

## KONCEPCJA SYSTEMU OCENY STANU TECHNICZNEGO PRZEJAZDÓW TRAMWAJOWYCH<sup>1</sup>

---

**Sławomir Grulkowski**

Dr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Transportu Szynowego; ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk; tel.: 58 348 60 89, e-mail: slawi@pg.gda.pl

**Jerzy Zariczny**

Mgr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Transportu Szynowego; ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk; tel.: 58 348 60 89, e-mail: jerzarc@pg.gda.pl

---

***Streszczenie.** Przejazdy tramwajowe stanowią kluczowy element infrastruktury transportu miejskiego. Ich stan techniczny wpływa zarówno na bezpieczeństwo użytkowników linii tramwajowych jak i dróg kołowych. W artykule przedstawiono koncepcję oceny stanu technicznego przejazdów bazującą na doświadczeniach z gdańskiej sieci tramwajowej. Podano jej kryteria, zestawiono występujące wady i uszkodzenia oraz dokonano takiej oceny wraz z analizą przyczynowo – skutkową.*

***Słowa kluczowe:** nawierzchnia tramwajowa, diagnostyka toru tramwajowego, przejazdy tramwajowe*

### 1. Wstęp

W 2012 roku zinwentaryzowano wszystkie przejazdy na gdańskiej sieci tramwajowej. W celu oceny ich stanu technicznego przyjęto jednolite kryteria kwalifikacji dla poszczególnych typów przejazdów. Umożliwiło to sklasyfikowanie wykrytych wad i uszkodzeń. Z uwagi na dużą liczbę analizowanych przypadków podjęto próbę ustalenia przyczyn ich powstawania oraz zaproponowano rozwiązania mające na celu zapobieganie im. W oparciu o te elementy opracowano koncepcję systemu oceny stanu technicznego przejazdów tramwajowych.

Gdańska sieć tramwajowa ma długość 52,2 km, przy czym sumaryczna długość toru pojedynczego wynosi 100,2 km. Jest ona podzielona na 28 węzłów torowych oraz 34 odcinki międzywęzłowe. Tory tramwajowe w ponad 85% są wydzielone z jezdni. Wyjątek stanowią linie w dzielnicach Nowy Port, Przeróbka i Stogi oraz na ulicy Mickiewicza, fragmencie Alei Hallera między węzłami torowymi Opera Bałtycka i Hallera Kliniczna oraz w ciągu ulicy Pomorskiej pod wiaduktem kolejowym. Wszystkie trasy tramwajowe poza pętlami ulicznymi w dzielnicach Brzeźno i Nowy Port są dwutorowe.

---

<sup>1</sup> Wkład autorów w publikację: Grulkowski S. 50%, Zariczny J. 50%

Wyłączając odcinki specjalne (np. obiekty inżynierskie) konstrukcję toru stanowi nawierzchnia podsypkowa, składająca się z szyn rowkowych typu 60R1 (Ri60) lub 180S albo szyn kolejowych typu 49E1 (S49) przytwierdzonych przytwierdzeniami typu K, Skl – 12 lub SB do podkładów drewnianych, betonowych lub stru-nobetonowych.

Stosunkowo duży odsetek linii wydzielonych z jezdni przekłada się na dużą liczbę przejazdów tramwajowych. Pomijając przejścia dla pieszych i rowerzystów na gdańskiej sieci tramwajowej zlokalizowane są 223 przejazdy o całkowitej długości 2942,97 m. Są one wykonane w czterech podstawowych technologiach nawierzchni (tab. 1.):

- z wulkanizowanych mieszanek gumowych (STRAIL),
- bitumicznej z asfaltu lanego (ASF),
- z prefabrykowanych płyt żelbetowych (EPT),
- z kostki wibroprasowanej (BRUK).

Tabela 1. Zestawienie ilościowe i procentowe przejazdów tramwajowych

| Lp.          | Technologia nawierzchni | Ilość [szt.] | Sumaryczna długość [m] | Udział procentowy w całkowitej długości [%] |
|--------------|-------------------------|--------------|------------------------|---|
| 1            | STRAIL                  | 114          | 1403,05                | 47,67                                       |
| 2            | ASF                     | 79           | 1223,14                | 41,56                                       |
| 3            | EPT                     | 13           | 141,41                 | 4,81  |
| 4            | BRUK                    | 17           | 175,37                 | 5,96  |
| <b>Razem</b> |                         | <b>223</b>   | <b>2942,97</b>         | <b>100,00</b>                               |

## 2. Kryteria oceny stanu technicznego

Dla każdego z czterech podstawowych typów przejazdów tramwajowych przyjęto skalę ocen od 1 do 5 (tab. 2). Ocena 1 oznacza bardzo zły stan techniczny, który z uwagi na zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowników powinien skutkować natychmiastową naprawą główną lub zabudową nowego przejazdu. Natomiast ocenę 5 przyznano przejazdom o bardzo dobrym stanie technicznym. Należy przy tym pamiętać, że każdy typ przejazdu ma indywidualne kryteria kwalifikacji, które wpływają w odmienny sposób na ocenę jego stanu technicznego.

Tabela 2. Kryteria oceny stanu technicznego przejazdów tramwajowych

| Ocena   | Kryteria kwalifikacji  |
|---|--|
| <i>Przejazd z wulkanizowanych mieszanek gumowych (STRAIL)</i> |  |
| 5   | Brak uszkodzeń. Dopuszczalne płytkie rysy na powierzchni płyt. Drobne zanieczyszczenia.                          |
| 4   | Zapadnięcia płyt w nowowybudowanym przejeździe. Rozsunęcia płyt do 15 mm. Zapiaszczenie i duże zanieczyszczenie. |
| 3   | Niewielkie wykruszenia na powierzchni płyt. Rozsunęcia płyt ponad 15 mm.   |
| 2   | Pojedyncze wypiętrzenia i zapadnięcia płyt. Klawiszowanie płyt. Rozsunęcia płyt znacznie ponad 15 mm.            |
| 1   | Liczne wypiętrzenia i zapadnięcia płyt. Deformacje płyt. Duże wykruszenia i głębokie rysy na powierzchni płyt.   |

| <i>Przejazd bitumiczny z asfaltu lanego (ASF)</i>         |  |
|---|--|
| 5   | Brak uszkodzeń. Dopuszczalne niewielkie, punktowe wypływy mas uszczelniających. Drobne zanieczyszczenia.   |
| 4   | Wypiętrzenia nawierzchni i mas uszczelniających do 2 cm powyżej główki szyny. Płytkie zapadnięcia nawierzchni. Zapiaszczenie i duże zanieczyszczenie.  |
| 3   | Pojedyncze zapadnięcia nawierzchni wraz z ubytkami. Rozproszona siatka spękań nawierzchni.   |
| 2   | Liczne ubytki i spękania nawierzchni. Głębokie zapadnięcia nawierzchni. Wypiętrzenia nawierzchni i mas uszczelniających ponad 2 cm powyżej główki szyny.   |
| 1   | Duże ubytki nawierzchni. Gęsta siatka spękań nawierzchni. Bardzo głębokie zapadnięcia nawierzchni. Wypiętrzenia nawierzchni znacznie ponad 2 cm powyżej główki szyny. Brak mas uszczelniających. Pęknięte szyny wraz z wychłapami. |
| <i>Przejazd z prefabrykowanych płyt żelbetowych (EPT)</i> |  |
| 5   | Brak uszkodzeń. Drobne zanieczyszczenia.   |
| 4   | Niewielkie wykruszenia na powierzchni płyt. Zapiaszczenie i duże zanieczyszczenie.   |
| 3   | Liczne wykruszenia na powierzchni pojedynczych płyt. Odsłonięte zbrojenie płyt na długości do 15 cm.   |
| 2   | Duże wykruszenia na powierzchni większości płyt. Odsłonięte zbrojenie płyt na długości do 15 cm.   |
| 1   | Bardzo duże wykruszenia na powierzchni płyt. Odsłonięte zbrojenie płyt na długości ponad 15 cm.  |
| <i>Przejazd z kostki wibroprasowanej (BRUK)</i>           |  |
| 5   | Brak uszkodzeń. Drobne zanieczyszczenia.   |
| 4   | Niewielkie zarysowania kostki kołami taboru tramwajowego. Zapiaszczenie i duże zanieczyszczenie.   |
| 3   | Duże zarysowania kostki kołami taboru tramwajowego. Pojedyncze zapadnięcia kostki. Pojedyncze ubytki kostki.   |
| 2   | Bardzo duże zarysowania kostki kołami taboru tramwajowego. Liczne zapadnięcia kostki do 10 cm poniżej główki szyny.  |
| 1   | Liczne ubytki kostki. Liczne zapadnięcia kostki ponad 10 cm poniżej główki szyny.  |

### 3. Klasyfikacja wad i uszkodzeń

Poza kryteriami kwalifikacji do oceny stanu technicznego przejazdów tramwajowych jako dodatkowe przyjęto jednakowe dla wszystkich typów przejazdów kryterium strefy występowania wady lub uszkodzenia. W tym celu nawierzchnię przejazdu podzielono na cztery strefy [2]:

- a) międzytorze – z wyłączeniem strefy przyszynowej,
- b) przyszynowa – fragment nawierzchni przejazdu w bezpośrednim sąsiedztwie główki szyny,
- c) międzypodkole – z wyłączeniem strefy przyszynowej,
- d) zewnętrzna – zewnętrzne płyty przejazdowe z wyłączeniem strefy przyszynowej, dotyczy przejazdów z wulkanizowanych mieszanek gumowych (STRAIL) i prefabrykowanych płyt żelbetowych (EPT).

Część wykrytych wad i uszkodzeń okazała się wspólna dla wszystkich typów przejazdów. Należą do nich:

- a) zachwaszczenie,
- b) zapiaszczenie,
- c) brak prawidłowego odwodnienia (fot. 1.).



Fot. 1. Zastoisko wody opadowej na przejeździe nr 93 al. Grunwaldzka – Opata Jacka Rybińskiego

Natomiast większość zaobserwowanych defektów jest charakterystyczna dla poszczególnych typów przejazdów (tab. 3.).

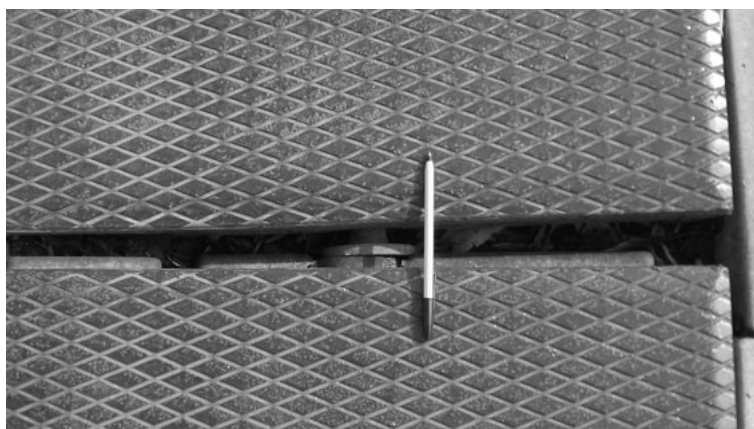
Tabela 3. Typowe wady i uszkodzenia przejazdów tramwajowych

| <b>STRAIL</b>   | <b>ASF</b>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wypiętrzenia płyt,</li> <li>• Zapadnięcia płyt,</li> <li>• Deformacje płyt (fot. 2.),</li> <li>• Klawiszowanie płyt,</li> <li>• Rozsunięcia płyt (fot. 3.),</li> <li>• Wykruszenia na powierzchni płyt,</li> <li>• Zarysowania na powierzchni płyt.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubytki nawierzchni (fot. 4.),</li> <li>• Spękania nawierzchni,</li> <li>• Zapadnięcia nawierzchni,</li> <li>• Wypiętrzenia nawierzchni (fot. 5.),</li> <li>• Wypływ mas uszczelniających.</li> </ul> |
| <b>EPT</b>  | <b>BRUK</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Odslonięte zbrojenie płyt,</li> <li>• Wykruszenia na powierzchni płyt.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubytki kostki,</li> <li>• Zapadnięcia kostki (fot. 6.),</li> <li>• Zarysowania kostki kołami taboru tramwajowego.</li> </ul>   |



Fot. 2. Deformacje płyt na przejazdach nr 2 i 3 Okopowa – al. Armii Krajowej





*Fot. 3. Rozsumięcia płyt na przejeździe nr 117 Chłopska – Piastowska*



*Fot. 4. Ubytki nawierzchni na przejeździe nr 167 Gdańska – Emilii Plater*



*Fot. 5. Wypiętrzenia nawierzchni na przejeździe nr 19 Hucisko – 3 Maja*



Fot. 6. Zapadnięcia kostki na przejeździe nr 54 Nowotna – Wyjazd z lasu nr 5

#### 4. Ocena stanu technicznego

Z przeprowadzonej oceny wynika, że przejazdy na gdańskiej sieci tramwajowej są w stanie technicznym ogólnym dobrym (tab. 4). Decydujący wpływ na nią miały nowowybudowane przejazdy z wulkanizowanych mieszanek gumowych (STRAIL). Przy ocenie stanu technicznego pominięto cztery przebudowywane przejazdy bitumiczne z asfaltu lanego (ASF) i dwa tymczasowe przejazdy z prefabrykowanych płyt żelbetowych (EPT) zlokalizowane w dzielnicy Brzeźno.

Tabela 4. Stan techniczny przejazdów w skali gdańskiej sieci tramwajowej

| Ocena   | Typ przejazdu [szt.] |             |             |             |
|---|----------------------|-------------|-------------|-------------|
|   | STRAIL               | ASF         | EPT         | BRUK        |
| 5,0   | 52                   | 11          | 0           | 4           |
| 4,5   | 35                   | 13          | 2           | 6           |
| 4,0   | 16                   | 8           | 2           | 1           |
| 3,5   | 4                    | 12          | 4           | 1           |
| 3,0   | 2                    | 6           | 2           | 2           |
| 2,5   | 2                    | 7           | 1           | 0           |
| 2,0   | 1                    | 3           | 0           | 2           |
| 1,5   | 2                    | 11          | 0           | 1           |
| 1,0   | 0                    | 4           | 0           | 0           |
| <b>Średnia ocena</b>  | <b>4,49</b>          | <b>3,33</b> | <b>3,59</b> | <b>3,88</b> |
| <b>Średnia ocena dla wszystkich typów przejazdów: 3,996</b> |                      |             |             |             |

Należy przy tym zauważyć, że stan techniczny przejazdów jest zróżnicowany. Pomimo intensywnych prac modernizacyjnych, dzięki którym 30,9% przejazdów jest w stanie technicznym bardzo dobrym, nadal 15,7% przejazdów pozostaje w stanie technicznym złym lub bardzo złym. W związku z tym dokonano również oceny stanu technicznego przejazdów na poszczególnych odcinkach międzywęzłowych (tab. 5). Pominięto w niej trzy odcinki międzywęzłowe, na których nie są

zlokalizowane żadne przejazdy. Na tej podstawie opracowano mapę stanu technicznego przejazdów tramwajowych w Gdańsku (rys. 1).

Tab.5. Stan techniczny przejazdów tramwajowych w skali odcinków międzywęzłowych

| Lp. | Odcinek międzywęzłowy                                   | Dzielnica Gdańska | Średnia ocena |
|-----|---|-------------------|---------------|
| 1   | 01 – 02 Węzeł Unii Europejskiej – Hucisko               | Śródmieście       | 3,42          |
| 2   | 01 – 05 Węzeł Unii Europejskiej – Pętla Przeróbka       | Śródmieście       | 2,35          |
| 3   | 02 – 03 Hucisko – 3 Maja Nowe Ogrody                    | Śródmieście       | 2,83          |
| 4   | 02 – 08 Hucisko – Węzeł Piastowski                      | Śródmieście       | 3,90          |
| 5   | 03 – 04 3 Maja Nowe Ogrody – Pętla Siedlce              | Siedlce           | 4,60          |
| 6   | 03 – 09 3 Maja Nowe Ogrody – Brama Oliwska              | Śródmieście       | 4,50          |
| 7   | 05 – 06 Pętla Przeróbka – Pętla Pasanil                 | Przeróbka         | 3,44          |
| 8   | 06 – 07 Pętla Pasanil – Pętla Stogi                     | Stogi             | 2,50          |
| 9   | 08 – 09 Węzeł Piastowski – Brama Oliwska                | Śródmieście       | 4,00          |
| 10  | 08 – 19 Węzeł Piastowski – Pętla Kliniczna              | Młyniska          | 4,56          |
| 11  | 09 – 10 Brama Oliwska – Opera                           | Aniołki           | 4,25          |
| 12  | 10 – 11 Opera – Grunwaldzka Bocznicza Kolejowa          | Wrzeszcz          | 4,44          |
| 13  | 11 – 12 Grunwaldzka Bocznicza Kolejowa – Pętla Ogrodowa | Strzyża           | 3,88          |
| 14  | 12 – 13 Pętla Ogrodowa – Pętla Oliwa                    | Oliwa             | 4,45          |
| 15  | 13 – 14 Pętla Oliwa – Pomorska Chłopska                 | Żabianka          | 3,75          |
| 16  | 14 – 15 Pomorska Chłopska – Pętla Jelitkowo             | Jelitkowo         | 5,00          |
| 17  | 14 – 16 Pomorska Chłopska – Pętla Zaspą                 | Przymorze         | 4,13          |
| 18  | 16 – 17 Pętla Zaspą – Hallera Mickiewicza               | Zaspą             | 4,00          |
| 19  | 17 – 18 Hallera Mickiewicza – Hallera Kliniczna         | Wrzeszcz          | 4,63          |
| 20  | 17 – 20 Hallera Mickiewicza – Hallera Gdańska           | Wrzeszcz          | 4,44          |
| 21  | 18 – 19 Hallera Kliniczna – Pętla Kliniczna             | Wrzeszcz          | 5,00          |
| 22  | 19 – 26 Pętla Kliniczna – Marynarki Polskiej Wyzwolenia | Letnica           | 4,13          |
| 23  | 20 – 21 Hallera Gdańska – Pętla Brzeźno Plaża           | Brzeźno           | 5,00          |
| 24  | 20 – 22 Hallera Gdańska – Pętla Brzeźno                 | Brzeźno           | 3,21          |
| 25  | 21 – 22 Pętla Brzeźno Plaża – Pętla Brzeźno             | Brzeźno           | 4,50          |
| 26  | 22 – 23 Pętla Brzeźno – Oliwska Rybołowców              | Nowy Port         | 3,50          |
| 27  | 23 – 25 Oliwska Rybołowców – Plac Wolności              | Nowy Port         | 5,00          |
| 28  | 24 – 25 Zajezdnia Nowy Port – Plac Wolności             | Nowy Port         | 2,60          |
| 29  | 25 – 26 Plac Wolności – Marynarki Polskiej Wyzwolenia   | Nowy Port         | 3,33          |
| 30  | 26 – 27 Węzeł Carla Groddecka – Pętla Witosa            | Chelm             | 3,82          |
| 31  | 27 – 28 Pętla Witosa – Pętla Świętokrzyska              | Ujeścisko         | 4,75          |

Wynika z niej, że w najgorszym stanie technicznym są przejazdy zlokalizowane w dzielnicach Śródmieście, Przeróbka, Stogi, Brzeźno i Nowy Port. Szczególną uwagę należy zwrócić na fragment sieci tramwajowej między węzłami torowymi Węzeł Unii Europejskiej i Pętla Stogi, gdzie większość przejazdów została wykonana w technologii nawierzchni bitumicznej z asfaltu lanego (ASF) i nie była remontowana od dziesięcioleci. Obecnie na wskutek wieloletniej, intensywnej eksploatacji w ich obrębie pękają szyny i występują wychłapy (fot. 7.).



Rys. 1. Mapa stanu technicznego przejazdów tramwajowych w Gdańsku



Fot. 7. Pęknięta szyna wraz z wycłapami na przejeździe nr 13 Siennicka – Stary Dwór



## 5. Przyczyny powstawania wad i uszkodzeń

Wśród przyczyn powstawania wad i uszkodzeń zidentyfikowano takie, które są wspólne dla wszystkich typów przejazdów tramwajowych oraz te, które są charakterystyczne dla poszczególnych z nich. Do pierwszej grupy zakwalifikowano:

- a) nieprawidłowe odwonienie przejazdu – źle zaprojektowane lub wykonane spadki poprzeczne nawierzchni przejazdu albo jej zapadanie się lub ubytki powstałe w wyniku wieloletniej, intensywnej eksploatacji, powodują tworzenie się zastoisk wody opadowej; gromadząca się woda opadowa prowadzi do korozji elementów stalowych nawierzchni tramwajowej, a penetrując w jej głąb obniża nośność podtorza; w połączeniu z zapiaszczeniem skutkuje zachwaszczeniem;
- b) nierównomierne zagęszczenie podtorza – brak równomiernego podparcia powoduje klawiszowanie płyt przejazdowych, zapadanie się kostki wibroprasowanej, a w przypadku przejazdu bitumicznego z asfaltu laneo (ASF) uginanie się rusztu torowego pod ciężarem przejeżdżającego taboru tramwajowego; klawiszowanie płyt przejazdowych prowadzi do ich wypiętrzania, zapadania, deformowania lub kruszenia się betonu skutkującego odsłonięciem zbrojenia płyt; uginanie się rusztu torowego prowadzi do wypiętrzania się nawierzchni przejazdu i wypływu mas uszczelniających;
- c) zbytne zużycie elementów konstrukcyjnych przejazdu – wyeksploatowany element konstrukcyjny przejazdu będzie powodował stopniową degradację pozostałych, dotychczas sprawnych części; zalecana jest jego natychmiastowa naprawa lub wymiana;
- d) niska jakość prac projektowych i robót torowych – skutek przyjmowania wyłącznie kryterium najniższej ceny w przetargach; przejawia się np. nieprawidłowym odwodnieniem przejazdu lub nierównomiernym zagęszczeniem podtorza; zalecane jest przyjmowanie dodatkowych kryteriów gwarantujących wybór wykonawcy świadczącego wysoką jakość usług.

W przypadku przejazdu z wulkanizowanych mieszanek gumowych (STRAIL) przyczyną powstawania wad i uszkodzeń jest również błędny dobór podtypu przejazdu STRAIL w stosunku do wielkości natężenia ruchu drogowego i nacisków osiowych pochodzących od pojazdów drogowych. Wątpliwości budzi także deklarowana przez producenta wytrzymałość na nie. Powoduje to wypiętrzanie się, zapadanie się i deformowanie się płyt skutkujące ich klawiszowaniem. Małą wytrzymałość na duże natężenie ruchu drogowego i naciski osiowe pochodzące od pojazdów drogowych ma również przejazd z kostki wibroprasowanej (BRUK). Kolejnym istotnym czynnikiem jest kąt skrzyżowania osi jezdni z osią toru tramwajowego. Im ten kąt jest bardziej ostry lub jezdnia jest położona w łuku poziomym, tym większe jest prawdopodobieństwo rozsuwania się płyt. Wynika to z działania siły odśrodkowej w łukach poziomych i siły tarcia podczas hamowania pochodzących

od pojazdów drogowych. Jeżeli następnie szczelina między dwoma rozsuniętymi płytami ulegnie zanieczyszczeniu, to nie mogą one wrócić do pierwotnego położenia. Wątpliwości budzi deklarowana przez producenta wytrzymałość na rozsuwanie się płyt. W tego typu lokalizacjach należy wykonywać przejazdy bitumiczne z asfaltu lanego (ASF) lub przejazdy z prefabrykowanych płyt żelbetowych (EPT). Przejazdy z wulkanizowanych mieszanek gumowych (STRAIL) są także podatne na uszkodzenia mechaniczne np. zarysowanie powierzchni płyty elementem związającym z taboru tramwajowego.

Przyczyną powstawania wad i uszkodzeń charakterystyczną dla przejazdu bitumicznego z asfaltu lanego (ASF) i przejazdu z kostki wibroprasowanej (BRUK) jest nieszczelność strefy przyszynowej. Wpływ mas uszczelniających umożliwia wodzie opadowej penetrowanie w jej głąb powodując obniżenie nośności podtorza. Prowadzi to do pękania, zapadania się i powstawania ubytków w nawierzchni przejazdu. Zalecane jest bieżące uzupełnianie mas uszczelniających [3].

## 6. Wnioski

1. Dobór typu przejazdu tramwajowego nie może być przypadkowy. Przede wszystkim należy uwzględnić wielkość natężenia ruchu drogowego i nacisków osiowych pochodzących od pojazdów drogowych. Nie bez znaczenia pozostaje również kąt skrzyżowania osi jezdni z osią toru tramwajowego.
2. Zasadniczy wpływ na trwałość przejazdu tramwajowego ma jego prawidłowe odwodnienie i równomierne zagęszczenie podtorza.
3. Należy odejść od kryterium najniższej ceny w przetargach. Przy wyborze wykonawcy priorytetem powinna być wysoka jakość prac projektowych i robót torowych. Wykonawca składający ofertę poniżej wartości kosztorysu inwestorskiego, przeważnie nie jest w stanie zapewnić należytej jakości świadczonych usług.
4. Zaproponowana koncepcja systemu oceny stanu technicznego przejazdów tramwajowych po uszczegółowieniu może stanowić element kompleksowego systemu diagnostyki toru tramwajowego, który wymaga pilnego opracowania [1].

## Bibliografia

- [1] Grulkowski S., Jasina M., Propozycja rehabilitacji torowiska tramwajowego znajdującego się na Placu Wolności w sąsiedztwie budynku kościoła p.w. Zesłania Ducha Świętego w Łodzi. W: Sustainable development and renewal of urban structures: international workshop: September 29-30, 2005, Gdańsk, Poland / ed. Andrzej Baranowski; Gdańsk University of

Technology. - Gdańsk : CURE (Centr. Urban Constr. a. Rehab.), Fac. Civil. a. Environm. Eng. Gdańsk Univ. Technol., 2005. - S. 109-114.

- [2] Makuch J., Nowe metody w diagnostyce torowisk tramwajowych. Materiały seminaryjne Szóstego Seminarium Diagnostyki Nawierzchni Szynowych, Politechnika Gdańska, Gdańsk, 2004, 211-217.
- [3] Ogólne Specyfikacje Techniczne „D-10.04.01- Nawierzchnie na przejazdach kolejowych i tramwajowych”, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, 1998.