

mgr inż. Magdalena Skiba¹⁾
ORCID: 0000-0001-7998-4767

Unusual solutions for the construction of tram tracks in heritage protection zones

Nietypowe rozwiązania konstrukcji torowisk na terenach objętych ochroną konserwatorską

DOI: 10.15199/33.2025.04.06

Abstract. The standard construction of tracks in the road right-of-way in Wrocław has so far usually consisted of a stone pavement. Currently, solutions are being sought that will ensure better cooperation with the rail and transfer greater loads from car traffic. The article presents a surface with stone cubes stabilized with a steel angle and an alternative concrete surface with an imprint of stone cubes. Attention was paid to the problem of removing historical surfaces and incorrect connection of surfaces.

Keywords: surface; tram track; stone cubes; concrete surface; stone cube print.

As a standard, the tracks in the road zone in Wrocław have a surface made of stone cubes. It was laid mainly in representative districts due to its durability and proximity to quarries in the Sobótka area, located about 30 km from Wrocław. The cubes were jointed with cement mortar and water glass, which sealed the joint and accelerated the hardening of the mortar. The stone cube surfaces on the main communication routes showed excellent evenness, which enabled smooth and quiet movement [1]. The basic disadvantage of such a solution, however, is the differences in deflection of the tram rail and the adjacent stone cube, which contributes to the degradation of the surface constructed in this way [2].

The track manager, when ordering renovation, is often forced to recreate the existing surface, which is related to the trend of maintaining the historical character of places [3 ÷ 7]. It seems that the need to use stone paving stones is clearly emphasized [8]. Due to the intensity of vehicular traffic along the length of ballastless tram tracks, also used for bus traffic (bus lanes) and car traffic, problems began to appear at the rail-stone paving stone interface, especially in the area of turnouts. Premature surface and edge damage to the pavement in the form of collapse or displacement of the paving stones has been increasingly diagnosed (Photos 1 and 2). Attempts to fill the gaps are usually unsuccessful, unsightly and have insufficient strength.

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; magdalena.skiba@pwr.edu.pl

Streszczenie. Standardowo jednym z elementów konstrukcji torowisk w pasie drogowym na terenie Wrocławia są nawierzchnie zwykle w postaci kostki kamiennej. Obecnie poszukuje się rozwiązań, które zapewnią lepszą współpracę z szyną oraz przeniosą większe obciążenia pochodzące od ruchu samochodowego. W artykule przedstawiono nawierzchnię z kostki kamiennej stabilizowanej kątownikiem stalowym oraz alternatywną nawierzchnię betonową z odciskiem kostki kamiennej. Zwrócono uwagę na problem usuwania nawierzchni historycznych oraz nieprawidłowe łączenie nawierzchni.

Słowa kluczowe: nawierzchnia; torowisko tramwajowe; kostka kamienna; nawierzchnia betonowa; odcisk kostki kamiennej.

Standardowo torowiska w pasie drogowym na terenie Wrocławia mają nawierzchnię z kostki kamiennej. Układano ją głównie w reprezentacyjnych dzielnicach ze względu na jej trwałość i bliskość kamieniołomów w rejonie Sobótki, oddalonej od Wrocławia o ok. 30 km. Kostka była spoinowana zaprawą cementową oraz szkłem wodnym, które uszczelniało fugę i przyspieszało twardnienie zaprawy. Nawierzchnie z kostki kamiennej na podstawowych ciągach komunikacyjnych wykazywały doskonałą równość, co umożliwiało płynny i cichy ruch [1]. Podstawową wadą takiego rozwiązania są jednak różnice ugięć szyny tramwajowej i sąsiadującej z nią kostki kamiennej, co przyczynia się do degradacji tak skonstruowanej nawierzchni [2].

Zarządca torowisk, zlecając remont, wielokrotnie zmuszony jest do odtworzenia istniejącej nawierzchni, co jest związane z trendem utrzymania historycznego charakteru miejsc [3 ÷ 7]. Wydaje się, że wyraźnie jest zaakcentowana konieczność zastosowania kostki kamiennej [8]. Ze względu na intensywność ruchu kołowego na długości bezpodsytkowych torowisk tramwajowych wykorzystywanych również do prowadzenia ruchu autobusowego (buspasy) oraz samochodowego zaczęły pojawiać się problemy na styku szyna-kostka kamienna, szczególnie w rejonie rozjazdów. Coraz częściej diagnozowano przedwczesne uszkodzenia powierzchniowe i krawędziowe nawierzchni w postaci zapadnięć lub przesuńnięcia kostki (fotografie 1 i 2). Podejmowane próby uzupełniania ubytków są zwykle nieudane, nieestetyczne i mają niedostateczną wytrzymałość.

Obecne obciążenie komunikacyjne wymusza konieczność projektowania rozwiązań, które zapewnią lepszą niż do-

The current traffic load enforces the need to design solutions that will ensure better cooperation between the surface and the rail than before and will transfer heavy loads from car traffic. Due to their high durability, concrete or concrete-asphalt surfaces

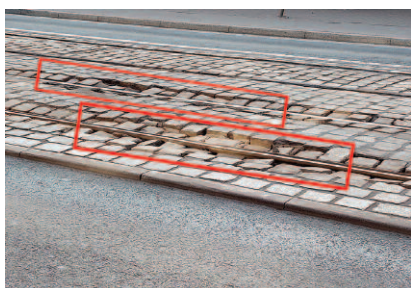


Photo 1. Collapse of stone cubes in the track area, J. Piłsudskiego Street (12/2023)
Fot. 1. Zapadnięcia kostki kamiennej w pasie torowiska, ul. J. Piłsudskiego (12.2023 r.)

are most often proposed. Using the example of investments implemented in Wrocław in the years 2020 – 2024, atypical tram track surfaces were analyzed, including:

- made of stone cubes stabilized with a steel angle;
- concrete with a stone cube imprint.

The problem of removing stone cubes from historical areas, despite the applicable regulations, was highlighted.

Construction of tram track with a surface made of stone cubes

On April 6, 2016, at the request of the Municipality of Wrocław, a tender procedure was announced for the preparation of design documentation covering the reconstruction of the Pomorskie Bridges in Wrocław [10]: Północny, Środkowy and Południowy Bridges, connecting the north and south banks of the Oder River, together with the Kępa Mieszczańska located between them. Pomorski Północny Bridge was built in 1930 and is entered in the register of historical monuments under the number A/2495/341/Wm, Pomorski Środkowy Bridge under the number A/2494/340/Wm, and Pomorski Południowy Bridge under the number A/2496/342/Wm. The bridges and their surroundings are protected historical monuments, the preservation of which is in the public interest due to their historical, artistic and scientific value, hence the general assumption of the design solutions was to interfere as little as possible with the general geometry and basic parameters. It was assumed that the scope of works would not cause degradation of the historical and cultural values of the structures in question and would restore their historical appearance. The renovation, conservation and restoration works as part of the reconstruction of the facility were to:

- improve safety conditions and operation;
- secure and preserve the historic substance;
- slow down the degradation processes;
- supplement and recreate missing elements;
- contribute to highlighting the artistic and aesthetic value of the monument [11].

In accordance with the adopted assumptions during the coordination of the documentation with the relevant offices, it was determined that asphalt pavement should not be introduced on the roadway of Pomorskie Bridges [12]. The designer proposed making the tram track from prefabricated Hungarian-type slabs. Such a solution was allowed only on the condition of using a stone cube texture [13] on a section of 278 m in the



Photo 2. Collapse of stone cubes in the track area, Powstańców Śląskich Street (04/2024)
Fot. 2. Zapadnięcia kostki kamiennej w pasie torowiska, ul. Powstańców Śląskich (04.2024 r.)

terenie Wrocławia w latach 2020 – 2024 przeanalizowano nietypowe nawierzchnie torowisk tramwajowych, wśród których są:

- z kostki kamiennej stabilizowanej kątownikiem stalowym;
- betonowa z odciskiem kostki kamiennej.

Zwrócono uwagę na problem usuwania kostki kamiennej z obszarów historycznych, mimo obowiązujących przepisów.

Konstrukcja torowiska tramwajowego z nawierzchnią z kostki kamiennej

6 kwietnia 2016 r. na zlecenie Gminy Wrocław ogłoszono postępowanie przetargowe na wykonanie dokumentacji projektowej obejmującej przebudowę Mostów Pomorskich we Wrocławiu [10]: Północnego, Środkowego i Południowego łączących północny i południowy brzeg Odry wraz ze znajdującą się pomiędzy nimi Kępą Mieszczańską. Most Pomorski Północny został wybudowany w 1930 r. i jest wpisany do rejestru zabytków pod nr A/2495/341/Wm, Most Pomorski Środkowy pod nr A/2494/340/Wm, natomiast Most Pomorski Południowy pod nr A/2496/342/Wm. Mosty i ich otoczenie są chronionymi zabytkami, których zachowanie leży w interesie społecznym ze względu na wartość historyczną, artystyczną i naukową, stąd generalnym założeniem rozwiązań projektowych była możliwie niewielka ingerencja w ogólną geometrię i podstawowe parametry. Założono, że zakres prac nie spowoduje degradacji walorów historyczno-kulturowych przedmiotowych konstrukcji oraz przywróci im historyczny wygląd. Prace remontowe, konserwatorskie i restauratorskie w ramach przebudowy obiektu miały za zadanie:

- poprawić warunki bezpieczeństwa i eksploatacji;
- zabezpieczyć i utrwalić zabytkową substancję;
- spowolnić procesy degradacji;
- uzupełnić i odtworzyć brakujące elementy;
- przyczynić się do wyeksponowania wartości artystycznej i estetycznej zabytku [11].

Zgodnie z przyjętymi założeniami podczas uzgadniania dokumentacji z odpowiednimi urzędami ustalono, że na jezdni Mostów Pomorskich nie należy wprowadzać nawierzchni asfaltowej [12]. Projektant zaproponował wykonanie torowiska tramwajowego z płyt prefabrykowanych typu węgierskiego. Takie rozwiązanie dopuszczono wyłącznie pod warunkiem zastosowania faktury z kostki kamiennej [13] na odcinku

tychczas współpracę nawierzchni z szyną oraz przeniosą duże obciążenia od ruchu samochodowego. Ze względu na dużą trwałość najczęściej proponuje się nawierzchnie betonowe lub betonowo-asfaltowe. Na przykładzie inwestycji zrealizowanych na

case of the right track (A) and 275 m in the case of the left track (B), which was included in the design documentation. Work began in January 2020, and the facility was put into service on January 30, 2023.

At the same time, works were carried out from Pomorski Północny Bridge to Cybulskiego Street [14]. According to the opinion of the bodies coordinating the documentation, it was necessary to reuse stone cubes in the cross-section of the tram track. In order to stabilize the cubes, it was decided to use a steel angle near the rail (figures 1 and 2) for a length of 123 m in the case of the right track (A) and 119 m in the case of the left track (B).

A surface made of 18/20 stone cubes on a low-shrinkage cement mortar 2 – 3 cm thick with cement mortar grouting, laid on a 30 cm thick C30/37 concrete substructure with 1.5 kg/m³ dispersed reinforcement of polypropylene fibres. In order to protect the road surface against degradation, the area of the working rail of the track was designed to be separated at the contact with the working rail from the part of the roadway intended for car traffic (buses) by making a 20 cm wide rail channel made of cold-bent angles 190 x 100 x 6 mm, min. 2.0 m long.

The discussed technology was used to reconstruct tram tracks in:

- Świdnicka Street from Podwale Street to J. Piłsudskiego Street along a length of 214 m of double track (on the existing substructure made of concrete C30/37 with a thickness of 30 cm);
- at the intersection of Zwierzyniecki Bridge and A. Wajdy Street along a length of approx. 60 m of double track (on the existing substructure made of concrete C30/37 with a thickness of 30 cm);
- in Powstańców Śląskich Street from Zaolziańska Street to J. Piłsudskiego Street along a length of approx. 330 m of single track (on the existing substructure made of concrete C30/37 with a thickness of 30 cm);
- in the area of the turnout in Szewska Street at the intersection with Kazimierza Wielkiego Street (on the existing substructure not specified in the project);
- at the intersection of Pomorska Street and Dubois Street, along a length of approx. 110 m of double track (on a 30 cm thick C30/37 concrete substructure with 1.5 kg/m³ dispersed reinforcement made of polypropylene fibres);
- in Pomorska Street, along a length of approx. 950 m of double track (on a 30 cm thick C30/37 concrete substructure reinforced with mesh at the top and bottom);
- at the intersection of Kosmonautów Street and Wielkopolska Street, along a length of approx. 12 m of double track (on a 25 cm thick C30/37 concrete substructure with 1.5 kg/m³ dispersed reinforcement made of polypropylene fibres).

długości 278 m w przypadku toru prawego (A) oraz 275 m w przypadku toru lewego (B), co zostało uwzględnione w dokumentacji projektowej. Prace rozpoczęto w styczniu 2020 r., a obiekt oddano do użytkowania 30 stycznia 2023 r.

Jednocześnie realizowano prace od Mostu Pomorskiego Północnego do ulicy Cybulskiego [14]. Zgodnie z opinią organów uzgadniających dokumentację konieczne było ponowne zastosowanie kostki kamiennej w przekroju torowiska tramwajowego. W celu ustabilizowania kostki zdecydowano się na użycie kątownika stalowego w pobliżu szyny (rysunki 1 i 2) na długości 123 m w przypadku toru prawego (A) oraz 119 m w przypadku toru lewego (B).

Zastosowano nawierzchnię z kostki kamiennej 18/20 na niskoskurczliwej zaprawie cementowej grubości 2 – 3 cm ze spoinowaniem zaprawą cementową, ułożoną na podbudowie betonowej C30/37 grubości 30 cm ze zbrojeniem rozproszonym z włókien polipropylenowych w ilości 1,5 kg/m³. W celu zabezpieczenia nawierzchni drogowej przed degradacją zaprojektowano na styku z pracującą szyną oddzielenie obszaru pracującej szyny torowiska od części jezdni przeznaczony do ruchu samochodowego (autobusy) przez wykonanie kanału szynowego szerokości 20 cm z kątowników zimnogiętych 190 x 100 x 6 mm długości min. 2,0 m.

W omawianej technologii przebudowano torowiska tramwajowe:

- w ul. Świdnickiej od ul. Podwale do ul. J. Piłsudskiego na długości 214 m toru podwójnego (na istniejącej podbudowie z betonu C30/37 o grubości 30 cm);
 - na skrzyżowaniu Mostu Zwierzynieckiego i ul. A. Wajdy na długości ok. 60 m toru podwójnego (na istniejącej podbudowie z betonu C30/37 o grubości 30 cm);
 - w ul. Powstańców Śląskich od ul. Zaolziańskiej do ul. J. Piłsudskiego na długości ok. 330 m toru pojedynczego (na istniejącej podbudowie z betonu C30/37 o grubości 30 cm);
 - w obrębie rozjazdu w ul. Szewskiej na skrzyżowaniu z ul. Kazimierza Wielkiego (na istniejącej podbudowie nieokreślonej w projekcie);
 - na skrzyżowaniu ul. Pomorskiej i ul. Dubois na długości ok. 110 m toru podwójnego (na podbudowie betonowej C30/37 o grubości 30 cm ze zbrojeniem rozproszonym z włókien polipropylenowych w ilości 1,5 kg/m³);
 - w ul. Pomorskiej na długości ok. 950 m toru podwójnego (na podbudowie betonowej C30/37 grubości 30 cm zbrojonej siatką górą i dołem);
 - na skrzyżowaniu ul. Kosmonautów z ul. Wielkopolską na długości ok. 12 m toru podwójnego (na podbudowie betonowej C30/37 grubości 25 cm ze zbrojeniem rozproszonym z włókien polipropylenowych w ilości 1,5 kg/m³).
- Pomimo zastosowania zaproponowanego rozwiązania na odcinkach obciążonych ruchem samochodowym wystąpi-

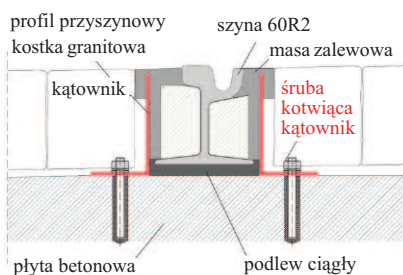


Fig. 1. Construction of the angle bracket based on design documentation [9]

Rys. 1. Konstrukcja zamocowania kątownika stabilizującego kostkę kamienną na podstawie dokumentacji projektowej [9]

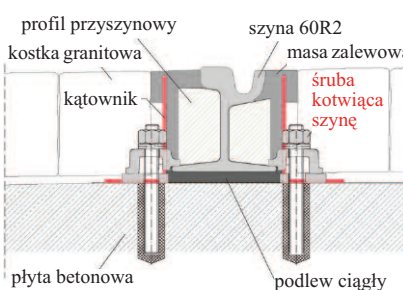


Fig. 2. Rail fastening structure in place of collision with the rail anchor based on design documentation [9]

Rys. 2. Konstrukcja zamocowania szyny w miejscu kolizji kątownika z kotwią szyny na podstawie dokumentacji projektowej [9]

Despite the use of the proposed solution, on sections loaded with car traffic, there was a separation of the filling mass from the angle and the collapse of the stone cubes just one year after the investment was put into use on Pomorska Street on the section from Most Północny to Cybulskiego Street and on Świdnicka Street between Podwale Street and Kościuszki Square (Photos 3 and 4). On sections free from constant car traffic (possible „life corridors” for ambulances – Photo 5) on Świdnicka Street between Kościuszki Square and J. Piłsudskiego Street, no collapses and good durability of the structure were found. The discussed problems could have been caused by improper filling of the joints and the lack of their vibration by the contractor, and as a result, separation of the joints from the cubes and washing out of the jointing mortar. In addition, resuming traffic a few days after grouting resulted in loading of the mortar and joints, which had not yet obtained the proper strength parameters.



Photo 3. Tram track loaded with road traffic, loss of pouring mass, visible angle, Świdnicka Street on the section from Podwale Street to Kościuszki Square (12/2023)

Fot. 3. Torowisko obciążone ruchem kołowym, ubytki masy zalewowej, widoczny kątownik, ul. Świdnicka na odcinku od ul. Podwale do pl. Kościuszki (12.2023 r.)

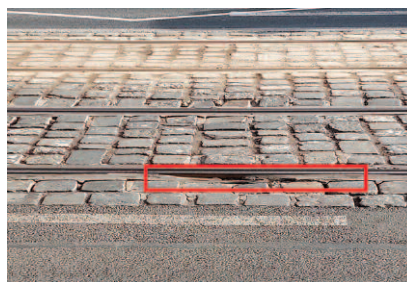


Photo 4. Tram tracks loaded with road traffic, collapsed stone blocks, Świdnicka Street on the section from Podwale Street to Kościuszki Square (12/2023)

Fot. 4. Torowisko obciążone ruchem kołowym, zapadnięcia kostki kamiennej, ul. Świdnicka na odcinku od ul. Podwale do pl. Kościuszki (12.2023 r.)

ło odspojenie masy zalewowej od kątownika oraz zapadnięcie kostki kamiennej zaledwie rok po oddaniu do użytkowania inwestycji w ciągu ul. Pomorskiej na odcinku od Mostu Północnego do ul. Cybulskiego oraz w ciągu ul. Świdnickiej pomiędzy ul. Podwale a pl. Kościuszki (fotografie 3 i 4). Na

odcinkach wolnych od stałego obciążenia ruchem samochodowym (ewentualne „korytarze życia” dla karet – fotografia 5) w ciągu ul. Świdnickiej pomiędzy pl. Kościuszki a ul. J. Piłsudskiego stwierdzono brak zapadnięć oraz dobrą trwałość konstrukcji. Omawiane problematyka mogła być spowodowana niewłaściwym wypełnieniem spoin oraz brakiem ich zawibroowania przez wykonawcę, a w efekcie oddzieleniem spoin od kostek oraz wypłukaniem zaprawy spoinującej. Dodatkowo wznowienie ruchu po kilku dniach od wykonania spoinowania spowodowało obciążenie zaprawy i spoin, które nie uzyskały jeszcze właściwych parametrów wytrzymałościowych.

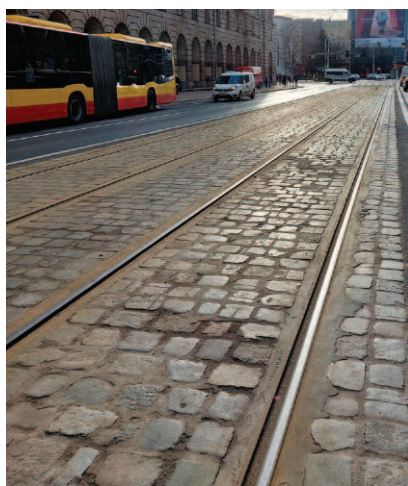


Photo 5. Tram tracks not burdened by road traffic, surface made of stone cubes, ul. Świdnicka on the section from Kościuszki Square to J. Piłsudski Street (12/2023)

Fot. 5. Torowiska nieobciążone ruchem kołowym, nawierzchnia z kostki kamiennej, ul. Świdnicka na odcinku od pl. Kościuszki do ul. J. Piłsudskiego (12.2023 r.)

Tram track structure with concrete surface and stone cube imprint

The alternative solution proposed by the tram track manager in Wrocław, accepted by the conservator, included a standard concrete surface, with a surface imitating stone cubes (Figure 3; Photo 6). The track on the concrete substructure was made of 60R2 rails on a continuous elastic grout based on polyurethane resin with a minimum thickness of 2 cm, which were attached to the concrete substructure with glued-in anchor bolts. For the surface, cement concrete C30/37 with dispersed reinforcement made of polypropylene fibres in the amount of 1.5 kg/m³ with a cube texture 18/20 was used. For the implementation of this solution, specially designed polyurethane resin matrices were used (Photo 7). The concrete surface with a block imprint was designed only along

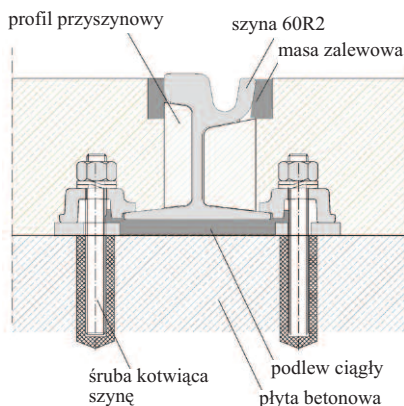


Fig. 3. Tram tracks in the switch area, concrete surface based on design documentation

Rys. 3. Torowiska w rejonie zwrotnicy, nawierzchnia betonowa na podstawie dokumentacji projektowej [9]

odcinkach wolnych od stałego obciążenia ruchem samochodowym (ewentualne „korytarze życia” dla karet – fotografia 5) w ciągu ul. Świdnickiej pomiędzy pl. Kościuszki a ul. J. Piłsudskiego stwierdzono brak zapadnięć oraz dobrą trwałość konstrukcji. Omawiane problematyka mogła być spowodowana niewłaściwym wypełnieniem spoin oraz brakiem ich zawibroowania przez wykonawcę, a w efekcie oddzieleniem spoin od kostek oraz wypłukaniem zaprawy spoinującej. Dodatkowo wznowienie ruchu po kilku dniach od wykonania spoinowania spowodowało obciążenie zaprawy i spoin, które nie uzyskały jeszcze właściwych parametrów wytrzymałościowych.

Konstrukcja torowiska tramwajowego z nawierzchnią betonową z odciskiem kostki kamiennej

Alternatywne rozwiązanie zaproponowane przez zarządcę torowisk tramwajowych we Wrocławiu, zaakceptowane przez konserwatora, obejmowało standardową nawierzchnię betonową, z powierzchnią imitującą kostkę kamienną (rysunek 3; fotografia 6). Torowisko na podbudowie betonowej wykonano z szyn 60R2 na podlewie ciągłym sprężystym na bazie żywicy poliuretanowej o minimalnej grubości 2 cm, które przytwierdzono do podbudowy betonowej wklejanymi śrubami kotwiącymi. Na nawierzchni zastosowano beton cementowy C30/37 ze zbrojeniem rozproszonym z włókien polipropylenowych w ilości 1,5 kg/m³ z fakturą kostki 18/20. Na potrzeby realizacji tego rozwiązania wykorzystano specjalnie zaprojektowane matryce

the length of the tram switch due to difficulties in laying stone cubes in this area. As a result, it was possible to precisely fill the space in hard-to-reach places – at the switch and at sharp crossing angles (Figure 4). The discussed technology involved the reconstruction of:

- the turnout area at the intersection of J. Piłsudskiego and Stawowa Streets, at the intersection of Zwierzynieci Bridge and A. Wajdy Street;

- the track in Powstańców Śląskich Street from Zaolziańska Street to J. Piłsudskiego Street along a length of approx. 436 m of single track on the existing 30 cm thick C30/37 concrete substructure;

- the turnout area at the intersection of Pomorska and Dubois Streets;

- the track in Trzebnicka Street in the area of the turnout junction at Powstańców Wielkopolskich Square along a length of approx. 118 m of double track on a 30 cm thick C30/37 concrete substructure with dispersed reinforcement made of polypropylene fibres in the amount of 1.5 kg/m³;

- turnout area in the turnout junction at S. Staszica Square on a 30 cm thick C30/37 concrete substructure reinforced with mesh at the top and bottom.

The solution is characterized by high durability and aesthetics due to its ease of execution and good cooperation at the rail-concrete slab interface. The concrete surface is exposed, only initially, to the formation of possible shrinkage cracks and cracks, which can be eliminated by proper care of the concrete during its maturation period and by making appropriate anti-shrinkage cuts. The concrete surface with the block imprint clearly stands out visually from the stone block surface (Photo 8). This is the main problem from the point of view of conservation protection, but it does not affect safe operation. Sections where the continuity of the structure has been maintained are characterized by greater aesthetics (Photo 9).



Photo 8. Visible extent of the concrete surface with the imprint of stone cubes in the area of the turnout, the turnout in J. Piłsudskiego Street, intersection with Stawowa Street (12/2023)

Fot. 8. Widoczny zakres nawierzchni betonowej z odciskiem kostki kamiennej w rejonie rozjazdu, rozjazd w ul. J. Piłsudskiego, skrzyżowanie z ul. Stawową (12.2023 r.)



Photo 6. Tram tracks in the switch area, concrete surface with the imprint of stone cubes, turnout in the J. Piłsudskiego Street at the intersection with Stawowa Street (12/2023)

Fot. 6. Torowisko w rejonie zwrotnicy, nawierzchnia betonowa z odciskiem kostki kamiennej, rozjazd w ul. J. Piłsudskiego na skrzyżowaniu z ul. Stawową (12.2023 r.)



Photo 7. Polyurethane matrix

Fot. 7. Matryca poliuretanova

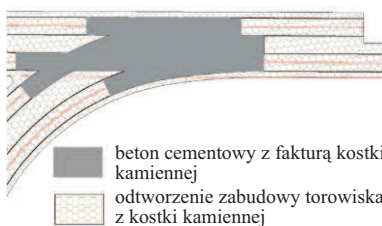


Fig. 4. The scope of the concrete surface with the imprint of stone cubes in the turnout area based on design documentation

Rys. 4. Zakres nawierzchni betonowej z odciskiem kostki kamiennej w rejonie rozjazdu na podstawie dokumentacji projektowej [9]

z żywicy poliuretanowej (fotografia 7). Nawierzchnia betonowa z odciskiem kostki została zaprojektowana wyłącznie na długości rozjazdu tramwajowego ze względu na trudności w układaniu kostki kamiennej na tym obszarze. W efekcie możliwe było precyzyjne wypełnienie przestrzeni w miejscach trudno dostępnych – przy zwrotnicy oraz przy kątach ostrych krzyżownic (rysunek 4). W omawianej technologii przebudowano:

- rejon rozjazdów na skrzyżowaniu ul. J. Piłsudskiego i ul. Stawowej, na skrzyżowaniu Mostu Zwierzynieckiego i ul. A. Wajdy;

- torowisko w ul. Powstańców Śląskich od ul. Zaolziańskiej do ul. J. Piłsudskiego na długości ok. 436 m toru pojedynczego na istniejącej podbudowie z betonu C30/37 o grubości 30 cm;

- rejon rozjazdów na skrzyżowaniu ul. Pomorskiej i ul. Dubois;

- torowisko w ul. Trzebnickiej w rejonie węzła rozjazdowego na pl. Powstańców Wielkopolskich na długości ok. 118 m toru podwójnego na podbudowie betonowej C30/37 o grubości 30 cm ze zbrojeniem rozproszonym z włókien polipropylenowych w ilości 1,5 kg/m³;

- rejon rozjazdów w węźle rozjazdowym na pl. ks. S. Staszica na podbudowie betonowej C30/37 grubości 30 cm zbrojonej siatką góra i dółem.

Rozwiązanie cechuje się dużą trwałością oraz estetyką ze względu na łatwość wykonania oraz dobrą współpracę na styku szyna-płyta betonowa. Nawierzchnia betonowa narażona jest, wyłącznie początkowo, na powstawanie ewentualnych rys skurczowych i pęknięć, które można wyeliminować przez właściwą pielęgnację betonu w okresie jego dojrzewania oraz wykonanie odpowied-



Photo 9. Concrete surface with the imprint of stone cubes, A. Wajda Street (11/2023)

Fot. 9. Nawierzchnia betonowa z odciskiem kostki kamiennej, ul. A. Wajdy (11/2023 r.)

nich nacięć przeciwskurczowych. Nawierzchnia betonowa z odciskiem kostki wyraźnie odcina się wizualnie od nawierzchni z kostki kamiennej (fotografia 8). Jest to główny problem z punktu widzenia ochrony konserwatorskiej, ale nie ma on wpływu na bezpieczną eksploatację. Odcinki, na których zachowano ciągłość konstrukcji, cechują się większą estetyką (fotografia 9).

Analysis of renovation tasks carried out in Wrocław

Wrocław has a comprehensive policy for the protection and care of monuments. Revitalization programs are being created, which cover the historic areas of the city. The municipal program for the care of monuments assumes the renovation of monuments not only in the city center, but also on its outskirts. The program concerns the municipality's broad-based activities concerning the protection of cultural heritage [15].

Planned road and tram investments must be consulted with the relevant offices each time. Due to the conservation protection zones in force in Wrocław, it is not always possible to introduce changes to the existing structure. The scope of construction works carried out in the vicinity of the monument cannot violate its historical and cultural values. The local plans have established conservation protection zones and conservation protection zones for archaeological monuments.

In accordance with the guidelines included in the *Study of Conditions and Directions of Spatial Development of Wrocław* [15], it is recommended to protect historical urban layouts and their main elements (planning of roads, streets, squares, urban interiors, lines and dimensions of buildings, view axes, historical reservoirs and watercourses, greenery layouts, front gardens, small architecture, as well as historical surfaces of streets, squares and pavements) and to preserve and display historical surfaces of communication routes. This document defines the directions of the spatial policy of the commune.

In the years 2020 – 2024, 56 tram investments were completed. It was established that in the case of twenty-five of them, the surface was made of stone cubes. In the design of thirteen of these investments, the stone cubes were completely abandoned, in seven, the stone cubes were partially recreated in combination with the construction of a concrete slab with a stone cube imprint, obtaining an unsuccessful aesthetic effect (Photo 8), including five of them, the stone cubes stabilized with a steel angle were recreated, while in two, the stone cubes were recreated using a different technology. In the case of three other investments, the entire section under renovation was made of stone cubes stabilized with a steel angle, and in the other two, the stone cubes were recreated.

Summary

Due to the mass removal of historical surfaces in Poland and their replacement with new ones, in 2024 recommendations were prepared at the request of the General Conservator of Monuments [16]. They emphasized that historical surfaces should be treated as a valuable and difficult to renew historical resource. Work on historical surfaces should be limited to a minimum and should be limited to necessary repairs aimed at securing, supplementing and consolidating the original substance and structure, as well as improving the functional value. Stone surfaces are among the most common types of surfaces in historical areas.

Analiza zadań remontowych realizowanych we Wrocławiu

Wrocław prowadzi kompleksową politykę ochrony zabytków i opieki nad zabytkami. Powstają programy rewitalizacji, które obejmują zabytkowe obszary miasta. Gminny program opieki nad zabytkami zakłada remont zabytków nie tylko w centrum miasta, ale i na jego obrzeżach. Program dotyczy szeroko zakrojonych działań gminy dotyczących ochrony dziedzictwa kulturowego [15].

Planowane inwestycje drogowo-tramwajowe każdorazowo muszą być konsultowane z odpowiednimi urzędami. Ze względu na obowiązujące na terenie Wrocławia strefy objęte ochroną konserwatorską nie zawsze jest możliwe wprowadzenie zmian w dotychczasowej konstrukcji. Zakres robót budowlanych realizowanych w rejonie zabytku nie może naruszać jego walorów historyczno-kulturowych. W planach miejscowych ustalono strefy ochrony konserwatorskiej oraz strefy ochrony konserwatorskiej zabytków archeologicznych.

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia* [15], zaleca się ochronę historycznych układów urbanistycznych i ich głównych elementów (rozplanowania dróg, ulic, placów, wnętrz urbanistycznych, linii i gabarytów zabudowy, osi widokowych, historycznych zbiorników i cieków wodnych, układów zieleni, przedogródków, małej architektury, a także historycznych nawierzchni ulic, placów i chodników) oraz zachowanie i wyeksponowanie historycznych nawierzchni ciągów komunikacyjnych. Dokument ten określa kierunki polityki przestrzennej gminy.

W latach 2020 – 2024 zrealizowano 56 inwestycji tramwajowych. Ustalono, że w przypadku dwudziestu pięciu z nich nawierzchnia wykonana była z kostki kamiennej. W projekcie trzynastu z tych inwestycji całkowicie zrezygnowano z kostki kamiennej, w siedmiu częściowo odtworzono kostkę kamienną w połączeniu z wykonaniem płyty betonowej z odciśnięciem kostki kamiennej, uzyskując nieudany efekt estetyczny (fotografia 8), w tym w pięciu z nich odtworzono kamienną kostkę stabilizowaną kątownikiem stalowym, natomiast w dwóch zastosowano odtworzenie kostki kamiennej w innej technologii. W przypadku trzech kolejnych inwestycji na całym odcinku objętym remontem zastosowano kostkę kamienną stabilizowaną kątownikiem stalowym, a w dwóch pozostałych odtworzono kostkę kamienną.

Podsumowanie

Ze względu na masowe usuwanie nawierzchni historycznych w Polsce i zastępowanie ich nowymi, w 2024 r. przygotowano rekomendacje na zlecenie generalnego konserwatora zabytków [16]. Zaznaczono w nich, że historyczne nawierzchnie powinny być traktowane jako cenne i trudno odnawialny zasób zabytkowy. Prace na nawierzchniach historycznych powinny być ograniczone do minimum i sprowadzać się do koniecznych napraw, mających na celu zabezpieczenie, uzupełnienie oraz utrwalenie oryginalnej substancji i struktury, a także poprawy wartości funkcjonalnej. Nawierzchnie z kamienia należą do najczęściej występujących rodzajów nawierzchni na obszarach historycznych.

It should be noted that old pavements are highly respected abroad, especially in Germany, where historical pavements are preserved even in places with increased pedestrian traffic [17]. Examples include: the area around the cathedral in Bamberg (Germany) – all pavements are paved; the area around the courtyard of the Cistercian monastery in Neuzelle (Germany) – pavement made of large and small field stones; the area around the Red Monastery (Slovakia) – pavement made of small boulders; Nyboder and Nyhaven in Denmark (Copenhagen).

Currently, many valuable surfaces in Poland are being destroyed because their significance has not been recognized and appreciated. The most frequently identified problems are:

- lack of compatibility of new surfaces with the historical surface (joint);
- random selection of paving stones – improperly performed supplementation of the historical street surface;
- disruption of the space of the historical interior by adding additional elements (e.g. fencing off the pavement);
- excessive variety of the material used;
- incorrect selection of the surface (ahistorical), inconsistent with the character of the surroundings;
- change of the surface material causing a complete loss of historical values.

According to [17], research on the history of the pavement and historic road infrastructure should be intensified and made public. The pavement should, in its colours, material and layout, carefully fit into the preserved sequence of historical pavements, avoiding aesthetic dissonance in the places of contact [16].

Wrocław does not have an inventory of urban pavements. The inventory of all roads, streets and squares that are distinguished by historical elements is aimed at protecting them from uncontrolled destruction. These surfaces should be entered in the municipal register of monuments, and the most valuable of them in the register of monuments. A good example is Warsaw, where over 60 cobbled or clinker streets have been entered in the municipal register of monuments [18].

During the implementation of tram investments in Wrocław in the years 2020 – 2024, a surface with stone cubes stabilized with a steel angle and a concrete surface with a stone cube imprint were used. Based on the diagnosed defects, it was found that the proposed angle did not fulfill the intended function. The load of car traffic caused numerous shifts of the stone cubes and losses at the rail-cube contact even on the straight section. In the case of concrete pavement with a stone block imprint, no obvious defects or damage were observed. It seems, therefore, that the second solution is definitely a better choice, but used randomly, it is aesthetically unfavourable. It is striking with its excessive variety of materials used (e.g. stone blocks and concrete slab with stone blocks in the area of the junction and asphalt pavement in the rest of the roadway). However, at present, it is necessary to realise the value of historic pavements, increase their control and the possibility of protecting this type of cultural heritage.

Należy zauważyć, że stare nawierzchnie są bardzo szanowane za granicą, szczególnie w Niemczech, gdzie historyczne bruki zachowuje się nawet w miejscach wzmoczonego ruchu pieszych [17]. Przykładami są m.in.: teren wokół katedry w Bambergu (Niemcy) – brukowane są wszystkie nawierzchnie; teren wokół dziedzińca klasztoru cysterskiego w Neuzelle (Niemcy) – nawierzchnia zbudowana z dużych i małych kamieni polnych; teren w okolicy Czerwonego Klasztoru (Słowacja) – bruk z małych otoczków; Nyboder i Nyhaven w Danii (Kopenhaga).

Obecnie w Polsce wiele cennych nawierzchni jest niszczone, ponieważ nie rozpoznano i nie doceniono ich znaczenia. Najczęściej identyfikowanymi problemami są:

- brak współgrania nowych nawierzchni z nawierzchnią historyczną (styk);
- przypadkowy dobór kostki – niewłaściwie przeprowadzone uzupełnienie historycznej nawierzchni ulicy;
- zakłócenie przestrzeni historycznego wnętrza przez dodanie dodatkowych elementów (np. wygrozdzenie chodnika);
- nadmierna różnorodność zastosowanego materiału;
- nieprawidłowy dobór nawierzchni (ahistoryczny), nie-spójny z charakterem otoczenia;
- zmiana materiału nawierzchni powodująca całkowitą utratę walorów zabytkowych.

Zgodnie z [17] należy zintensyfikować i upublicznić badania nad historią nawierzchni i zabytkową infrastrukturą drogową. Nawierzchnia powinna swoją kolorystyką, materiałem i układem starannie wpisywać się w zachowany ciąg nawierzchni historycznych, unikać dysonansu estetycznego w miejscach styku [16].

Wrocław nie posiada inwentaryzacji posadzki urbanistycznej. Zinwentaryzowanie wszystkich dróg, ulic i placów, które odznaczają się historycznymi elementami, ma na celu ich ochronę przed niekontrolowanym zniszczeniem. Nawierzchnie te powinny zostać wpisane do gminnej ewidencji zabytków, a najcenniejsze z nich do rejestru zabytków. Dobrym przykładem jest Warszawa, gdzie do gminnej ewidencji zabytków wpisano ponad 60 brukowanych lub klinkierowanych ulic [18].

Podczas realizacji inwestycji tramwajowych we Wrocławiu w latach 2020 – 2024 zastosowano nawierzchnię z kostką kamienną stabilizowaną kątownikiem stalowym oraz nawierzchnię betonową z odciskiem kostki kamiennej. Na podstawie zdiagnozowanych wad stwierdzono, że zaproponowany kątownik nie spełnił założonej funkcji. Obciążenie ruchem samochodowym spowodowało liczne przesunięcia kostki kamiennej i ubytki na styku szyna-kostka nawet na odcinku prostym. W przypadku nawierzchni betonowej z odciskiem kostki kamiennej nie zauważono wyraźnych ubytków i uszkodzeń. Wydaje się zatem, że to drugie rozwiązanie jest zdecydowanie lepszym wyborem, jednak stosowane wyrywkowo jest niekorzystne estetycznie. Razi nadmierną różnorodnością zastosowanego materiału (np. kostka kamienna oraz płyta betonowa z kostką kamienną w obrębie rozjazdu oraz nawierzchnia asfaltowa w pozostałej części pasa drogowego). Obecnie jednak należy uświadomić sobie wartość nawierzchni zabytkowych, zwiększyć ich kontrolę i możliwość ochrony tego rodzaju dziedzictwa kulturowego.

Received: 10.02.2025
Revised: 18.03.2025
Published: 25.04.2025

Artykuł wpłynął do redakcji: 10.02.2025 r.
Otrzymał poprawiony po recenzjach: 18.03.2025 r.
Opublikowano: 25.04.2025 r.

Literatura

- [1] Spuziak W. Wybrane nawierzchnie drogowe dawnego Wrocławia. *Drogownictwo*. Warszawa 2010; 11: 383 – 389.
- [2] Makuch J. Problemy na styku podtorzy torów tramwajowych i konstrukcji jezdni drogowych. *Przegląd Komunikacyjny*. 2018; 73-10: 14-18.
- [3] Sybilski D, Krzemiński J, Maliszewski M. Innowacyjna nawierzchnia z kostki kamiennej na Krakowskim Przedmieściu w Warszawie. *Drogownictwo*. Warszawa 2010; 3: 80 – 86.
- [4] Eremenko I, Kraski T. Heritage expertise and tram closures in the World Heritage City of Toruń, Poland. *The Journal of Transport History*. 2024; <https://doi.org/10.1177/00225266241263669>.
- [5] Paszkowski ZW, Kołowiecka S, Kuśmerek A. Protection of historic public spaces in the creative process of the city's identity. : A case study of Szczecin (Poland). *Protection of Cultural Heritage*. 2023; 15: 145 – 167.
- [6] Fiorentini N, Huang J, Cuciniello G, Leandri P, Losa M. Comparing the Performance of Historical and Regular Stone Pavement Structures in Urban Trafficked Areas through the Finite Element Method (FEM). *Infrastructures*. 2023; 8(7): 115.
- [7] Draye AM. Legal protection of monuments in their settings: a means of maintaining the spirit of the place. In: 16th ICOMOS General Assembly and International Symposium: 'Finding the spirit of place – between the tangible and the intangible', 29 sept – 4 oct 2008, Quebec, Canada. [Conference or Workshop Item].
- [8] Hirsch R, Łozowska C. Protection and renovation of public areas in a modernist city – the case of three streets in the historic city centre of Gdynia. *Protection of Cultural Heritage*. 2023; <https://doi.org/10.35784/odk.3669>.
- [9] Postępowanie przetargowe 8 kwietnia 2022 r. pod nazwą „KU.241/pn27_2022/AT – Wykonanie robót budowlanych dla Zadania: Wymiana rozjazdów w węzle Most Zwierzyniecki – ul. Mickiewicza wraz z prawem opcji”.
- [10] Postępowanie przetargowe z 6 kwietnia 2016 r. pod nazwą ZP/18/PN/2016 „04110 – Opracowanie dokumentacji projektowej w tym projektu budowlanego, projektu wykonawczego, przedmiarów robót, stwiorb, kosztorysu inwestorskiego (zwanym dalej „opracowaniem” lub „dokumentacją”) oraz uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia (lub postanowienia o odmowie wszczęcia postępowania środowiskowego) i decyzji o pozwoleniu na budowę, a także sprawowania nadzoru autorskiego dla realizacji przedsięwzięcia pn. 04110 – „Przebudowa Mostu Pomorskiego Południowego we Wrocławiu”.
- [11] Makowiecki M. Opis przedmiotu zamówienia dla zadania Przebudowa Mostów Pomorskich wraz z przebudową ciepłociągu we Wrocławiu, 2019.
- [12] Pismo MKZ-IZN. 410.44.2017 Departamentu Architektury i Rozwoju Urzędu Miejskiego Wrocławia z 09.02.2017 r.
- [13] Pismo MKZ-IZN. 410.264.2017 Departamentu Architektury i Rozwoju Urzędu Miejskiego Wrocławia z 29.06.2017 r.
- [14] Postępowanie przetargowe z 13 lipca 2021 r. pod nazwą ZP/23/TP/2021 04110 – Przebudowa ulicy Pomorskiej we Wrocławiu – etap I – Przebudowa ulicy Pomorskiej na odcinku od Mostu Pomorskiego Północnego do ulicy Cybulskiego”. Zadanie jest realizowane w ramach Programu Inicjatyw Rad Osiedli (PIRO).
- [15] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia, 2018.
- [16] Olczyk A, Opaska J, Stachańczyk R. Rekomendacje dotyczące postępowania z historycznymi nawierzchniami na obszarach podlegających ochronie konserwatorskiej. *Kurier Konserwatorski*. 2024; 24: 7 – 58.
- [17] Billert A. Ochrona zabytkowych nawierzchni dróg, ulic i placów. *Kurier Konserwatorski*. 2024; 24: 59 – 102.
- [18] Załącznik do Zarządzenia nr 1755/2017 Prezydenta m. st. Warszawy z 13 listopada 2017 roku w sprawie zmian w ewidencji zabytków Miasta Stołecznego Warszawy.
- [19] Skiba M. Nietypowe nawierzchnie tramwajowe wykonywane z uwzględnieniem zaleceń konserwatorskich na terenie Wrocławia. in: *Awarie budowlane: zapobieganie, diagnostyka, naprawy, rekonstrukcje*. Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego. 2024. pp. 967-974.