

Artykuł udostępniony dzięki uprzejmości Pana Michała Szklarczyka.

HORYZONTY TECHNIKI

Nr 6

1969

Słyszysz się często pogląd, że tramwaj w warunkach współczesnego ruchu ulicznego jest wręcz reliktem XIX w., że powinien jak najprędzej zniknąć z ulic naszych miast, podobnie, jak to się dzieje za granicą. Rzeczywiście łatwo można wykazać postępujący proces likwidacji tramwajów, nawet na przykładzie Polski. Od kilku lat nie ma tramwajów w Inowrocławiu i Słupsku, w 1966 r. skasowano tramwaje w Olsztynie, a w 1967 r. w Wałbrzychu. Nie wiadomo, jak długo jeszcze będą w niektórych mniejszych miastach, jak np. w Jeleniej Górze, Legnicy, Grudziądzu, Gorzowie, Bielsku-Białej czy Elblągu, a nawet w Częstochowie — „najmłodszym” tramwajowym przedsiębiorstwie w Polsce.

Mimo tego dla wielu miast — i to największych — tramwaje są obecnie i na długo pozostaną podstawowym środkiem komunikacji zbiorowej. Tramwaje, eksploatowane w 17 miastach i aglomeracjach



Nowoczesne tramwaje (c. d.)

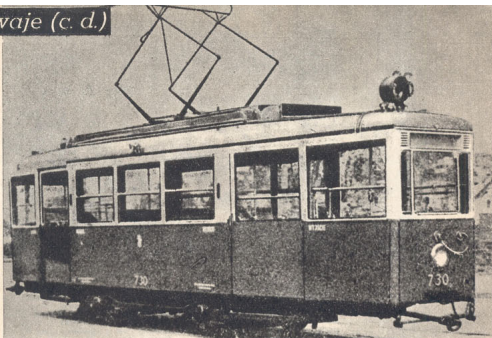
Zwiększenie pojemności wagonów pociąga za sobą zwiększenie wymiarów. Szerokość nowoczesnych wagonów nie przekracza jednak 2,5 m, a długość 15 m (co wynika z warunków tzw. wplatowania się wagonów nie przekracza jednak łączenie 2 lub 3 wagonów silnikowych w jeden pociąg (przy czym rzadko spotykane są już wagony doczepne bez silników) lub wprowadza się wagony przegubowe, zbudowane z 2 lub 3 ruchomych członów połączonych przegubami.

Do takich nowoczesnych wagonów tramwajowych należą wozy typu 13 N, produkowane od 1961 r. serijnie przez „Konstal” po zakończeniu produkcji wagonów N. Tramwaj 13 N (rys. 3) jest napędzany przez 4 silniki o mocy godzinnej po 41,5 kW, połączone w dwie równoległe grupy. Rozruch i hamowanie są dokonywane automatycznie za pomocą wielostopniowego rozrusznika bębnowego (rys. 4), mającego 75 stopni oporowych rozruchu i 19 stopni oporowe hamowania. Silniki są elastycznie zawieszone na wózkach, co w połączeniu z dobrym resorowaniem nadwozia i zastosowaniem wkładów gumowych w kołach zapewnia cichy i płynny ruch wagonu.

Tramwaj jest wyposażony w 3 niezależne układy hamulcowe: elektrodynamiczny i szczełkowy służą do normalnego hamowania eksploatacyjnego, a hamowanie wypadkowe można przeprowadzić przez uruchomienie dodatkowego hamulców szynowych (rys. 5). Są to zawieszane na ramie wózka, bezpośrednio nad główką szyny, elektromagnesy, których nabiegunkniki stanowią jednocześnie kłocki hamulcowe. Elektromagnes jest przyciągany do szyny z siłą rzędu 8000 kg, pomiędzy szyną a nabiegunknikiem powstaje więc silne tarcie, zapewniające skuteczne hamowanie.

Motorniczy steruje wagonem za pomocą 3 pedałów: lewą nogą stale wciśniętą „czuwał”, a prawą uruchamia, zależnie od sytuacji ruchowej, pedał jazdy lub pedał hamowania. Im głębiej zostanie wciśnięty pedał jazdy (hamowania), tym większe będzie przyspieszenie (opóźnienie hamowania). Przy wciśnięciu pedału hamowania do końca, włączają się hamulce szynowe. Pedał bezpieczeństwa, „czuwał”, ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa, np. w wypadku załamania motorniczego. Zwolnienie tego pedału powoduje natychmiastowe włączenie hamulców tramwaju. Wagon jest ogrzewany ciepłym powietrzem wdmuchiwany do wnętrza przez szczeliny w kanale ogrzewczym. Źródłem ciepła są oporniki rozrusznikowe. Powietrze czerpane przez wentylatory z zewnątrz wagonu jest kierowane do rozrusznika, a następnie do kanałów ogrzewczych, znajdujących się między ścianami bocznymi i podłogą. Latem ogrzane powietrze odprowadza się na zewnątrz wagonu.

Hamulce szynowe i szczełkowe, oświetlenie wagonu, mechanizm napędowy drzwi (wagon ma troje drzwi), są zasilane z oddzielnego



Rys. 1. Wagon tramwajowy typu N

układu prądu stałego o napięciu 40 V, uzyskiwanego z przetwornicy, współpracującej z baterią akumulatorów.

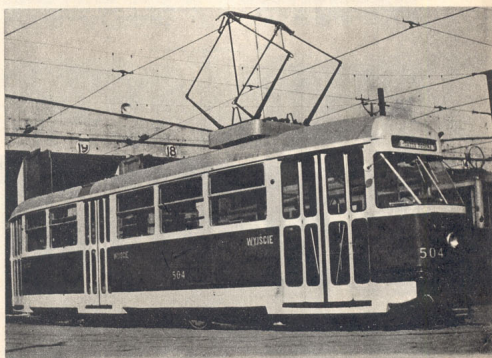
Wagony 13 N mogą być łączone w pociągi 2-wagonowe. Sprężenie pozwala na prowadzenie przez jednego motorniczego pociągu o pojemności 230 pasażerów przy zachowaniu wszystkich parametrów ruchowych pojedynczego wagonu (patrz tablice).

Podstawowym parametrem ruchowym, świadczącym o jakości pojazdu, jest prędkość komunikacyjna (z uwzględnieniem wszystkich postojów na trasie z wyjątkiem przerw na krańcach linii). Wagony 13 N mogą uzyskać prędkość komunikacyjną 20 km/h, nawet w trudnych warunkach przy dużym natężeniu ruchu

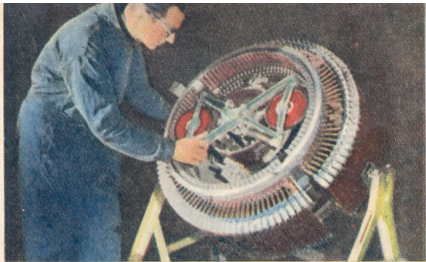
ulicznego i stosunkowo niewielkich odległościach między przystankami, wynoszących np. w Warszawie około 500 m. W tych samych warunkach pociągi typu N osiągały prędkość 15 km/h. Wskutek większej o 25–30% prędkości komunikacyjnej i większej pojemności, pociąg 13 N + 13 N zastępuje w praktyce 1,6 pociągu N + ND.

Wysokie parametry ruchowe wagonów 13 N pociągają za sobą jednocześnie wzrost zużycia energii o ok. 50% w stosunku do starego taboru licząc na tonokilometr.

Rys. 2. Zmodernizowany wagon typu N zbudowany przez MPK w Poznaniu



Wpisany przez Omni-Bus
niedziela, 23 listopada 2014 19:25 - Poprawiony poniedziałek, 12 sierpnia 2019 21:59



Rys. 4. Rozrzuśnik wagonu 13 N

Zachodzi więc konieczność odpowiedniej rozbudowy układu zasilania (podstacje trakcyjne, kable). Te i inne czynniki wpływają na znaczne zwiększenie kosztów eksploatacji tramwajów.

Wagony 13 N są eksploatowane w zasadzie tylko w Warszawie, gdzie ich liczba w końcu 1968 r. wyniosła ponad 700, stanowiąc już podstawowy typ tramwajów w stolicy. Dostarczane od kilku lat wagony nie odznaczały się jednak dobrą jakością, co przy trudnościach zapewnienia właściwej konserwacji i remontów było przyczyną licznych wad, tak dotkliwie odczuwanych przez pasażerów.

Do takich wad wagonów 13 N należą np. niewłaściwie zaprojektowane otwory wentylacyjne, które w lecie przepuszczają do środka wagonu gorące powietrze przez nieuszczelnione klapy. Wentylacja wagonu odbywa się w sposób naturalny przez częściowo otwarte okna, drzwi otwierane na przystankach oraz przez szczelnie wentylacyjną między sufitem a ścianami bocznymi. Wymyślniejsze z praktyki, że w lecie wentylacja taka jest mało skuteczna, nawet wtedy, gdy z kanałów ogrzewczych nie przedostaje się ciepłe powietrze do środka. Dobre przewietrzanie wagonu można by uzyskać przez wprowadzenie wentylacji wymuszonej lub nawet przez wykonanie odchylanych klap na dachu wagonu, podobnie jak to jest w autobusach.

Tramwaj 13 N jest bardzo często nazywany cichobielnym, jednak wentylatory przetwornicy oraz przekładnie napędowe wywołują hałas większy o 2-3 dB niż w starym taborze. Podczas jazdy

z prędkością 20 km/h na wydzielonym torowisku natężenie hałasu wewnątrz wagonu sięga 80 dB, natomiast hałas przy przejeździe przez łuki i rozjazdy jest mniejszy niż wagonów typu N. Do wad tramwajów 13 N należy również niedostateczne oświetlenie wnętrza, wynikające z niskiej sprawności zastosowanych opraw.

Znacznie poważniejsze są jednak inne wady tramwaju 13 N, a mianowicie czę-

Tablica 1. Parametry techniczne wagonów tramwajowych

Typ wagonu	Ciężar własny t	Liczba miejsc		Liczba słupków	Moc podziwna kW
		siedzących	stojących całkowita		
N	12,5	14	67	82	2
ND	9,5	16	79	85	—
13 N	17,3	21	84	115	4
13 NS	17,5	21	86	117	4
13 NSD	17,6	22	103	125	4
14 N	16,9	21	86	117	4
14 ND	14,1	21	105	126	—
102 N	23,5	20	160	190	4

ste uszkodzanie się poszczególnych elementów wagonu, zwłaszcza aparatury elektrycznej oraz trudności sprzęgania w podjazd. Każda para wagonów musi mieć specjalnie dobrane i regulowane przekładnie, a układ sterowania często się rozregulowuje, co powoduje między

innymi silne szarpnięcie przy hamowaniu. Zła jakość wagonów 13 N przejawia się w dużej liczbie zjazdów uszkodzonych wagonów z trasy. Degradacja to normalny ruch tramwajowy, co szczególnie dotkliwie odczuwają oczekujący na przystankach pasażerowie. W polisie 1967 r. każdy wagon zjeżdżał z trasy przeciętnie 7 razy na miesiąc.

Te wszystkie czynniki, a szczególnie częste uszkodzenia oraz związane z nimi wzrost kosztów i przeciążenie napraw spowodowały zwiększenie kosztów eksploatacji wagonów 13 N. Kłóre liczone na 1 miejscokilometr są o ok. 30% większe od kosztów taboru N.

Szereg przedsięwzięć, podjętych w ostatnich 7 latach przez przemysł i użytkowników, przyczynił się do znacznej poprawy, tak że średnia liczba zjazdów na 1 wóz zmniejszyła się w końcu 1968 r. do 2,5 raza na miesiąc.

W celu zmniejszenia częstotliwości uszkodzeń rozrzuśnika powodujących 25-30% wszystkich zjazdów, opracowano i wykonano w MZK Warszawa i WPK Katowice konstrukcję wagonów narzawnych 13 NS, opartą na części mechanicznej wagonów 13 N (ten, wyglądają one tak samo jak wagony na rys. 4, p. 104), ale mającą uproszczony układ elektryczny bez rozrzuśnika komutatorowego. Wagon stycznikowy ma rozrząd za pomocą indywidualnych styczników, sterowanych nastawnikiem jazdy i hamowania, uruchamianym ręcznie przez motorniczego. Przy stopniowym obracaniu nastawnika

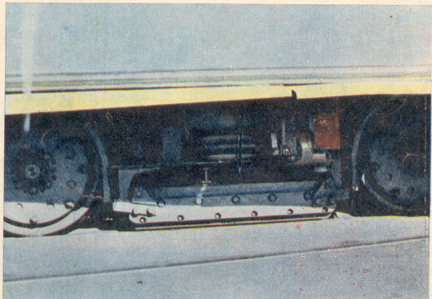
jazdy zamykają się odpowiednie styczniki zwiernające kolejne sekcje opornika rozruchu, aż do jego całkowitego wyeliminowania. Układ 13 NS jest więc niesamoznaczny, ma mniejszą liczbę stopni rozruchowych (20) niż wóz 13 N i wymaga większych umiejętności jazdy od motorniczych.

Zakłady „Konstal” zbudowały według rozwiązania MZK Warszawa 3 podjazdy z prototypowych wozów 13 NS (wagon doczołpny jest wyposażony w silniki trakcyjne, stanowi tzw. doczołp, czyni i jest oznaczony symbolem 13 NSD).

W wyniku badań technicznych i eksploatacyjno-ruchowych, wykonanych przez Instytut Elektrotechniki i Instytut Gospodarki Komunalnej, stwierdzono, że wagony 13 NS są zbliżone do parametrów wozów 13 N, wyeliminowane urządzenia automatycznego rozrządu oraz niektórych innych aparatów stworzyło możliwości zmniejszenia litry uszkodzeń. Dotychczasowe wyniki próbnej eksploatacji wskazywały na większą pewność ruchową wagonów 13 NS oraz niższe koszty konserwacji wjazdów i napraw sporadycznych. Łączny koszt robocizny i materiałów jest dla wagonów stycznikowych o ponad 50% niższy od wozów 13 N.

Badane tramwaje 13 NS wykazują niestety jeszcze szereg wad wynikających zarówno z wadliwych rozwiązań adaptowanych z wagonu 13 N, jak i z zastosowanego typu rozrządu. W szczególności istnieją obawy przeciążenia silników trakcyjnych. Przy hamowaniu brak i napięcie mogą tu bowiem osiągnąć większe wartości niż w wozach 13 N. Jednocześnie przy hamowaniu wagon może wpadnąć w poślizg, niebezpieczne jest więc wyposażenie go w urządzenie likwidujące automatycznie poślizg lub przynajmniej sygnalizujące ten niebezpieczny stan.

Rys. 5. Hamulce szynowe



Rys. 8. Wagon przegubowy zbudowany przez MZK w Warszawie

Zakłady „Konstal” wykonały ponadto prototypy wozu typu 14 N z rozrzesieniem bezpośrednim za pomocą nastawnika ręcznego (stosowanego poprzednio w wagonach typu N) i doczepki biernej 14 ND (bez silników), dwa wagony zbudowano na podstawie części mechanicznej i elektrycznej wozów 13 N. Rozwiązanie takie miało na celu sprawdzenie możliwości maksymalnego uproszczenia układu elektrycznego oraz zastosowanie prostego wagonu doczepnego w celu uzyskania jak najniższych kosztów eksploatacji. Badania wagonów prototypowych wykazały jednak, że takie rozwiązanie na szereg powstających wad. W szczególności nastawnik nie wytrzymał obciążenia prądowego, występujących przy sprzężeniu wagonu silnikowego z doczepką.

Utworzenie pociągu złożonego z wagonu silnikowego z rozrzesieniem nastawnym bezpośrednim i wagonu doczepnego jest możliwe przez wprowadzenie stosunkowo niewielkich zmian w wagonie stycznikowym. Pociąg w składzie 13 NS + 14 ND o dużej zdolności przemieszczania będzie miał parametry ruchowe zbliżone do parametrów pociągów 13 N ND (prędkość komunikacyjna do 17 km/h) przy większym komfortie i bezpieczeństwie jazdy. Próbę takiego pociągu będą przeprowadzone w 1969 r.

Uwaga: W tabeli 1 zestawiono główne dane techniczne wagonów tramwajowych produkowanych lub dopiero badanych w Polsce, a w tabl. 2 – podstawowe parametry techniczno-ruchowe pociągów złożonych z tych wagonów. Podane wartości przypisano rozruchowi i opóźnieniu hamowania należy traktować jako orientacyjne.

W tabeli 1 zestawiono główne dane techniczne wagonów tramwajowych produkowanych lub dopiero badanych w Polsce, a w tabl. 2 – podstawowe parametry techniczno-ruchowe pociągów złożonych z tych wagonów. Podane wartości przypisano rozruchowi i opóźnieniu hamowania należy traktować jako orientacyjne.

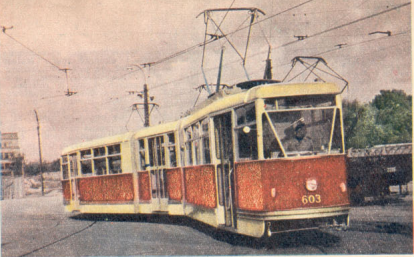
Rys. 1. Prototyp wagonu przegubowego typu 102 N (nadwozie wg projektu Instytutu Wniosków Transportu Ściśniętego)

5

HT 6/69

Ważne uwagi dotyczące tabeli 1 i 2:

- Tabela 1: Parametry techniczne wagonów tramwajowych. Wskazano na brak danych ruchowych dla niektórych typów (np. 102 N, 102 N + 102 N).
- Tabela 2: Parametry techniczne pociągów tramwajowych. Wskazano na brak danych ruchowych dla niektórych typów (np. 13 NS + 13 NSD, 13 NS + 14 ND).
- Wskazano na konieczność uwzględnienia warunków eksploatacyjnych (np. stan szyn, warunki atmosferyczne) przy ocenie parametrów.



tacyjne. Nawet bowiem dla wagonów z rozrzesieniem automatycznym wielkość ta zależy od wielu nieporównywalnych czynników, takich jak napięcie sieci, stan szyn, warunki atmosferyczne itp. Dla wagonów z rozrzesieniem ręcznym parametry ruchowe zależą ponadto w największym stopniu od umiejętności jazdy motorniczego.

Są to średnie wartości średnie, dla 188 pasażerów, przyjmuje się bowiem po 68 kg na 1 pasażera.

Jaki jednak będzie wagon tramwajowy na najbliższą przyszłość? Dla Warszawy sprawą jest już przesądzona – będzie to w zasadzie wózy 13 N o lepszej niewątpliwie jakości zasadniczych elementów wykonania. Dotychczasowe energetycznego układu zasilania w Warszawie do warunków nowoczesnego ta-

Tabela 1. Parametry techniczne wagonów tramwajowych

Skład pociągu	Calkowita liczba miejsc	Udział miejsc siedzących	Ciężar pociągu z pasażerami	Moc silników na jednostkę ciężaru łącznego	Prędkość maksymalna	Przyspieszenie	Opóźnienie hamowania		Uwagi
							eksploatacyjne	wypadkowe	
N + ND	170	18,0	34,5	2,2	30	0,6	0,8	1,3	
13 N	110	18,2	30	6,2	60	1,0	1,0	2,2	
13 N + 13 N	220	18,2	30	6,2	60	1,0	1,0	2,2	
13 NS + 13 NSD	240	17,5	30,2	6,4	65	1,0	1,0	2,3	
13 NS + 14 ND	240	17,5	30,2	6,4	65	1,0	1,0	2,3	
102 N	190	15,8	35,8	4,6	35	0,65	0,9	2,0	brak danych ruchowych wg założeń
102 N + 102 N	380	15,8	71,0	4,6	35	0,65	0,9	2,0	

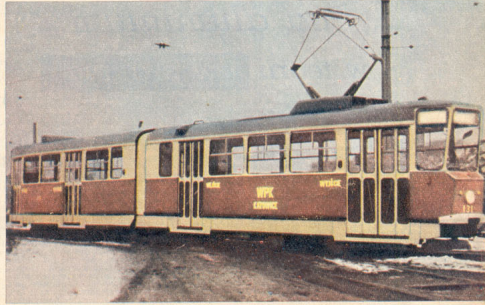
Dla odcinków miejskich poza Warszawą, gdzie nie jest przewidywana wymiana taboru i gdzie wobec tego dopuszczalne są nieco niższe parametry ruchowe, pociąg 13 NS + 14 ND może być traktowany jako alternatywa w stosunku do tramwaju przegubowego. Pierwszy taki wagon w Polsce został zbudowany przez kilka laty przez MZK w Warszawie. Obecnie „Konstal” przygotowuje do produkcji typów wagonów przegubowych, oznaczonych symbolem 102 N (rys. 8). Jest to również rozwiązanie stycznikowe, niesamoczynne, o liczbie stopni rozruchu i hamowania zbliżonej do wozu 13 NS. Właściwości techniczne wagonu 102 N są więc zbliżone do właściwości wozu 13 NS, parametry ruchowe są jednak niższe, względu na mniejszą moc silników w odniesieniu do ciężaru wozu.

Obecnie w probach znajduje się prototyp wagonu 102 N (rys. 1), który powinien mieć lepsze parametry ruchowe. Już w najbliższym czasie zostanie oddana do eksploatacji (głównie dla GOP) pewna liczba wagonów przegubowych 102 N. Zostaną zbudowane również prototypy wagonów 102 N w wagonoszy dla Łódzkiego, Bydgoskiego. Rozpoczęto ponadto prace nad ustatkowaniem wymagań i założeń, przyszłościowego taboru tramwajowego, a właściwie taboru szybkiej komunikacji szynowej w miastach i aglomeracjach.

W tabeli 1 zestawiono główne dane techniczne wagonów tramwajowych produkowanych lub dopiero badanych w Polsce, a w tabl. 2 – podstawowe parametry techniczno-ruchowe pociągów złożonych z tych wagonów. Podane wartości przypisano rozruchowi i opóźnieniu hamowania należy traktować jako orientacyjne.

ścisłości należy określać, jakieś predkości dotyczą, na przykład dla pociągów 13 NS + 13 NSD przypieszenie rozruchu od chwili ruszenia do osiągnięcia przez pociąg prędkości 10, 30 i 30 km/h wynosiło odpowiednio 1,30, 1,20 i 0,80 m/s² dla pociągów bez ciężarówki oraz 1,30, 0,80 i 0,60 m/s² dla pociągów obciążonych ciężarówką 11 t, co odpowiadałoby licznemu

boru (przewiduje się, że łączna moc 38 podziałek trakcyjnych będzie wynosiła ok. 110 MW) i wyeliminowanie starego taboru pozwoli na pełne wykorzystanie parametrów ruchowych wozów 13 N i ich dużej zdolności przemieszczania. Dla innych miast będą produkowane albo wagony przegubowe 102 N, albo pociągi 13 NS + 14 ND. Nie należy sądzić,



Rys. 1. Prototyp wagonu przegubowego typu 102 N (nadwozie wg projektu Instytutu Wniosków Transportu Ściśniętego)

że zlikwidowanie samoczynnego rozruchu jest krokiem wstecz na drodze naprawy. Będzie można bowiem w przyszłości wprowadzić w tych wagonach bezstykowe sterowanie tramwaju oparte na układach logicznych z elementami półprzewodnikowymi. Pozwalałoby na wykonanie układów regulacyjnych o bardzo dużej czułości i nieszkodliwej pracy.

W laborze przyszłościowym będzie możliwe zastosowanie trykotów dużej mocy i zastąpienie klasycznych oporowych układów rozruchu i hamowania układami impulsowymi. Układy takie praktycznie nie wymagają konserwacji, rozruch odbywa się bez strat energii w oporach, a podczas hamowania możliwy jest zwrot energii do sieci trakcyjnej.

Ostateczny wybór typu taboru tramwajowego nie jest sprawą łatwą i nie może być dokonany w sposób pośpiesz-

ny i bez szczegółowego uzasadnienia technicznego i ekonomicznego. Należy bowiem pamiętać, że przy „długowieczności” tramwajów, wagony produkowane w najbliższych latach są również i znaczna część wagonów eksploatowanych obecnie) będą kursowały po ulicach miast jeszcze w 2000 roku, w centrum miast – na pewno w tunelach.

Wydaje się, że można patrzeć w przyszłość komunikacji tramwajowej z pewnym optymizmem, większym niż pozwalaby na to dotychczasowe doświadczenia. Warto jednak zwrócić uwagę na to, że fachowcy zagraniczni bardzo często znacznie korzystniej oceniają plan komunikacji miejskiej w Polsce niż nasi specjaliści i pasażerowie. Znamienna jest np. opinia zachodnioniemieckiego czasopiśma „Der Stadtverkehr” (1968, nr 11/12). Obszerny artykuł o komunikacji w Warszawie kończy się słowami: „W ten sposób Warszawa w 20 lata po wojnie zakończyła odbudowę sieci ko-

munikacyjnej. Nie ma wątpliwości, że wysiłki opłaciły się, nawet jeżeli jakość komunikacji szynowej w stolicy pozostawia jeszcze wiele do życzenia. Na jednego mieszkańca (1 230 000) przypada 1338 przejazdów mniejszymi środkami komunikacji – liczba, której nie osiągała żadne inne przedsiębiorstwa w Europie. Dlatego do codziennego obrachu jeszcze dzisiaj należy przepiękne środki komunikacji. Zasadnicze zmniejszenie problemów komunikacyjnych polskiej stolicy może przynieść budowa kolej podziemnej. Dyskutowana już od lat. Należy jednak wyrazić uznanie dla dotychczasowych osiągnięć. Przy dużym udziale torowisk wydzielonych i nowoczesnym laborze, warszawskie przedsiębiorstwo komunikacyjne awansowało do szeregu grup przedsiębiorstw europejskich. Godne uwagi osiągnięcia od 1945 r., kiedy to warszawska komunikacja miejska praktycznie nie istniała”.

Mgr inż. JERZY OSTASZEWICZ