po takiej modernizacji jest zasadniczo inny jakościowo niż w tramwaju nie zmodernizowanym. Oprócz eliminacji elektromechanicznego rozrusznika i styczników, wprowadzone zostają dodatkowo systemy zabezpieczeń przed zwarciami i przeciążeniami oraz – co jest bardzo ważne – także przed przepięciami. Rozruch impulsowy prowadzony jest płynnie z precyzyjnie prowadzoną regulacją prądu rozruchowego. Ma to zasadnicze znaczenie dla trwałości silników trakcyjnych. Dotychczas w prawie 150 tramwajach z rozruchem impulsowym prądu stałego uszkodziły się tylko 4 silniki trakcyjne, a nie były to silniki nowe, tylko stare po regeneracji.

3. *Urządzenia rozruchu impulsowego są, a wynika to z dotychczasowej praktyki, praktycznie bezobsługowe.*

Przeciętny nakład robocizny na utrzymanie techniczne jednego wozu typu 105N w ciągu roku wynosi około 800 roboczogodzin, przy czym urządzenia elektryczne pochłaniają około 500 pracogodzin. Oszczędności, możliwe do uzyskania dla tych ostatnich, szacuje się nawet powyżej 50% obecnego nakładu pracy.

4. *Tramwaj po wprowadzeniu rozruchu impulsowego ma korzystniejsze parametry dynamiczne jazdy i hamowania (bardzo precyzyjne systemy detekcji poślizgu zestawów kołowych!).*

5. *Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej wynosi nawet 30%, bez uwzględniania jej rekuperacji do sieci trakcyjnej.*

Przy przeciętnych krajowych wskaźnikach zużycia energii elektrycznej w granicach od 1,7 do 2,2 kWh/km, roczne oszczędności dla jednego wozu wynoszą co najmniej 30 MWh. Są także możliwości poprawy tego dobrego już wyniku poprzez zapewnienie możliwości zwrotu energii do sieci i wykorzystania jej przez inne tramwaje. Teoretyczne obliczenia wskazują, że możliwe do uzyskania są oszczędności rzędu 26 do 36%, ale praktycznie zawierają się one w granicach 16 do 25%. Bardzo miarodajne są tu doświadczenia z miast czeskich: Pilzna i Liberecu. Całkowite oszczędności na zużyciu energii elektrycznej wyniosły tam nieznacznie ponad 50%.

Bardzo ważnym aspektem w rozważaniach nad efektywnością modernizacji z zastosowaniem rozruchu impulsowego jest koszt energii elektrycznej. Obecnie kształtuje się on na poziomie 0,20 zł/1 kWh, ale w przyszłości, nawet w krótkiej perspektywie, będzie na pewno wyższy. Co prawda w prasie pojawiają się informacje o możliwości obniżenia



Fot. 4. Międzygminna Komunikacja Tramwajowa Sp. z o.o. Łódź ma obecnie 35 tramwajów przegubowych typu 803N, ich modernizacja jest sukcesywnie prowadzona od 1997 r.

Do chwili obecnej zmodernizowano 9 wagonów (w tym dwa w 2001 r.), w trakcie modernizacji znajdują się dwa kolejne tramwaje; modernizacja jest prowadzona we własnych warsztatach MKT, w jej zakres wchodzi m.in.:

- zbudowanie od podstaw konstrukcji przodu i tyłu wagonu, odmiennej od oryginalnej
- wymiana wszystkich blach i obudowanie dachu blachą
- odpowiednie do potrzeb ruchu podmiejskiego zwiększenie liczby miejsc do siedzenia z 32 do 44 (wagon nr 22 ma 46 miejsc do siedzenia), przy czym montowane są siedzenia wandaloodporne, także na tylnym pomoście
- wymiana całej instalacji elektrycznej
- przeniesienie rezystorów rozruchowych na dach
- zmiana pantografu na jednoramienny (OTK-2)
- wyciszenie przetwornicy materiałami wygłuszającymi (obniżenie poziomu hałasu wewnątrz pojazdu o 19 decybeli), bądź montaż przetwornicy statycznej (dotychczas tylko w jednym tramwaju)
- montaż ogrzewania stopni wejściowych
- nowy (zmodernizowany) pulpit motorniczego
- montaż składanych sprzęgów (produkcji MPK Łódź we współpracy z Dellener Coup-lers)
- montaż przycisków otwierania drzwi dla pasażerów



Opracowanie i foto: Ł. Stefańczyk

ceny energii po prywatyzacji sektora energetycznego, ale nie należy ich brać poważnie, gdyż są one elementem medialnego lobbingu inwestorów zainteresowanych przejęciem przedsiębiorstw energetycznych. Cena energii elektrycznej w Polsce będzie się szybko zbliżać do cen energii w krajach UE. W sprywatyzowanej energetyce brytyjskiej jej ceny dla transportu miejskiego wynoszą 6 centów/1kWh (0,36 zł/1kWh). Ceny energii w krajach UE będą też rosły. Najnowsze opracowania, zlecone przez Komisję Europejską, wykazują, że obecne ceny energii są 3-krotnie zaniżone, gdyż nie pokrywają wszystkich kosztów strat ekologicznych spowodowanych jej produkcją. W perspektywie najbliższych lat energetyka, a więc także finalny odbiorca, będzie musiał je ponieść.



Fot. 5. Zmodernizowany w sierpniu br. tramwaj 105N z Tramwajów Warszawskich. Zastosowano w nim układ impulsowy rozruchu prądu stałego oraz najbardziej nowatorski i funkcjonalny w kraju pulpit sterowniczy motorniczego produkcji ZAE WOLTAN  
Fot. M. Stiasny

Gdyby dokonać zsumowania tych wszystkich korzyści, to możliwe jest uzyskanie już po 5 do 10 latach zwrotu poniesionych nakładów na modernizację. Średni koszt remontu głównego wagonu 105N wynosi obecnie 250 tys. zł. Kompletnie układy rozruchu impulsowego (2 chopery na jeden wagon, szafy sterownicze, pulpity) są obecnie oferowane na krajowym rynku po około 250 tys. zł na jeden wagon (według oferty Zakładu WOLTAN z Łodzi – IEI), przy czym duże zamówienia mogłyby wpłynąć na obniżenie ceny.

Układy z falownikami i silnikami prądu przemiennego kosztują około 380 tys. zł wraz z 4 silnikami (Zakład WOLTAN – IEI), są więc o około 50% droższe od układów prądu stałego. Doświadczenia wykazują, ich zastosowanie nie daje istotnej obniżki kosztów utrzymania w porównaniu z układami impulsowymi prądu stałego. Dodatkowo, ze względu na specyfikę działania falowników, ich sprawność jest przeciętnie do 10% niższa niż układów prądu stałego. Wybór układu z falownikami do modernizacji wynikać powinien z analizy ekonomicznej warunków charakterystycznych dla danego przedsiębiorstwa komunikacyjnego.

Ważnym aspektem w obliczeniach jest fakt, że realne ceny aparatury elektrycznej od wielu lat się obniżają.

Ważnym aspektem w obliczeniach jest fakt, że realne ceny aparatury elektrycznej od wielu lat się obniżają.

## Wnioski

Dotychczasowe doświadczenia w modernizacji wagonów tramwajowych wskazują, że przyjęty przynajmniej przez część przedsiębiorstw komunikacyjnych program jest słuszny. Zbyt małe przekonanie do zastosowania układów impulsowych w miejsce obecnych przestarzałych technicznie urządzeń elektrycznych powinno jednak zostać zmienione na podstawie rachunków ekonomicznych. Obecnie modernizowane pojazdy będą jeszcze eksploatowane nawet przez ponad 15 lat. Kwestię zwrotu poniesionych nakładów finansowych warto rozważyć w perspektywie długoterminowej. Wskazana byłaby też skoordynowana aktywność przedsiębiorstw komunikacyjnych w uzyskaniu preferencji przy przydziale środków na ten cel z funduszy proekologicznych.

Trzeba jednak zdać sobie sprawę, że modernizacje obecnego taboru nie oddala na dłuższy czas konieczności zakupu nowych wagonów. Wielkie zakupy taboru w latach 70. i 80. odbywały się przy aktywnej pomocy ze strony budżetu centralnego. Czy bez takiej pomocy możliwa jest wymiana obecnego taboru w najbliższych 20 latach? Wartość odtworzeniowa nowego taboru w miejsce obecnego wynosi blisko 10 mld zł. Jednocześnie trzeba wydać na modernizację obecnego taboru przynajmniej 700 mln zł. Pomoc państwa dla przedsiębiorstw komunikacji tramwajowej na świecie jest ciągle praktykowana. W silnie zliberalizowanej i sprywatyzowanej Wielkiej Brytanii budżet centralny finansuje ostatnie inwestycje tramwajowe w 75%.

Autor dziękuje prof. Z. Gizińskiemu i Z. Zamojskiemu za udostępnienie danych o energochłonności i awaryjności taboru tramwajowego.