

Jacek MAKUCH

Politechnika Wrocławska

KONSTRUKCJE TOROWISK TRAMWAJOWYCH STOSOWANYCH WE WROCŁAWIU OD POCZĄTKU LAT 90-TYCH

Streszczenie

W referacie dokonano przeglądu konstrukcji i technologii wykonania torowisk tramwajowych stosowanych we Wrocławiu od początku lat 90-tych. W wyniku przeprowadzonej analizy porównawczej wykazano znaczne różnicowanie rozwiązań torowisk wbudowanych w jezdnię. We wnioskach wskazano na konieczność poddania rozpatrywanych konstrukcji badaniom terenowym, laboratoryjnym i analizom teoretycznym w celu wybrania najkorzystniejszych rozwiązań.

1. WSTĘP

Komunikacja tramwajowa stanowi podstawę systemu komunikacji zbiorowej miasta Wrocławia. Jej prawidłowe funkcjonowanie w znacznym stopniu zależy od stanu torowisk tramwajowych; dlatego problem ich właściwego utrzymania i napraw jest tak ważny. Do końca lat 80-tych wrocławskie Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne prowadziło działalność naprawczą i utrzymaniową w zakresie torowisk tramwajowych głównie przy pomocy własnego Zakładu Torowego, stosując wypracowane przez siebie i sprawdzone rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne, zaspokajając występujące potrzeby remontowe. Od początku lat 90-tych zakres środków przeznaczanych na remonty torów z roku na rok ulegał ograniczeniu, w efekcie czego proces dekapitalizacji torowisk tramwajowych prześcignął tempo dokonywanych remontów. Pojawiła się potrzeba stosowania nowych, trwalszych rozwiązań. W 1993 roku część kompetencji obejmującą remonty kapitalne przeniesiono do powołanego Zarządu Dróg i Komunikacji pozostawiając w MPK jedynie utrzymanie i naprawy bieżące. Wejście w życie ustawy o zamówieniach publicznych w roku 1995 narzuciło na ZDiK obowiązek rozstrzygania wyboru projektanta i wykonawcy na zasadzie przetargu. Zmiany te sprzyjały pojawianiu się nowych, konkurencyjnych względem siebie rozwiązań. Proces ten był stymulowany jeszcze conajmniej trzema innymi bodźcami: wzorowaniem się na rozwiązaniach zachodnich, gdzie komunikacja tramwajowa przeżywa obecnie swój renesans, dążeniem do ograniczenia emisji drgań i hałasu (aspekt ekologiczny) oraz zainteresowaniem producentów (np. Preftor, Polimer) promocją i sprzedażą swoich produktów i rozwiązań.

2. ROZWIĄZANIA TRADYCYJNE

2.1 Torowiska wbudowane

W drugiej połowie lat 60-tych wrocławskie MPK przy współpracy z Zakładem Kolei Politechniki Wrocławskiej opracowało optymalny model konstrukcji toru wbudowanego w

jezdnię. W rozwiązaniu tym podbudowę stanowiła płyta betonowa o grubości 20 - 30 cm, na której układano szyny 180W lub S i łączono poprzeczkami stalowymi. Po geodezyjnym wyregulowaniu położenia szyn podpartych tymczasowo drewnianymi klinami wykonywano pod ich stopkami trapezowe ławy o grubości minimalnej 6 cm z grysów otaczanych asfaltem. Szyn nie kotwiono do podbudowy. Zabudowę śródtorza i międzytorza stanowiły prefabrykowane płyty żelbetowe o wymiarach 132 × 107 × 12 cm spoczywające na podsypce cementowo-piaskowej, dolnymi krawędziami zaś na stopkach szyn, przykryte od góry warstwą lanego asfaltu o grubości 3 - 5 cm. Po zewnętrznych stronach torowiska wykonywano przy szynach rolkę z podwójnej kostki kamiennej, która graniczyła z asfaltobetonową lub kostkową nawierzchnią drogową. Według tej technologii przeprowadzono większość remontów torowisk wbudowanych w jezdnię w latach 70 i 80-tych (z ostatnio wykonanych w 1989 roku: ul. Legnicka, Sienkiewicza, Grodzka), dlatego w dalszej części referatu rozwiązanie to będziemy nazywać **klasycznym**.

W miejscach ograniczenia wysokości konstrukcyjnej nawierzchni do niezbędnego minimum (np. na mostach) asfaltobetonowe ławy podszytowe zastępowano niższymi podlewkami z mastyksu o grubości 3 - 5 cm. W miejscach torowisk wbudowanych, nie prowadzących ruchu kołowego żelbetowe płyty zabudowy układano na grubszej warstwie podsypki cementowo-piaskowej, doprowadzając ich górną powierzchnię do poziomu główki szyny (ul. Grabiszyńska od pl. Pereca ul. Stalowej - 91).

Niekotwienie szyn do podbudowy miało zapewnić korzystniejszy - ciągły, a nie punktowy model zamocowania szyny, stało się jednak w połączeniu z szybką degradacją ław asfaltobetonowych główną przyczyną niskiej trwałości torowiska, dlatego pod koniec lat 80-tych podszytowe ławy z asfaltobetonu zaczęto zastępować betonowymi (ul. Krakowska - 89, Osobowicka - 90, Pułaskiego - 91), co spowodowało z kolei wzrost hałaśliwości konstrukcji.

Równoległe do tych modyfikacji rozpoczęto we Wrocławiu wdrażanie prefabrykowanej płyty tramwajowej **PPT** (rozwiązania według projektu mgr inż. W. Ptasznika). Po raz pierwszy wykonano tą technologią w 1987 roku remont torowiska na ul. Jedności Narodowej. Prefabrykowane płyty żelbetowe układano na warstwie wałowanego piasku o grubości 15 - 20 cm. W kanałach szynowych płyt umieszczano szyny rowkowe połączone poprzeczkami (co 3 m), spoczywające w strefach podparcia (co 1,5 m) na stalowej podkładce żebrowej PT180 przymocowanej do płyty śrubami hakowymi z pierścieniem sprężystym i nakrętką. Szynę do podkładki żebrowej mocowano akcesoriami typowymi dla nawierzchni kolejowej: śrubą stopową z pierścieniem sprężystym i nakrętką poprzez łapkę Lp2. Między szyną a podkładką żebrową umieszczano przekładkę topolową, a pod podkładką żebrową - z drewna twardego. Poza strefami kotwienia wykonywano podlew bitumiczny pod stopką szyny. Kanały szynowe w płytach wypełniano chudym betonem do poziomu górnej powierzchni płyty, a następnie układano nawierzchnię z betonu asfaltowego. Metodą tą wykonano we Wrocławiu znaczną ilość remontów torowisk: ul. Curie-Skłodowskiej (88), Nowowiejska i Piastowska (89), Reymonta (90), Trzebnicka (91). Niestety dość szybko ujawniła ona swoje wady: lokalne zapadnięcia toków szynowych, znaczny hałas, wykruszanie się asfaltu w strefie przyszynowej. Mimo prefabrykacji była to metoda czasochłonna i pracochłonna oraz kosztowna, dlatego zaprzestano jej stosowania. Ostatnie jej wykorzystanie miało miejsce podczas remontu ul. Chrobrego w 1993 r. na odcinku od pl. Powstańców Wlkp. do ul. Jagiellończyka, gdzie podkładki z drewna zastąpiono gumowymi, natomiast podlewki bitumiczne w strefach poza podporami - gumową taśmą podszytową grubości 2 cm.

Znacznie poważniejszą modyfikacją technologii PPT był remont torowiska wzdłuż ul. Curie-Skłodowskiej, przeprowadzony w 1996 r. przez MPK, gdzie zastosowano rozwiązanie wzorowane na konstrukcji torowiska z Sheffield w Anglii. Szyny z komorami łukowymi zabudowanymi prefabrykowanymi bloczkami, zalane żywicą poliuretanową w korytkach z

blachy 3 mm ułożono w kanałach szynowych płyt PPT i zabetonowano. Korytka posiadały po bokach stalowe wąsy, do których przed zabetonowaniem przyspawano podłużne pręty (kotwienie korytek w betonie). Nawierzchnię stanowiła warstwa asfaltobetonu. W wyniku modernizacji nastąpiła zmiana modelu podparcia i zamocowania z punktowego na ciągły oraz całkowita eliminacja połączeń śrubowych.

Do konstrukcji klasycznej powrócono z kolei w roku 1995 przy okazji remontu torowiska w ul. Ruskiej i Mikołaja. Zakres remontu był tym razem dużo większy, obejmował wykorytowanie wykopu do głębokości ok. 0,75 m, ułożenie nowej warstwy odcinającej z piasku (15 cm), następnie podbudowy dolnej z tłucznia (15 cm) oraz górnej z betonu B25 (25 cm). Pod szynami wykonano podlewkę z lanego asfaltu (3 cm), szyn nie kotwiono. Zabudowę wykonano z betonu B15 (9 cm), a nawierzchnię z asfaltobetonu grubo- i średnioziarnistego (5 cm + 4 cm).

2.2 Torowiska wydzielone

W zakresie torowisk wydzielonych standardem była nawierzchnia na podkładach drewnianych i warstwie podsypki grubości 20 cm. Warstwę filtracyjną stosowano jedynie w przypadkach nieprzepuszczalnego podłoża. Na podkładach układano szyny S42 lub S49 za pośrednictwem kolejowego przytwierdzenia typu "K" albo tramwajowe 180W lub S bezpośrednio bez podkładek żebrowych, przytwierdzone do podkładów po obu stronach stopek szyn jedynie wkretami. W 1965 roku po raz pierwszy zastosowano podkłady żelbetowe (belkowe i blokowe) jednak do czasu umieszczania w nich dybli drewnianych nie zyskały one popularności. Od momentu pojawienia się podkładów strunobetonowych były one stosowane (przeważnie INBK4 i PBS1) jednak na trasach położonych z dala od zabudowy mieszkaniowej.

3. ROZWIĄZANIA NOWATORSKIE

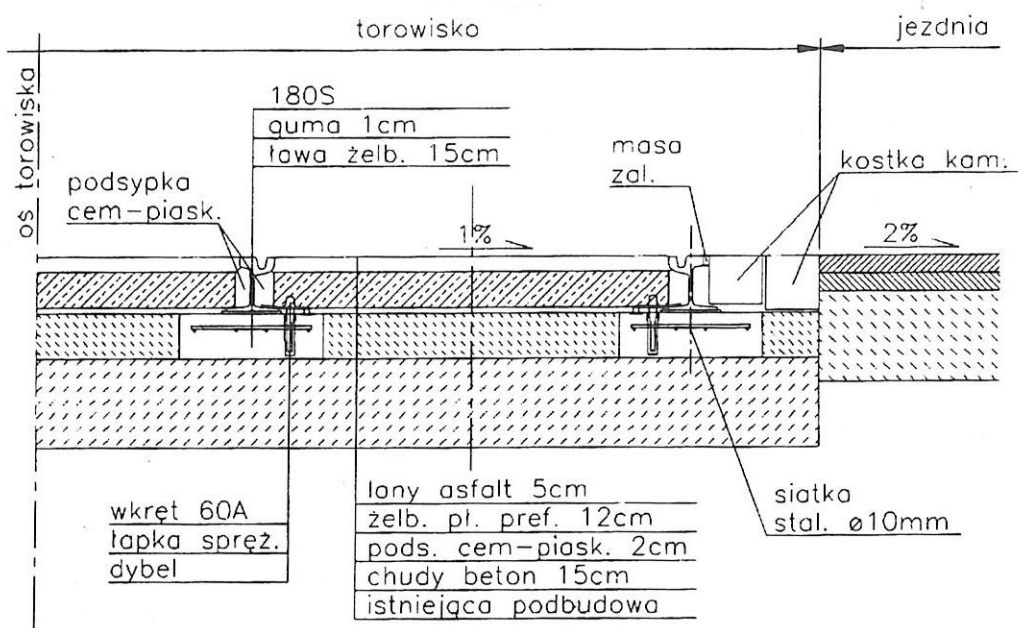
3.1 Torowiska wbudowane

Pierwszą konstrukcją odbiegającą od rozwiązań przedstawionych w punkcie 2.1 była nawierzchnia zastosowana podczas remontu ul. **Sądowej** w 1992 r (rys.1). Nowymi elementami nawierzchni tramwajowej były tu:

- gumowa taśma podszynowa, szerokości 20 cm i grubości 1 cm,
- łapki sprężyste specjalnej konstrukcji, opierające się z jednej strony na stopce szyny, z drugiej zaś na betonie ławy,
- ławy betonowe w strefie podszynowej, zbrojone siatką z prętów $\varnothing 10$, z umieszczonymi podczas betonowania dyblami z tworzywa sztucznego w rozstawie co 2,25 cm.

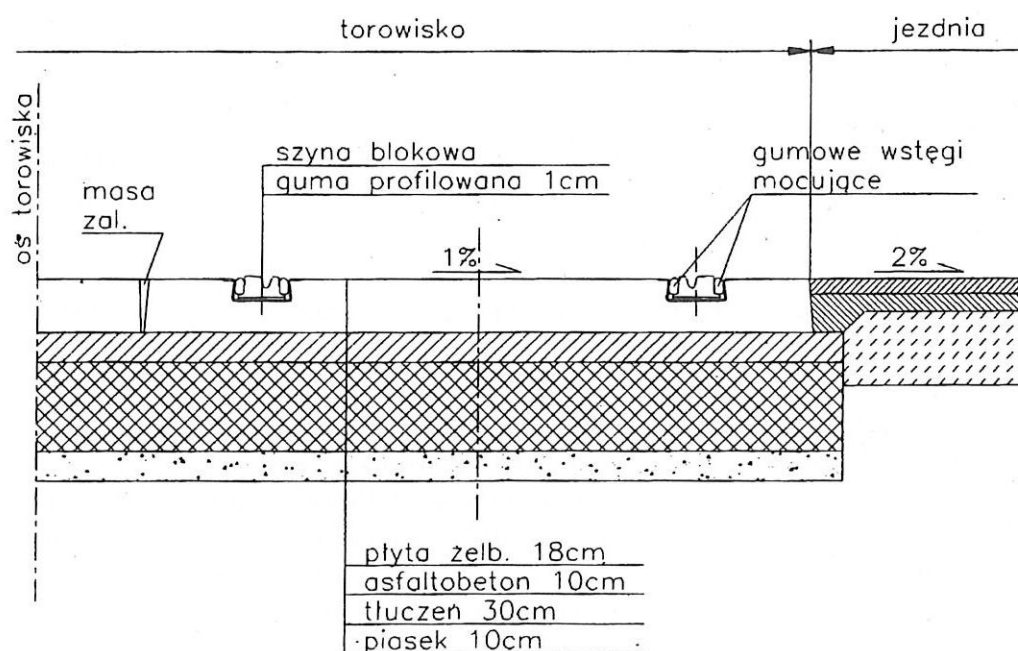
Metodę tą zastosowano również przy remontach ul. Słowiańskiej (93) i Chrobrego od ul. Jagiellończyka do Łokietka (94) oraz z modyfikacjami na ul. Piłsudskiego od pl. Legionów do ul. Świdnickiej (94), gdzie zrezygnowano z żelbetowej ławy podszynowej i ul. Jagiełły (95), gdzie zastosowano inne łapki przytwierdzeniowe o dużo prymitywniejszej konstrukcji, natomiast zbrojenie w postaci siatki umieszczano w warstwie podbudowy betonowej. W obu ostatnich przypadkach zabudowę wykonano z kostki kamiennej, z wypełnieniem strefy przyszynowej masą zalewową.

Po pięcioletnim okresie eksploatacji torowisko na ul. Sądowej jest w dobrym stanie, nie pojawiają się żadne zapadnięcia toków szynowych czy wykruszenia nawierzchni asfaltowej, kursujący tabor nie emituje nadmiernych drgań i hałasu, co świadczy o poprawności zastosowanego rozwiązania pod względem konstrukcyjnym i technologicznym. Gorzej sytuacja wygląda na ul. Piłsudskiego, gdzie już po roku eksploatacji pojawiły się punktowe zapadnięcia toków szynowych i ucieczka masy zalewowej w głąb torowiska.



Rys.1. Przekrój konstrukcji torowiska zastosowanego na ul. Sądowej

Kolejnym zastosowaniem nawierzchni niekonwencjonalnej były remonty torowisk w ul. Łokietka i Poniatowskiego przeprowadzone w 1994 roku przy wykorzystaniu technologii węgierskiej (rys.2).



Rys.2. Przekrój konstrukcji torowiska zastosowanego na ul. Poniatowskiego

Mimo wyższych kosztów tego typu nawierzchni zdecydowano się na jej zastosowanie z uwagi na niewątpliwe zalety:

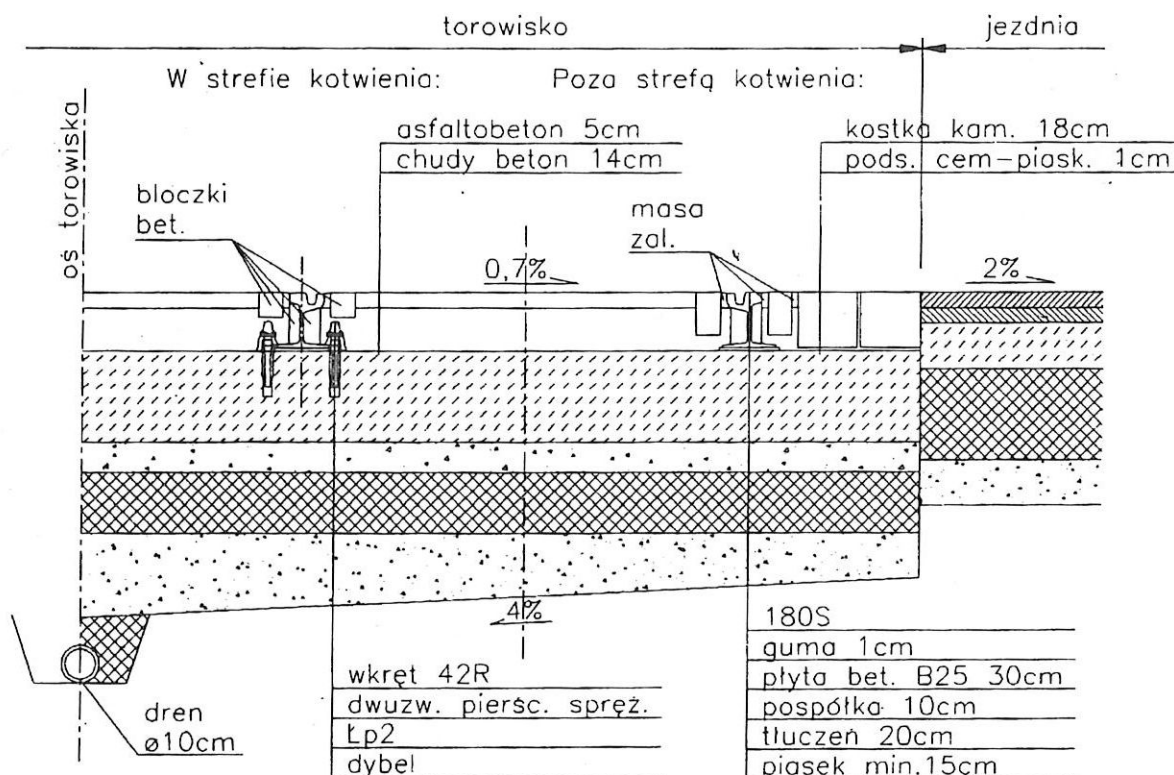
- mała wysokość konstrukcyjna nawierzchni,
- mała pracochłonność i czasochłonność wbudowania dzięki prefabrykacji, prostocie konstrukcji i dużemu zakresowi mechanizacji robót,

- wysoka niezawodność dzięki wyeliminowaniu połączeń śrubowych,
- niski poziom emisji drgań i hałasu,
- dobra współpraca koła z szyną dzięki ciągłemu podparciu i zamocowaniu szyn.

Według tej samej technologii, z pewnymi modyfikacjami wykonano remonty torowisk: w ul. Traugutta (96) i Wróblewskiego od ul. Mickiewicza do Wystawowej (97), gdzie podbudowę tłuczniową zastąpiono betonową oraz ul. Św. Jadwigi (97), gdzie wykorzystano istniejącą podbudowę betonową oraz ze względu na zabytkowy charakter rejonu (Ostrów Tumski) zastosowano płyty o fakturze kostki kamiennej.

W roku 1994 rozpoczęto remont ul. **Grabiszyńskiej** (rys.3) na odcinku od stadionu Śląska do Hutmenu, a rok później dalszą część do skrzyżowania z ul. Klecińską. Na obu wymienionych odcinkach zastosowano po raz pierwszy we Wrocławiu:

- drenaż odwadniający w przypadku tramwajowej nawierzchni wbudowanej,
- kotwienie szyny do podbudowy łapkami i wkrętami kolejowymi z pierścieniami sprężystymi, wkręcanymi poprzez dyble w wywiercone w betonowej podbudowie otwory (na zasadzie kołków rozporowych), w rozstawie co 2 m,
- zabudowę komór łukowych szyn prefabrykowanymi bloczkami betonowymi,
- zabudowę strefy przyszynowej prefabrykowanymi bloczkami betonowymi o przekroju prostokątnym 8×14 cm.



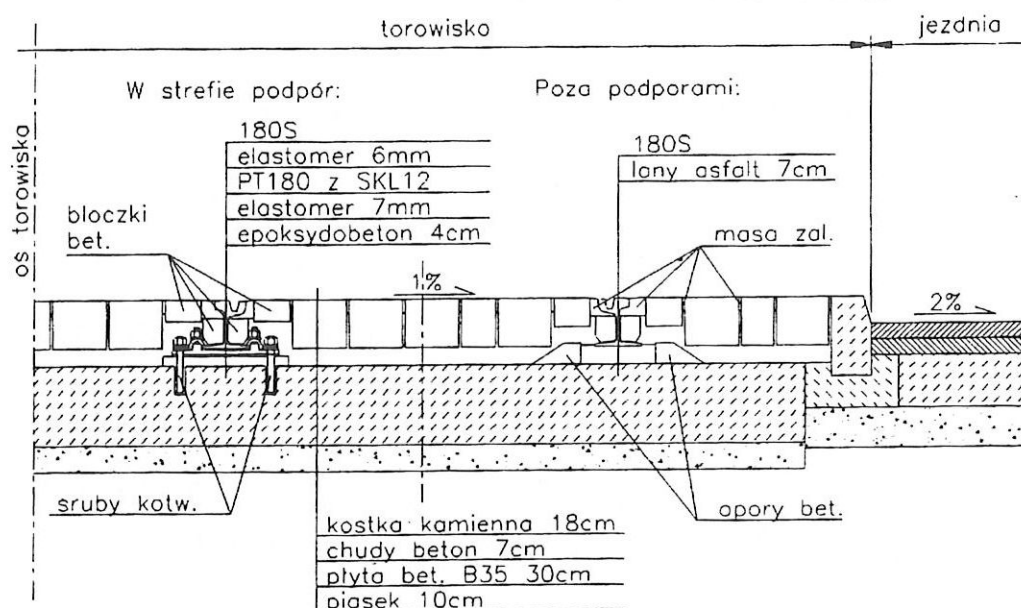
Rys.3. Przekrój konstrukcji torowiska zastosowanego na ul. Grabiszyńskiej

Jako wibroizolację zastosowano pasy gumy profilowanej grubości 1 cm i długości 50 cm z przerwami 30 cm. Zrezygowano z łączenia szyn stalowymi poprzeczkami. Rozwiązanie z ul. Grabiszyńskiej było później wykorzystywane wyłącznie przy remontach przejazdów, w nie zmienionej formie na skrzyżowaniu ul. Armii Krajowej i Tarnogajskiej (95), z zastąpieniem zabudowy z przyszynowych bloczków i dywanika asfaltobetonowego prefabrykowanymi płytami żelbetowymi ułożonymi na warstwie asfaltobetonu na skrzyżowaniach ul. Kazimierza Wlk. i

Widok (95), Grabiszyńskiej z Zaporoską (95) i pl. Orłąt Lwowskich (95) oraz ponadto ze zrezygnowaniem z wypełniania komór łubkowych prefabrykowanymi bloczkami i zastosowania pierścieni sprężystych w przytwierdzeniu na skrzyżowaniach ul. Hallera i Al. Pracy (97) oraz Dubois z Kurkową (97).

Jesienią roku 1996 przeprowadzono remont torowiska w ul. **Powstańców Śl.** (rys.4). Na odcinku od ul. Piłsudskiego do Hotelu Wrocław zastosowano konstrukcję wbudowaną, oddzieloną od jezdni krawężnikiem drogowym wznoszącym się na wysokość ok. 10 cm, gdyż torowisko nie jest w tym miejscu przeznaczone do ruchu kołowego. Nowościami zastosowanego rozwiązania były:

- podparcie szyny w sposób punktowy co 0,8 m, z wykorzystaniem podkładek PT180 i epoksydobetonowych podpór, kotwionych specjalnymi śrubami na epoksydobeton w betonie podbudowy,
- zastosowanie przekładek z elastomeru grubości 6 mm pomiędzy stopką szyny a podkładką żebrową i 7 mm pod podkładką żebrową,
- wykorzystanie łapek SKL12 do przytwierdzeń szyn,
- spawanie termitowe szyn,
- zaspoinowanie całego wierzchu kostkowej zabudowy torowiska bitumiczną masą zalewową.



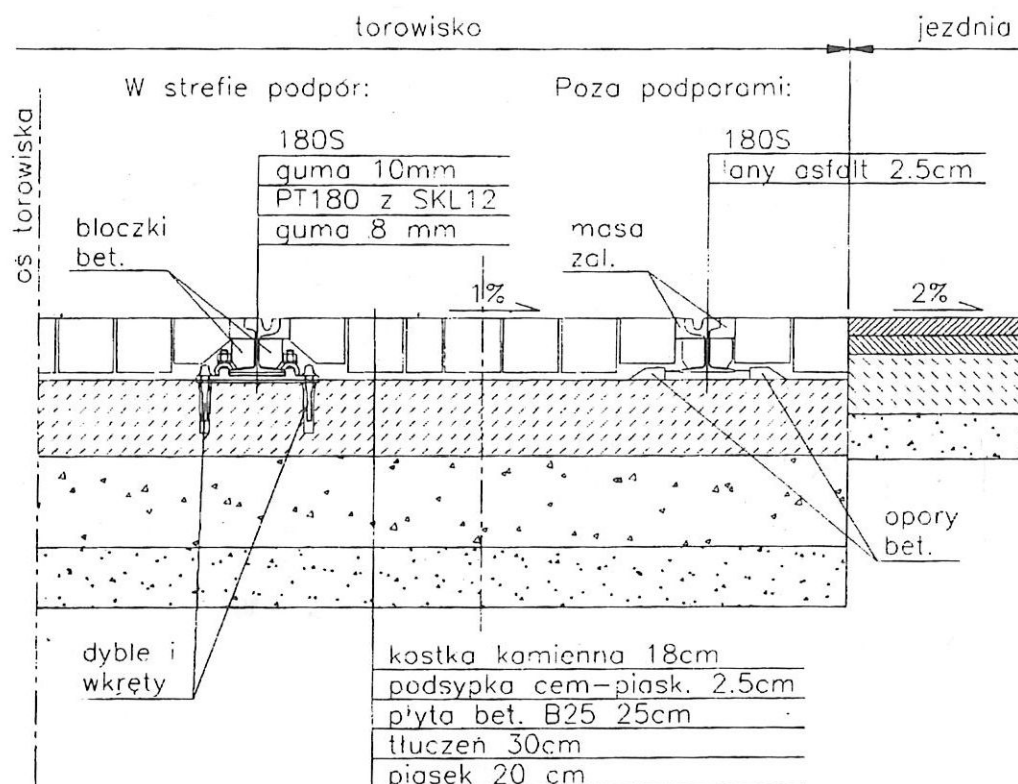
Rys.4. Przekrój konstrukcji torowiska zastosowanego na ul. Powstańców Śl.

Wiosną roku 1997 wykonano podobną technologią remont sąsiedniego torowiska na skrzyżowaniu ul. **Świdnickiej i Podwale** wraz z pl. Kościuszki (rys.5). W stosunku do poprzedniego rozwiązania:

- przekładki z elastomeru zastąpiono gumowymi,
- zrezygnowano z epoksydobetonowych podpór oraz betonowych bloczków w strefie przyszynowej,
- kotwienie podkładek żebrowych wykonano przy pomocy kolejowych wkrętów i dybli w rozstawie co 1 m,
- bitumiczną masą zalewową zaspoinowano jedynie przestrzenie przyszynowe.

Najważniejszą różnicą była jednak zmiana kolejności wykonania betonowej płyty podbudowy w stosunku do zmontowania rusztu torowego. Na tymczasowo położonych podkładach

drewnianych ułożono szyny i połączono stalowymi poprzeczkami, do stopek szyn przymocowano podkładki żebrowe z akcesoriami przytwierdzeniowymi, w otwory podkładek żebrowych włożono wkręty, na które nakręcono dyble z tworzywa sztucznego. Po geodezyjnym wyregulowaniu położenia szyn wylano betonową płytę podbudowy górnej, po której stwardnieniu ostatecznie dokręcono wkręty i nakrętki na śrubach stopowych.



Rys.5. Przekrój konstrukcji torowiska zastosowanego na ul. Świdnickiej.

3.2 Torowiska wydzielone

W zakresie torowisk wydzielonych jedyną nowością w stosunku do rozwiązań tradycyjnych było pojawienie się przytwierdzenia SB3, które po raz pierwszy zastosowano przy budowie torowiska w ul. Bałtyckiej (93), a następnie przy remoncie toru do Oporowa (95). W obu wymienionych przypadkach ułożono szyny S49 na podkładach strunobetonowych PS83. Przytwierdzenie SB3 do kotwienia szyny rowkowej wykorzystano po raz pierwszy przy remoncie torowiska w ul. Powstańców Śl. (96) na odcinku od hotelu Wrocław do ul. Hallera, gdzie zastosowano strunobetonowe podkłady PST94 na warstwie tłucznia o grubości 30 cm oraz warstwie filtracyjnej z piasku o grubości min. 20 cm, wyścielonej od spodu geowłókniną w pochyleniu 4% do osi torowiska, wzdłuż którego na głębokości ok. 1,20 m umieszczono dren. Nie zrezygnowano jednak zupełnie ze stosowania nawierzchni tradycyjnej (szyny S49 na podkładach drewnianych z przytwierdzeniem klasycznym) czego przykładem były remonty torowisk w ul. Hallera (93 i 97) i pętla Leśnica (96).

4. ANALIZA PORÓWNAWCZA

W niniejszym referacie analizą porównawczą objęto wyłącznie nawierzchnie wbudowane w jezdnię. Spośród rozwiązań opisanych w punktach 2.1 i 3.1 wybrano siedmiu reprezentantów,

których porównanie przedstawiono w tablicy zamieszczonej na końcu referatu. Jako kategorie porównawcze przyjęto:

- typowo konstrukcyjne - odnoszące się do poszczególnych elementów rozwiązania takich jak odwodnienie, podbudowa, przytwierdzenie, wibroizolacja, szyny, zabudowa,
- dotyczące modelu pracy nawierzchni przy przenoszeniu obciążeń od ruchu pojazdów - model podparcia i zamocowania szyny wzdłuż toru, model podbudowy na szerokości przekroju poprzecznego,
- technologiczne - stopień mechanizacji, czasochłonności i pracochłonność.

O ile kategorie konstrukcyjne są opisane w sposób bardzo konkretny, analiza pozostałych ma charakter ocen względnych.

We wszystkich rozwiązaniach odwodnienie powierzchniowe jest zrealizowane dzięki zastosowaniu poprzecznego spadku nawierzchni w granicach 0,7 - 1 %. Odwodnienie wgłębne w formie warstwy filtracyjnej i drenu zastosowano tylko przy remoncie torowiska w ul. Grabiszyńskiej, w pozostałych przewidziano jedynie warstwy odsączające pod dolnymi krawędziami podbudów (za wyjątkiem rozwiązań, w których zakres remontu nie przewidywał wymiany podbudowy).

W większości konstrukcji najważniejszym elementem podbudowy jest płyta z betonu wysokiej klasy (B25 - B35) o grubości minimum 20 cm. W kilku rozwiązaniach towarzyszą jej warstwy z tłucznia. Jedynymi konstrukcjami nie posiadającymi wylewanej ławy betonowej są metoda węgierska i PPT (co uwalnia je od długotrwałego okresu oczekiwania na osiągnięcie odpowiedniej wytrzymałości przez beton). Warstwa podbudowy z betonu asfaltowego pojawia się jedynie w metodzie węgierskiej, natomiast wylewane ławy żelbetowe - tylko w rozwiązaniu zastosowanym na ul. Sądowej.

W dziedzinie przytwierdzeń porównywane rozwiązania cechuje znaczne zróżnicowanie od zastosowania typowych akcesoriów przytwierdzeń kolejowych do opracowanych specjalnie dla danego typu konstrukcji elementów takich jak łapki sprężyste czy śruby kotwiące. Rozstaw przytwierdzeń jest również zróżnicowany: od 0,80 m do 2,25 m.

W konstrukcjach wykorzystujących ciągły model podparcia szyny elementem wibroizolacyjnym w nowszych rozwiązaniach są najczęściej gumowe taśmy, w starszych - asfaltobetonowe ławy podszynowe lub podlewki bitumiczne. W konstrukcjach wykorzystujących punktowy model podparcia szyny elementem wibroizolacyjnym są wkładki pod szyną oraz pod podkładką żebrową w nowszych rozwiązaniach gumowe lub z tworzyw sztucznych, w starszych - drewniane.

Jedynie metoda węgierska wymaga innego typu szyn: B1 - blokowych. Pozostałe wykorzystują klasyczną tramwajową szynę rowkową o wysokości 180 mm. Łączenie szyn przy pomocy zgrzewania wykorzystano po raz pierwszy przy remoncie ul. Łokietka (metodą węgierską), natomiast spawania termitowego - przy remoncie torowiska w ul. Powstańców Śl.

W starszych rozwiązaniach powszechniej stosowano zabudowę z płyt żelbetowych przykrytych warstwą lanego asfaltu lub dywanik z asfaltobetonu na chudym betonie. Obecnie preferowana jest zabudowa kostkowa. Komory łukowe zaczęto wypełniać prefabrykowanymi blockami betonowymi dopiero od remontu ul. Grabiszyńskiej (94). Analogicznie sytuacja wygląda w przypadku stosowania masy zalewowej w strefie przyszynowej.

Wśród porównywanych konstrukcji połowa posiada model podparcia ciągły, a druga połowa - punktowy, choć zauważyć należy, że starsze konstrukcje (za wyjątkiem PPT) skłaniały się ku modelowi ciągłemu, a ostatnio stosowane (za wyjątkiem metody węgierskiej) - ku punktowemu. Model zamocowania jedynie w przypadku konstrukcji klasycznej i węgierskiej jest ciągły, w pozostałych przypadkach - punktowy (sposób ciągłego zamocowania szyn jest zagadnieniem szczególnie trudnym). Jedynie nawierzchnia w ul. Sądowej posiada model

podbudowy zróżnicowany na szerokości przekroju, pozostałe - jednorodny (taki sam w strefie podszynowej jak i śródtorza i międzytorza).

Pod względem technologii wykonania najkorzystniejszą wydaje się być metoda węgierska, gdyż posiada duży stopień mechanizacji oraz małą czasochłonność i pracochłonność.

5. WNIOSKI

Przeprowadzona analiza porównawcza potwierdza znaczne zróżnicowanie konstrukcji torowisk wbudowanych, stosowanych we Wrocławiu od początku lat 90-tych. Część tych różnic wynika z dostosowania konstrukcji do warunków lokalnych np. stosowane odwodnienie, grubość i rodzaje warstw podbudowy, typ zabudowy. Jednak obserwując zróżnicowanie rozwiązań dotyczących elementów takich jak typ i rozstaw przytwierdzeń, rodzaj zastosowanej wibroizolacji, zauważamy dążenie do osiągnięcia optymalnych rozwiązań, które czasami przybierają "nieewolucyjny" charakter, polegający na powracaniu do starszych - gorszych rozwiązań (np. ul. Ruska i Mikołaja) albo też upraszczaniu konstrukcji i eliminowaniu ważnych dla danego typu rozwiązania elementów (np. ul. Piłsudskiego, Jagiełły, Hallera / Al. Pracy, Dubois / Kurkowa). Wdrażaniu nowych technologii nie towarzyszyła jak dotychczas analiza parametrów takich jak trwałość, niezawodność, emisja drgań i hałasu, bez których potwierdzenie zasadności wprowadzanych rozwiązań nie jest możliwe.

Konieczne jest więc przeprowadzenie bardziej szczegółowych analiz, opartych o badania terenowe (zużycie, deformacje, drgania i hałas) i laboratoryjne (parametry sprężyste i tłumiące elementów składowych nawierzchni) oraz analizy teoretyczne w celu wybrania najkorzystniejszych rozwiązań pod względem konstrukcyjnym i technologicznym, jak również sformułowania ogólnych warunków, jakie powinny spełniać konstrukcje torowisk tramwajowych (w stosunku do rozwiązań, które mogą pojawić się w przyszłości). Zagadnienia te będą przedmiotem dalszej pracy autora referatu.

LITERATURA

1. Szacfajer R.: Problemy modernizacji konstrukcji torów tramwajowych w Miejskim Przedsiębiorstwie Komunikacyjnym we Wrocławiu; Drogi szynowe - zagadnienia badawczo-konstrukcyjne i eksploatacyjne, Prace naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Seria: Konferencje, Wrocław 1978.
2. Przekroje konstrukcyjne wraz z opisem technologii remontów torowisk tramwajowych wykonywanych we Wrocławiu, udostępnione przez MPK.
3. Projekty techniczne, materiały opisowe i reklamowe dotyczące remontów torowisk tramwajowych wykonywanych we Wrocławiu, udostępnione przez ZDiK.

CONSTRUCTION OF TRAM SURFACES APPLIED IN WROCLAW SINCE 1990

Summary

Review of tram surfaces (construction and technology) applied in Wrocław since 1990 was made. Due to comparison analysis big differentiation of employed solutions was proved. In conclusion the necessitate of in situ and laboratory research and theoretical analysis of discussed tram surfaces was showed to choose the best solution.

Tablica 1. Analiza porównawcza siedmiu wybranych typów torowisk tramwajowych wbudowanych w jezdnię, zastosowanych we Wrocławiu

Kategoria	klasyczna	PPT	Sądowa	węgierska	Grabiszynska	Powstańców Śl.	Świdnicka
Odwodnienie: spadek poprz. naw. warstwa odsącz. warstwa filtr. dren	1% - - -	1% 15 - 20 cm - -	1% - - -	1% 10 cm - -	0,7% - min 15 cm. Ø 100 mm	1% 10 cm - -	1% 20 cm - -
Podbudowa: warstwa 1 warstwa 2 warstwa 3	plyta bet. 20-30 cm	żelb. plyta prefabr.	ława żelbet. 15 cm plyta bet. ~ 20 cm	asfaltobeton 10 cm tłuczeń 30 cm	B25 (plyta) 15 cm pospółka 10 cm tłuczeń 20 cm	B35 (plyta) 30 cm	B25 (plyta) 25 cm tłuczeń 30 cm
Przytwierdzenie: rozstaw typ	- -	co 1,5 m PT 180 z elem. przytw. klas., śruby hakowe	co 2,25 m sprężyste łapki, wkrety, dyble	- gumowe wstęgi mocujące	co 2 m wkrety, Lp2, pierśc. spręż., dyble	co 0,8 m PT180 ze śrubami stopow. i SKL12, śruby kotwiące	co 1 m PT180 ze śrubami stopow. i SKL12, wkrety, dyble
Wibroizolacja: pod szyną pod podkł. żebr. poza strefą podpór	ława z grysów otaczanych asf. - -	przekł. topolowa lub z gumy podkł. z drewna twardego podlewka bit.	taśma gumowa 1 cm - -	taśma gumowa 1 cm - -	pasy gumowe 1 cm - -	przekł. z elastomeru 6 mm podkł. z elastomeru 7 mm podlewka bit.	przekł. z gumy 10 mm podkł. z gumy 8 mm podlewka bit.
Szyny: typ łączenie	rowkowa spaw. elektr.	rowkowa spaw. elektr.	rowkowa spaw. elektr.	blokowa zgrzewanie	rowkowa spaw. elektr.	rowkowa spaw. termitowe	rowkowa spaw. termitowe
Zabudowa: śródtorza międzytorza komory łukowe nawierzchnia strefa przyszynowa	żelb. płyty prefabr. żelb. płyty prefabr. zasypka cem-piask. asfalt lany 3-5 cm -	prefabr. płyta żelb. chudy beton chudy beton asfaltobet. 5-7 cm -	żelb. płyty prefabr. żelb. płyty prefabr. zasypka cem-piask. asfalt lany 3-5 cm -	prefabr. płyta żelb. prefabr. płyta żelb. - prefabr. płyta żelb. gumowe wstęgi	chudy beton chudy beton pref. bloczki bet. asfaltobet. 5 cm masa zalewowa	kostka kostka pref. bloczki bet. kostka masa zalewowa	kostka kostka pref. bloczki bet. kostka masa zalewowa
Model: podparcia zamocowania podbudowy	ciągły ciągły jednorodny mały	punktowy punktowy jednorodny duży	ciągły punktowy zróżnicowany średni	ciągły ciągły jednorodny mały	pośredni punktowy jednorodny średni	punktowy punktowy jednorodny duży	punktowy punktowy jednorodny średni
Stopień skompl. konstr.:	mały	średni	średni	duży	średni	średni	średni
Stopień mechaniz.:	mały	średni	średni	duży	średni	średni	średni