

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA
D10.04.01**

**NAWIERZCHNIA
TORÓW TRAMWAJOWYCH**

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru nawierzchni torów tramwajowych przy przebudowie układu torowego dla zadania.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna (ST) stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy wykonaniu robót opisanych w podpunkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej ST stanowią wymagania szczegółowe dotyczące zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem nawierzchni toru w systemie zintegrowanej nawierzchni torowo-drogowej z prefabrykowanych płyt żelbetowych z korytkami na szyny rowkowe o profilu 60R2, torowiska z prefabrykowanych płyt żelbetowych na wiadukcie oraz torowiska w technologii podlewu ciągłego.

Wymagania dla wykonania warstwy wzmocnionego podłoża, warstw podbudowy z betonu oraz warstw bitumicznych ujęte są w oddzielnych specyfikacjach technicznych. Rozbiórki nawierzchni, roboty ziemne ujęte są także w oddzielnych specyfikacjach technicznych.

1.4. Określenia podstawowe

Użyte w specyfikacji technicznej określenia należy rozumieć w każdym przypadku następująco:

1.4.1. Konstrukcja nawierzchni torowej – układ warstw nawierzchni torowej wraz ze sposobem ich połączenia.

1.4.2. Krzyżownica – część rozjazdu umożliwiająca swobodne przejście w jednym poziomie kół pojazdu szynowego przez miejsce krzyżowania się toków szyn.

1.4.3. Masa podlewowa – masa służąca do wypełnienia przestrzeni pod stopką szyny rowkowej.

1.4.4. Masa zalewowa - masa służąca do wypełniania szczelin między płytami torowymi lub między szyną rowkową a nawierzchnią drogową.

1.4.5. Niweleta toru – wysokościowe i geometryczne rozwinięcie na płaszczyźnie pionowego przekroju w osi toru.

1.4.6. Nawierzchnia torowa – warstwa lub zespół warstw służących do przejmowania i rozkładania obciążeń od ruchu pojazdów szynowych i kołowych na podłoże gruntowe i zapewniające dogodne warunki dla ruchu.

1.4.7. Odwodnienie toru – urządzenie umożliwiające odprowadzenie wód opadowych spływających po torach.

1.4.8. Podkłady – strunobetonowe lub drewniane elementy ułożone prostopadle do osi toru, mające za zadanie przenoszenie na podsypkę nacisków od kół taboru, przekazywanych przez szyny.

1.4.9. Połączenia elektryczne międzypokładowe – połączenia szyn w jednym przekroju przy pomocy linki miedzianej, celem zapewnienia właściwego przepływu prądów powrotnych.

1.4.10. Promień łuku toru – promień koła poziomego opisanego na punktach załomu osi toru.

1.4.11. Rozjazd – urządzenie umożliwiające przejazd taboru tramwajowego z jednego toru na drugi.

1.4.12. Rozjazd jednotorowy pojedynczy – rozjazd, w którym od jednego toru odgałęzia się jeden inny tor; składa się z jednej zwrotnicy i jednej krzyżownicy.

1.4.13. Rozjazd jednotorowy podwójny - rozjazd, w którym od jednego toru odgałęziają się dwa inne tory; składa się z dwóch zwrotnic i trzech krzyżownic.

1.4.14. Rozjazd dwutorowy pojedynczy niepełny – rozjazd, w którym od dwóch torów odgałęzia się jeden inny tor; składa się z jednej zwrotnicy i pięciu krzyżownic.

1.4.15. Rozjazd dwutorowy pojedynczy - rozjazd, w którym od dwóch torów odgałęziają się dwa inne tory; składa się z dwóch zwrotnic i sześciu krzyżownic.

1.4.16. Rozjazd dwutorowy podwójny - rozjazd, w którym od dwóch torów odgałęziają się cztery inne tory; składa się z czterech zwrotnic i osiemnastu krzyżownic.

1.4.17. Skrzynia ziemna – zapewnia przeniesienie obciążeń zewnętrznych wynikających z ruchu pojazdów i pieszych; zabezpieczona jest przed dostępem do niej ciał obcych, posiada odwodnienie; jest zamocowana nieruchomo w zwrotnicy.

1.4.18. Skrzynia zwrotnicowa – stanowi obudowę mechanizmu nastawczego; jest przykręcona do skrzyni ziemnej

1.4.19. Skrzyżowanie torów – przecięcie się dwóch torów w jednym poziomie, bez możliwości przejazdu z jednego toru na drugi tor.

1.4.20. Styk przedglicowy – miejsce stanowiące połączenie toru z rozjazdem od strony zwrotnicy.

1.4.21. Szyna – stalowy element walcowany, składający się z główki, szyjki i stopki, którego zadaniem jest kierowanie kół taboru oraz przejmowanie nacisków kół i przekazywanie ich na podkłady.

1.4.22. Szyna rowkowa – odmiana szyny powstała przez ukształtowanie główki w postaci litery U, ma zastosowanie w konstrukcji toru wbudowanej w jezdnię.

1.4.23. Szyna przejściowa – element szynowy służący do połączenia dwóch różnych rodzajów szyn.

1.4.24. Szyny łączące – elementy szynowe rozjazdu łączące ze sobą zwrotnice z krzyżownicami oraz krzyżownice.

1.4.25. Toki szynowe – połączone ze sobą pojedyncze szyny stanowią toki szynowe: tok prawy i lewy patrząc w kierunku ruchu po torze.

1.4.26. Tor – Podstawowy element drogi tramwajowej, służący bezpośrednio do prowadzenia po nim pojazdów szynowych; składa się z dwóch równoległych szyn ułożonych w ustalonej wzajemnej odległości i przytwierdzonych do podpór.

1.4.27. Zwrotnica – część rozjazdu, która umożliwia przejazd pojazdu szynowego z toru zasadniczego na tor zwrotny.

1.4.28. Tramwaj - pojazd szynowy poruszający się po drogach publicznych

1.4.29. Wypełnienie pasa torowego – wypełnienie przestrzeni między szynami stanowiące nawierzchnię dla pojazdów kołowych.

1.4.30. Studzienka rewizyjna – urządzenie do kontroli kanałów nieprzełazowych, ich konserwacji i przewietrzania.

1.4.31. Ściek – element konstrukcji służący do odprowadzenia wód opadowych z nawierzchni do projektowanych odbiorników.

Pozostałe określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami, z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" punkt 1.4 oraz z dokumentacją techniczną.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.5. Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z projektem budowlanym, Specyfikacją Techniczną i poleceniami Inżyniera.

2. MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

2.1. Nawierzchnia stalowa torów, urządzenia smarowania oraz odwodnienia powierzchniowego torów

2.1.1. Szyny

2.1.1.1. Szyny rowkowe

Szyny rowkowe o profilu 60R2 ze stali R260 wg PN-EN 14811 przewidziano na prostych i w łukach poziomych o promieniu większym niż 50m.

Szyny rowkowe przed wbudowaniem o promieniu $R < 150m$ należy giąć mechanicznie na giętarekach rolkowych.

Minimalna długość wbudowania pojedynczych odcinków szyn rowkowych poza rozjazdami $L = 12m$ (wyjątkowo 3m).

2.1.1.2. Szyny blokowe

Przewidziano szyny blokowe o profilu LK1, które powinny spełniać wymagania aprobaty technicznej i być wykonane ze stali gatunku 900, o twardości 260HB bez obróbki cieplnej. Minimalna długość wbudowania pojedynczych odcinków szyn $L = 18m$ (wyjątkowo 3m).

2.1.2. Przyszynowe skrzynki odwadniające

Przyszynowe skrzynki odwadniające rowki szyn winny posiadać aprobatę techniczną dla tego celu. Powinny być z materiału dielektrycznego lub posiadać powłokę dielektryczną. Skrzynki wbudowane w jezdniach lub w torowisku z dopuszczonym ruchem jakichkolwiek pojazdów kołowych powinny odpowiadać klasie nośności minimum D (400kN).

2.1.3. Odwodnienie liniowe

Odwodnienie liniowe odwadniające torowiska zarazem rowki szyn winny posiadać aprobatę techniczną dla tego celu. Powinny być z materiału dielektrycznego lub posiadać powłokę dielektryczną. Powinny odpowiadać klasie nośności minimum D (400kN).

Korytko skrzynkowe, polimerobetonowy z kratką żeliwną odwadniające jezdni winny posiadać aprobatę techniczną dla tego celu. Korytko skrzynkowe w jezdniach z dopuszczonym ruchem jakichkolwiek pojazdów kołowych powinny odpowiadać klasie nośności minimum D (400kN).

2.1.4. Przewody wyrównawcze

Przewidziano wykonanie połączeń wyrównawczych toków szynowych co 100m i torów co 200m (oraz dookoła rozjazdów i w urządzeniach wyrównawczych) linki miedzianej o przekroju 120mm² za pomocą złączy wciskanych w szyjkę szyny.

2.2. POZOSTAŁE MATERIAŁY DO BUDOWY TORU NA PODLEWIE CIĄGŁYM

2.2.1. Materiały służący do ciągłego, elastycznego podparcia szyn

Wszystkie materiały chemiczne stosowane w korytkach do ciągłego mocowania szyn na bazie poliuretanu wraz z materiałami gruntującymi na bazie żywic epoksydowych muszą być wzajemnie kompatybilne, muszą posiadać aprobatę IBDiM dla tego typu zastosowania.

Ze względu na naprężenia występujące w konstrukcji torowiska, szynę należy w pełni oblać materiałem poliuretanowym który, spełnia następujące minimalne wymagania:

- wydłużenie względne przy zerwaniu $\geq 120\%$ wg. PN EN ISO 527-1,
- minimalna wytrzymałość na rozciąganie $\geq 1,5$ Mpa wg. PN EN ISO 527-1,
- doraźne naprężenie rzeczywiste ≥ 3 Mpa wg ISO 527 (jednoosiowe rozciąganie),

Uwzględniając efekty długotrwałe, termiczne oraz zmęczeniowe dopuszczony materiał powinien charakteryzować się modułem sztywności poprzecznej $\geq 0,55$ Mpa po 1 dobie (24 h)

Żyvice poliuretanowe stosowane w systemach ciągłego mocowania szyn powinny osiągać pełną sprawność użytkową najpóźniej po 24 godzinach.

Materiał powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem tłumienia. Sztywność statyczna materiału poliuretanowego do mocowania szyn powinna się mieścić w przedziale 45-55 kN/mm wg DIN45673 (próbka 1000x180x25mm, pomiędzy 8 i 32 kN).

Wszystkie materiały chemiczne stosowane w technologii elastycznego, ciągłego mocowania szyn na bazie poliuretanu wraz z materiałami gruntującymi na bazie żywic epoksydowych muszą być wzajemnie kompatybilne. Materiały stosowane przy powierzchniach betonowych muszą nadawać się do stosowania na powierzchniach ze świeżego betonu, muszą gwarantować szczepność, szczelność oraz dielektryczność proponowanego rozwiązania.

Materiał elastyczno-ściśliwy, powinien charakteryzować się przyrostem twardości Shore'a A w czasie (przy temp. 23 C0), nie mniejszym niż: 20 po 3 h, 30 po 6 h oraz możliwością obciążenia ruchem po 24h. Sieczny moduł sztywności przy ściskaniu, wyznaczony w zakresie odkształceń 1,5-3,0% przy prędkości odkształcenia 0,2/min, dla próbki o wymiarach 1000x180x25 mm nie może być mniejszy od $E_c = 8,5$ MPa (wg DIN 45673)

Materiał powinien nadawać się do układania na matowo-wilgotne podłoże przy wilgotności względnej powietrza nie wyższej niż 90 %.

Materiał przeznaczony do gruntowania stali musi umożliwiać aplikację materiału poliuretanowego do mocowania szyn najpóźniej po 1 h (temp.+ 20 C) od nałożenia.

Materiał gruntujący do podłoża betonowego musi umożliwiać aplikację na matowo-wilgotnym betonie oraz zapewniać przyczepność materiału poliuretanowego do mocowania szyn.

2.2.2. Materiały do wypełnienia komór szynowych

Do wypełnienia komór szynowych (w celu zmniejszenia zużycia materiału poliuretanowego do podlewania szyn i ograniczenia bocznego ruchu szyn) przewidziano beleczki betonowe według kształtu określonego w projekcie, dostosowanego do szyny rowkowej.

2.2.3. Materiały do kotwienia szyn

W skład materiałów do kotwienia szyn wchodzi kotwy, nakrętki, pierścienie sprężyste, łapki oraz klej do kotw.

Kotwy winny być zrobione ze stali klasy AI, z prętów Ø22mm o długości min. 220mm, nagwintowanych na długości 50mm a na pozostałej części po oczyszczeniu do stopnia czystości Sa21/2 zagruntowanych klejem epoksydowym, tym samym, który następnie służył będzie do wklejenia kotew

(posiadającym aprobatę techniczną IBDiM). Przewidziano typowe nakrętki Ø22mm z pierścieniami dwuzwojowymi oraz stalowe łapki kolejowe typu Łp3.

2.2.4. Materiały na podbudowę z betonu

Na dolną warstwę podbudowy betonowej grubości 30cm przewidziano beton klasy C25/30, a na warstwę górną beton klasy C35/45 (bez zbrojenia stałą) o wymaganiach określonych w ST D-04.06.01t „Podbudowy betonowe w torach”, przy czym do betonu należy wprowadzić zbrojenie rozproszone włóknami polipropylenowymi w ilości zapewniającej spełnienie poniższych wymagań tj. min. 0,9 kg/m³ (lub w innej ilości wystarczającej dla uzyskania skuteczności, potwierdzonej wynikami badań producenta) włókna zgodne z PN-EN 14889-2 Włókna do betonu -- Część 2: Włókna polimerowe -- Definicje, wymagania i zgodność.

Konsystencja betonu z dodatkiem włókien wbudowanego za pomocą pompy w zależności od zastosowanych włókien musi być dobrana doświadczalnie.

2.2.5. Stabilizacja cementem w podbudowie i do wzmocnienia podłoża

Stabilizacja cementem o R_m=2,5MPa winna spełniać wymagania określone w ST D-04.05.00 dla górnej części ulepszonego podłoża przy ruchu KR4÷6.

Stabilizacja cementem o R_m=5MPa winna spełniać wymagania określone w ST D-04.05.00 dla podbudowy pomocniczej torowiska.

2.2.6. Masa zalewowa

Do uszczelniania szczelin pomiędzy torowiskiem wbudowaną w jezdni a nawierzchnią jezdni należy stosować masy zalewowe - asfaltowe z dodatkiem wypełniaczy i odpowiednich polimerów posiadające bardzo dobrą zdolność wypełniania szczelin, niską spływność w temperaturze +60°C, bardzo dobrą przyczepność do ścianek, a także dobrą rozciągliwość w niskich temperaturach. Masy zalewowe „na gorąco” są wbudowywane po uprzednim rozgrzaniu do stanu płynnego, który jest osiągany w temperaturze od 160 do 200°C.

Masa powinna mieć cechy zgodne z poniższymi wskazaniami:

1	zdolność wypełnienia szczelin (na całej wysokości)	b. dobra
2	temperatura mięknięcia PiK	≥ 90
3	spływność w temperaturze 60°C pod kątem 15° w ciągu 30 minut	≤ 15 mm
4	odporność na uderzenia w niskich temperaturach wg badania próbek uformowanych w kule, oziębionych do temperatury -20°C i opuszczonych z wysokości 10 cm	3 spośród badanych 4 kul nie powinny wykazywać śladów uszkodzeń
5	penetracja (stożkiem) w temperaturze +25°C	j. Pen 0,1mm ≥ 70
6	wydłużenie względne w temperaturze -20°C	≥ 9

Poszczególne partie i rodzaje masy zalewowej powinny być składowane w zadaszonych pomieszczeniach oddzielnie w pojemnikach.

Zalewy polimeroasfaltowej nie wolno używać do wypełnienia szczelin przy szynach.

2.2.7. Gruntownik

Gruntownik, zwiększający przyczepność zalewy asfaltowej do ścianek szczeliny, należy stosować w przypadkach zalecanych przez producenta zalewy asfaltowej.

Gruntownik powinien spełniać wymagania PN-EN 15466-1, odpowiadać wymaganiom określonym przez producenta zalewy, a w przypadku ich braku lub niepełnych danych, powinien mieć cechy zgodne z poniższymi wskazaniami:

- | | |
|---|--|
| 1) konsystencja ciekła
(do nakładania pędzlem lub natryskiem) | 80 do 150 sekund wypływu z
kubka Forda Ø 4 mm |
| 2) czas odparowania rozpuszczalnika | ≤ 60 minut |
| 3) próba rozciągania zalewy asfaltowej
z gruntownikiem na modelu szczeliny
w laboratorium, w temperaturze -20°C,
przy rozszerzaniu szczeliny o 15% | zalewa nie powinna ulec
oderwaniu od ścianek betonu |

Gruntownik należy składować w pojemnikach, w sposób zabezpieczający go przed zanieczyszczeniem, z zachowaniem przepisów przeciwpożarowych.

2.2.8. Krawężniki betonowe

Krawężniki betonowe 30x20cm i pozostałe materiały na ich ławy betonowe winny spełniać wymagania ST D-08.01.01. „Betonowe krawężniki i obrzeża chodnikowe”.

2.2.9. Obrzeże betonowe 8x30cm

Obrzeże betonowe 8x30cm winny spełniać wymagania ST D-08.01.01. „Betonowe krawężniki i obrzeża chodnikowe”.

2.2.10. Materiały do kotwienia betonu

Kotwy są wykonane z prętów żebrowych Ø12mm o długości 29cm. Kotwy powinni być czyszczone do pierwszego stopnia czystości. Przewidziano ok. 10 kotew na m² nawierzchni z betonu cementowego.

2.2.11. Beton cementowy

Na nawierzchnię betonową grubości 19,5cm przewidziano beton cementowy z betonu C35/45 klasy ekspozycji XF4 o wymaganiach wg ST D-05.03.04

2.2.12. Geowłóknina

Jako materiał użyty do separacji warstw należy zastosować geowłókninę filtracyjną o wytrzymałości na rozciąganie i przebicie $\geq 19\text{kN/m}$ w obu kierunkach, $\text{CBR} \geq 2.9\text{kN}$.

Zaleca się użycie geowłókniny o nie gorszych cechach mechanicznych ale np. z termicznie utwardzanych włókien ciągłych, co ułatwia pracę w czasie opadów i niskich temperatur.

2.3. POZOSTAŁE MATERIAŁY DO BUDOWY TORU W SYSTEMIE ZINTEGROWANEJ NAWIERZCHNI TOROWO-DROGOWEJ Z PREFABRYKOWANYCH PŁYT ŻELBETOWYCH

2.3.1. Płyty torowe

2.3.1.1. Materiał do produkcji

Materiały użyte do produkcji wszystkich typów prefabrykowanych płyt żelbetowych winny być zgodne z aprobatą techniczną płyt.

2.3.1.2. Wymagania techniczne gotowego wyrobu

2.3.1.2.1. Wymiary i tolerancje wykonania

Wymiary i tolerancje wykonania płyt powinny być zgodne z dokumentacją techniczną. Dopuszczalne odchyłki wymiarów podstawowych nie powinny przekraczać dla :

- szerokości płyt: $\pm 7\text{ mm}$,
- grubości płyt: $\pm 3\text{ mm}$,
- długości płyt: $\pm 10\text{ mm}$,
- głębokość kanału szynowego: $+2/-1\text{ mm}$,
- usytuowania osi kanałów szynowych w stosunku do osi płyty: $\pm 5\text{ mm}$,
- odległości osi kanałów szynowych od siebie: $\pm 4\text{ mm}$,
- położenia wysokościowego kanałów szynowych względem siebie: $\pm 5\text{ mm}$.

W rejonie instalowania smarownic muszą być wykonane płyty z kanałami szynowymi poszerzonymi odpowiednio dla zamieszczenia kasety smarownicy (odpowiednio po wewnętrznej lub zewnętrznej stronie szyny) oraz z otworami w dnie kanału na doprowadzenie przewodów. Wymiary kanałów dla instalacji kaset muszą być określone w zależności od wyboru producenta smarownic.

2.3.1.2.2. Stan powierzchni i wygląd zewnętrzny

Górna powierzchnia płyt stanowiąca warstwę ścieralną nawierzchni drogowej powinna mieć odpowiednio szorstką fakturę, tak aby zapewnić wymagane przepisami warunki przyczepności kół samochodów. Warunki te są scharakteryzowane m.in. przez właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogi określone w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie „Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie” (Dz. U. nr 43, poz. 430 – załącznik nr 6, ust. 4). Górna powierzchnia płyt powinna być bez rys, pęknięć, szczelin i miejsc niedowibrowanych.

Zwichrowanie powierzchni górnej maksymalnie 8mm dla płyt o długości ponad 5m, dla pozostałych płyt maksymalnie 5mm.

Pozostałe powierzchnie płyt powinny być gładkie, bez raków, pęknięć, rys oraz ciał obcych w betonie.

Dopuszcza się drobne pory jako pozostałości po pęcherzykach powietrza i po wodzie, których średnica nie przekracza 10mm, a głębokość 5mm – maksymalnie w 10 miejscach na 1 m². Zacieranie tych powierzchni po wyjęciu płyt z formy jest niedopuszczalne.

Dolna powierzchnia może mieć rysy włosowate wynikające ze skurczenia się betonu maksymalnie do szerokości 0,2mm.

Całkowita długość uszkodzeń ścian bocznych do głębokości 35mm może wynosić maksymalnie 5% całkowitej długości płyty, przy czym długość jednego uszkodzenia może wynieść maksymalnie 100mm.

Krawędzie płyt powinny być proste bez wyszczerbień i wzajemnie równoległe. Dopuszcza się uszkodzenia krawędzi na długości do 5% długości płyty i głębokości 15mm maksymalnie na jednej krawędzi jednej płyty.

Kanały szynowe muszą być czyste, bez nadlewów z betonu.

2.3.1.2.3. Wytrzymałość betonu na ściskanie

Wytrzymałość betonu na ściskanie po 28 dniach nie powinna być niższa niż klasy C35/45.

2.3.1.2.4. Ścieralność betonu

Średnie zmniejszenie objętości po 16 cyklach na tarczy Boehmego $\Delta V \leq 15\,000\text{ mm}^3$ (odpowiada to wysokości 3,0mm starej warstwy próbki betonu).

2.3.1.2.5. Nasiąkliwość wagowa betonu

Nasiąkliwość wagowa betonu użytego do produkcji płyt nie powinna przekraczać 5%.

2.3.1.2.6. Stopień mrozoodporności betonu

Stopień mrozoodporności powinien odpowiadać co najmniej klasie F150; zalecana mrozoodporność F200.

2.3.2. Masa zalewowa do wypełniania szczelin między płytami oraz między płytami a krawężnikami

Przewidziano wypełnienie szczelin między płytami (po odpowiednim ich zagruntowaniu) zalewą na bazie jednorodnego poliuretanu przeznaczoną do takich wypełnień (posiadającą odpowiednią aprobatę techniczną IBDiM) na całej wysokości płyty. Szczeliny między płytami a krawężnikami po ułożeniu pionowych mat należy wypełnić zalewą na bazie poliuretanu na wysokość 5cm od góry płyt.

Wyklucza się zastosowanie do szczelin przy płytach (oraz przy szynach) zalew na bazie asfaltu lub polimeroasfaltu.

2.3.3. Materiały do wypełnienia komór szynowych

Do wypełnienia komór szynowych (w celu zmniejszenia zużycia materiału poliuretanowego do podlew szyn i ograniczenia bocznego ruchu szyn) przewidziano bloczki betonowe według kształtu określonego w projekcie, dostosowanego do szyny rowkowej. Winny być wykonane z betonu B 30 (C25/30).

2.3.4. Materiały służące do ciągłego, elastycznego mocowania szyn w korytkach

Wszystkie materiały chemiczne stosowane w korytkach do ciągłego mocowania szyn na bazie poliuretanu wraz z materiałami gruntującymi na bazie żywic epoksydowych muszą być wzajemnie kompatybilne, muszą posiadać aprobatę IBDiM dla tego typu zastosowania.

Ze względu na naprężenia występujące w konstrukcji torowiska, szynę należy w pełni oblać materiałem poliuretanowym który, spełnia następujące minimalne wymagania:

- wydłużenie względne przy zerwaniu $\geq 120\%$ wg. PN EN ISO 527-1,
- minimalna wytrzymałość na rozciąganie $\geq 1,5\text{ MPa}$ wg. PN EN ISO 527-1,
- doraźne naprężenie rzeczywiste $\geq 3\text{ MPa}$ wg ISO 527 (jednoosiowe rozciąganie),

Uwzględniając efekty długotrwałe, termiczne oraz zmęczeniowe dopuszczony materiał powinien charakteryzować się modułem sztywności poprzecznej $\geq 0,55\text{ MPa}$ po 1 dobie (24 h).

Żyvice poliuretanowe stosowane w systemach ciągłego mocowania szyn powinny osiągać pełną sprawność użytkową najpóźniej po 24 godzinach.

Materiał powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem tłumienia. Sztywność statyczna materiału poliuretanowego do mocowania szyn powinna się mieścić w przedziale 45-55 kN/mm wg DIN45673 (próbka 1000x180x25mm, pomiędzy 8 i 32 kN).

Wszystkie materiały chemiczne stosowane w technologii elastycznego, ciągłego mocowania szyn na bazie poliuretanu wraz z materiałami gruntującymi na bazie żywic epoksydowych muszą być wzajemnie kompatybilne.

Materiały stosowane przy powierzchniach betonowych muszą nadawać się do stosowania na powierzchniach ze świeżego betonu, muszą gwarantować szczepność, szczelność oraz dielektryczność proponowanego rozwiązania.

Materiał elastyczno-ściśliwy, powinien charakteryzować się przyrostem twardości Shore'a A w czasie (przy temp. 23 C0), nie mniejszym niż: 20 po 3 h, 30 po 6 h oraz możliwością obciążenia ruchem po 24h. Sieczny moduł sztywności przy ściskaniu, wyznaczony w zakresie odkształceń 1,5-3,0% przy prędkości odkształcenia 0,2/min, dla próbki o wymiarach 1000x180x25 mm nie może być mniejszy od $E_c = 8,5 \text{ MPa}$ (wg DIN 45673)

Materiał powinien nadawać się do układania na matowo-wilgotne podłoże przy wilgotności względnej powietrza nie wyższej niż 90 %.

Materiał przeznaczony do gruntowania stali musi umożliwiać aplikację materiału poliuretanowego do mocowania szyn najpóźniej po 1 h (temp.+ 20 C) od nałożenia.

Materiał gruntujący do podłoża betonowego musi umożliwiać aplikację na matowo-wilgotnym betonie oraz zapewniać przyczepność materiału poliuretanowego do mocowania szyn.

Wykonawca przed zastosowaniem proponowanych materiałów do mocowania i podparcia szyn musi wykazać ich co najmniej 10 letnie, bezawaryjne zastosowanie w przynajmniej trzech lokalizacjach.

2.3.5. Asfaltobeton na warstwy bitumiczne

Asfaltobeton winien spełniać wymagania w ST D-04.07.01, D-05.03.05, D-05.03.12, D-05.03.13 odpowiednio dla warstwy wiążącej z asfaltobetonu grubości 4cm oraz ścieralnej grubości 2,5cm dla obciążenia ruchem KR1-2.

2.3.6. Materiał na podbudowę z betonu

Na warstwę podbudowy betonowej przewidziano beton klasy C25/30 (bez zbrojenia stałą) o wymaganiach określonych w ST D-04.06.01t „Podbudowy betonowe w torach”, przy czym do betonu należy wprowadzić zbrojenie rozproszone włóknami polipropylenowymi w ilości zapewniającej spełnienie poniższych wymagań tj. 0,9-2kg/m³ (lub w innej ilości wystarczającej dla uzyskania skuteczności, potwierdzonej wynikami badań producenta) włókna zgodne z PN-EN 14889-2 Włókna do betonu -- Część 2: Włókna polimerowe -- Definicje, wymagania i zgodność

Konsystencja betonu z dodatkiem włókien wbudowanego za pomocą pompy w zależności od zastosowanych włókien musi być dobrana doświadczalnie.

2.3.7. Stabilizacja cementem w podbudowie i do wzmocnienia podłoża

Stabilizacja cementem o $R_m=5\text{MPa}$ winna spełniać wymagania określone w ST D-04.05.00 dla podbudowy pomocniczej torowiska.

2.3.8. Krawężniki betonowe i kamienne

Krawężniki betonowe 30x20cm i pozostałe materiały na ich ławy betonowe winny spełniać wymagania ST D-08.01.01. „Betonowe krawężniki i obrzeża chodnikowe”.

Krawężniki granitowe 30x15cm i pozostałe materiały na ławy betonowe winny spełniać wymagania ST D-08.01.02 „Krawężniki i obrzeża kamienne”.

2.3.9. Obrzeże betonowe 8x30cm

Obrzeże betonowe 8x30cm winny spełniać wymagania ST D-08.01.01. „Betonowe krawężniki i obrzeża chodnikowe”.

2.3.10. Geowłóknina

Jako materiał użyty do separacji warstw należy zastosować geowłókninę filtracyjną o wytrzymałości na rozciąganie i przebicie $\geq 19\text{kN/m}$ w obu kierunkach, $\text{CBR} \geq 2.9\text{kN}$.

Zaleca się użycie geowłókniny o nie gorszych cechach mechanicznych ale np. z termicznie utwardzanych włókien ciągłych, co ułatwia pracę w czasie opadów i niskich temperatur.

2.4. POZOSTAŁE MATERIAŁY DO BUDOWY TORU WĘGIERSKIEGO NA WIADUKCIE

2.4.1. Płyty torowe

2.4.1.1. Materiał do produkcji

Materiały użyte do produkcji wszystkich typów prefabrykowanych płyt żelbetowych winny być zgodne z aprobatą techniczną płyt.

2.4.1.2. Wymagania techniczne gotowego wyrobu

2.4.1.2.1. Wymiary i tolerancje wykonania

Wymiary i tolerancje wykonania płyt powinny być zgodne z dokumentacją techniczną. Dopuszczalne odchyłki wymiarów podstawowych nie powinny przekraczać dla :

- szerokości płyt: ± 7 mm,
- grubości płyt: ± 3 mm,
- długości płyt: ± 10 mm,
- głębokość kanału szynowego: $\pm 2/-1$ mm,
- usytuowania osi kanałów szynowych w stosunku do osi płyty: ± 5 mm,
- odległości osi kanałów szynowych od siebie: ± 4 mm,
- położenia wysokościowego kanałów szynowych względem siebie: ± 5 mm.

W rejonie instalowania smarownic muszą być wykonane płyty z kanałami szynowymi poszerzonymi odpowiednio dla zamieszczenia kasety smarownicy (odpowiednio po wewnętrznej lub zewnętrznej stronie szyny) oraz z otworami w dnie kanału na doprowadzenie przewodów. Wymiary kanałów dla instalacji kaset muszą być określone w zależności od wyboru producenta smarownic.

2.4.1.2.2. Stan powierzchni i wygląd zewnętrzny

Górna powierzchnia płyt stanowiąca warstwę ścieralną nawierzchni drogowej powinna mieć odpowiednio szorstką fakturę, tak aby zapewnić wymagane przepisami warunki przyczepności kół samochodów. Warunki te są scharakteryzowane m.in. przez właściwości przeciwpślizgowe nawierzchni drogi określone w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie „Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie” (Dz. U. nr 43, poz. 430 – załącznik nr 6, ust. 4). Górna powierzchnia płyt powinna być bez rys, pęknięć, szczelin i miejsc niedowibrowanych.

Zwichrowanie powierzchni górnej maksymalnie 8mm dla płyt o długości ponad 5m, dla pozostałych płyt maksymalnie 5mm.

Pozostałe powierzchnie płyt powinny być gładkie, bez raków, pęknięć, rys oraz ciał obcych w betonie.

Dopuszcza się drobne pory jako pozostałości po pęcherzykach powietrza i po wodzie, których średnica nie przekracza 10mm, a głębokość 5mm – maksymalnie w 10 miejscach na 1 m². Zacieranie tych powierzchni po wyjęciu płyt z formy jest niedopuszczalne.

Dolna powierzchnia może mieć rysy włosowate wynikające ze skurczenia się betonu maksymalnie do szerokości 0,2mm.

Całkowita długość uszkodzeń ścian bocznych do głębokości 35mm może wynosić maksymalnie 5% całkowitej długości płyty, przy czym długość jednego uszkodzenia może wynieść maksymalnie 100mm.

Krawędzie płyt powinny być proste bez wyszczerbień i wzajemnie równoległe. Dopuszcza się uszkodzenia krawędzi na długości do 5% długości płyty i głębokości 15mm maksymalnie na jednej krawędzi jednej płyty.

Kanały szynowe muszą być czyste, bez nadlewów z betonu.

2.4.1.2.3. Wytrzymałość betonu na ściskanie

Wytrzymałość betonu na ściskanie po 28 dniach nie powinna być niższa niż klasy C35/45.

2.4.1.2.4. Ścieralność betonu

Średnie zmniejszenie objętości po 16 cyklach na tarczy Boehmego $\Delta V \leq 15\,000\text{ mm}^3$ (odpowiada to wysokości 3,0mm startej warstwy próbki betonu).

2.4.1.2.5. Nasiąkliwość wagowa betonu

Nasiąkliwość wagowa betonu użytego do produkcji płyt nie powinna przekraczać 5%.

2.4.1.2.6. Stopień mrozoodporności betonu

Stopień mrozoodporności powinien odpowiadać co najmniej klasie F150; zalecana mrozoodporność F200.

2.4.2. Masa zalewowa do wypełniania szczelin między płytami oraz między płytami a krawężnikami

Przewidziano wypełnienie szczelin między płytami (po odpowiednim ich zagruntowaniu) zalewą na bazie jednorodnego poliuretanu przeznaczoną do takich wypełnień (posiadającą odpowiednią aprobatę techniczną IBDiM) na całej wysokości płyty. Szczeliny między płytami a krawężnikami należy wypełnić zalewą na bazie poliuretanu na pełną wysokość płyt.

Wyklucza się zastosowanie do szczelin przy płytach (oraz przy szynach) zalew na bazie asfaltu lub polimeroasfaltu.

2.4.3. Materiały służące do ciągłego, elastycznego mocowania szyn w korytkach

Wszystkie materiały chemiczne stosowane w korytkach do ciągłego mocowania szyn na bazie poliuretanu wraz z materiałami gruntującymi na bazie żywic epoksydowych muszą być wzajemnie kompatybilne, muszą posiadać aprobatę IBDiM dla tego typu zastosowania.

Ze względu na naprężenia występujące w konstrukcji torowiska, szynę należy w pełni oblać materiałem poliuretanowym który, spełnia następujące minimalne wymagania:

- wydłużenie względne przy zerwaniu $\geq 120\%$ wg. PN EN ISO 527-1,
- minimalna wytrzymałość na rozciąganie $\geq 1,5$ MPa wg. PN EN ISO 527-1,
- doraźne naprężenie rzeczywiste ≥ 3 MPa wg ISO 527 (jednoosiowe rozciąganie),

Uwzględniając efekty długotrwałe, termiczne oraz zmęczeniowe dopuszczony materiał powinien charakteryzować się modułem sztywności poprzecznej $\geq 0,55$ MPa po 1 dobie (24 h).

Żywice poliuretanowe stosowane w systemach ciągłego mocowania szyn powinny osiągać pełną sprawność użytkową najpóźniej po 24 godzinach.

Materiał powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem tłumienia. Sztywność statyczna materiału poliuretanowego do mocowania szyn powinna się mieścić w przedziale 45-55 kN/mm wg DIN45673 (próbka 1000x180x25mm, pomiędzy 8 i 32 kN).

Wszystkie materiały chemiczne stosowane w technologii elastycznego, ciągłego mocowania szyn na bazie poliuretanu wraz z materiałami gruntującymi na bazie żywic epoksydowych muszą być wzajemnie kompatybilne.

Materiały stosowane przy powierzchniach betonowych muszą nadawać się do stosowania na powierzchniach ze świeżego betonu, muszą gwarantować szczepność, szczelność oraz dielektryczność proponowanego rozwiązania.

Materiał elastyczno-ściśliwy, powinien charakteryzować się przyrostem twardości Shore'a A w czasie (przy temp. 23 C0), nie mniejszym niż: 20 po 3 h, 30 po 6 h oraz możliwością obciążenia ruchem po 24h. Sieczny moduł sztywności przy ściskaniu, wyznaczony w zakresie odkształceń 1,5-3,0% przy prędkości odkształcenia 0,2/min, dla próbki o wymiarach 1000x180x25 mm nie może być mniejszy od $E_c = 8,5$ MPa (wg DIN 45673)

Materiał powinien nadawać się do układania na matowo-wilgotne podłoże przy wilgotności względnej powietrza nie wyższej niż 90 %.

Materiał przeznaczony do gruntowania stali musi umożliwiać aplikację materiału poliuretanowego do mocowania szyn najpóźniej po 1 h (temp.+ 20 C) od nałożenia.

Materiał gruntujący do podłoża betonowego musi umożliwiać aplikację na matowo-wilgotnym betonie oraz zapewniać przyczepność materiału poliuretanowego do mocowania szyn.

Wykonawca przed zastosowaniem proponowanych materiałów do mocowania i podparcia szyn musi wykazać ich co najmniej 10 letnie, bezawaryjne zastosowanie w przynajmniej trzech lokalizacjach.

2.4.4. Asfaltobeton na warstwy bitumiczne

Asfaltobeton winien spełniać wymagania w ST D-04.07.01, D-05.03.05, D-05.03.12, D-05.03.13 odpowiednio dla warstwy wiążącej z asfaltobetonu grubości 3cm dla obciążenia ruchem KR1-2.

2.4.5. Izolacja płyty pomostowej wiaduktu z papy termozgrzewalnej

Izolacja z papy termozgrzewalnej wiaduktu winna spełniać wymagania ST M-27.02.01.

3. SPRZĘT

Wymagania ogólne dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne: pkt 3.

Przy wykonaniu torowisk oraz przy przewozie, załadunku i wyładunku materiałów należy stosować: samochody skrzyniowe, samowyładowcze,

samochody do przewozu dłużyć,
żurawie samochodowe,
walce samojezdne
ładowarki
koparki
równiarki samojezdne
spycharki
podbijarki torów
zestawy do spawania termitowego,
aparatura do piaskowania szyn
szlifierki szyn
sprzęt ręczny

oraz inny sprzęt zaakceptowany przez Inżyniera Kontraktu/Inspektora Nadzoru.

Wykonawca przystępujący do wykonania nawierzchni z płyt gumowych na przejazdach kolejowych i tramwajowych powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

koparka,
dźwignia montażowa do płyt wewnętrznych,
dźwignia montażowa do płyt zewnętrznych,
kątownik torowy,
klucz dynamometryczny z nasadką 27mm,
mały wibrator do przestrzeni między podkładami,
walec wibracyjny do wykonania przyłącza drogowego.

oraz inny sprzęt zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru

TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

Transport materiałów, za wyjątkiem szyn może być dokonywany dowolnymi środkami pod warunkiem zabezpieczenia przed przemieszczaniem przewożonych materiałów.

Transport materiałów chemicznych musi odbywać się w szczelnych opakowaniach zabezpieczonych przed uszkodzeniem w temperaturach określonych przez producenta wyrobu.

4.2. Transport masy zalewowej

Masa zalewowa powinna być transportowana samochodami lub wagonami pod przykryciem plandeką w dostarczanych metalowych pojemnikach z cienkiej (od 0,2 do 0,3mm) talkowanej od wewnątrz blachy, z zamknięciem zabezpieczającym zalewę przed zanieczyszczeniem.

4.3. Transport gruntownika

Gruntownik może być przewożony dowolnymi środkami transportu w szczelnych pojemnikach z tworzywa sztucznego lub z metalu. Ze względu na łatwopalność, gruntownik powinien być transportowany i składowany z zachowaniem odpowiednich przepisów przeciwpożarowych.

5. WYKONANIE ROBÓT

Wymagania ogólne dotyczące wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne: pkt 5.

Roboty ziemne dla wszystkich rodzajów konstrukcji torów winny być wykonywane zgodnie z właściwymi ST.

5.1. Wykonanie toru w systemie zintegrowanej nawierzchni torowo-drogowej z prefabrykowanych płyt żelbetowych

Po wykonaniu wzmocnienia podłoża gruntowego oraz podbudowy betonowej wg oddzielnych ST, nakładamy beton asfaltowy w warstwie wiążącej o gr. 4cm bezpośrednio na podbudowę betonową oraz beton asfaltowy w warstwie ścieralnej o gr. 2,5cm (niewałowany).

Następnie na warstwy asfaltu układa się płyty torowe i międzytorowe (przy rozstawie stałym) przy użyciu żurawi samochodowych. A w przypadku rozstawu zmiennego zamiast prefabrykowanych płyt

międzytorowych należy wykonać przestrzeń z betonu C30/37 zabezpieczonego izolacją żywiczną z posypką piaskiem kwarcowym.

Po zagruntowaniu betonu we wnętrzu kanałów na szyny w płytach materiałami na bazie żywicy epoksydowej z posypką piaskiem) należy ułożyć szyny wzdłuż kanałów

Szyny oczyszczone przez piaskowanie z rdzy i zagruntowane odpowiednim materiałem na bazie żywicy epoksydowych z posypką piaskiem kwarcowym jw. (z wyjątkiem wierzchu główki oraz rowka), z wklejonymi profilami wypełniającymi komory szynowe (wg zaprojektowanej geometrii) podwiesza się nad podłożem betonowym na stojakach (roztawionych co około 4m) trzymających szyny od góry.

Przed ułożeniem szyn w kanałach szynowych należy je połączyć w ciągłe toki szynowe za pomocą spawania termitowego. Po opuszczeniu szyn w korytka i ustabilizowaniu ich położenia w planie i w profilu przy pomocy klinków należy zalać szyny w korytku dwuskładnikowym materiałem, na bazie poliuretanów do elastycznego, ciągłego mocowania szyn. Pod stopką szyny i z boku musi być 20 ± 5 mm materiału poliuretanowego. Szyny oraz płyty żelbetowe w czasie podlewania winny mieć jednakową temperaturę. Kanały szynowe winny być oczyszczone i osuszone. Aplikacja poliuretanu może być wykonywana przy wilgotności powietrza w zakresie dopuszczonym przez producenta materiału.

Szczeliny między płytami oraz między płytami a krawężnikami po odpowiednim zagruntowaniu należy wypełnić materiałem na bazie poliuretanu do elastycznego, ciągłego mocowania szyn.

Montaż szyn oraz ich łączenie musi być skorelowane z wypełnianiem szczelin przy płytach, ponieważ montaż zbyt długich odcinków szyn przy braku wypełnienia szczelin może doprowadzić do przesunięć poprzecznych płyt przy wzroście temperatury szyny.

5.2. Wykonanie toru węgierskiego na wiadukcie

Na płytę pomostu układamy warstwę papy termozgrzewalnej, a na nią beton asfaltowy w warstwie wiążącej o gr. 4cm bezpośrednio na podbudowę betonową oraz beton asfaltowy w warstwie ścieralnej o gr. 2,5cm (niewałowany).

Następnie na warstwy asfaltu układa się płyty torowe i międzytorowe (przy rozstawie stałym) przy użyciu żurawi samochodowych. A w przypadku rozstawu zmiennego zamiast prefabrykowanych płyt międzytorowych należy wykonać przestrzeń z betonu C30/37 zabezpieczonego izolacją żywiczną z posypką piaskiem kwarcowym.

Po zagruntowaniu betonu we wnętrzu kanałów na szyny w płytach (materiałami na bazie żywicy epoksydowej z posypką piaskiem) należy ułożyć szyny wzdłuż kanałów.

Szyny oczyszczone przez piaskowanie z rdzy i zagruntowane odpowiednim materiałem na bazie żywicy epoksydowych z posypką piaskiem kwarcowym jw. (z wyjątkiem wierzchu główki oraz rowka) podwiesza się nad podłożem betonowym na stojakach (roztawionych co około 4m) trzymających szyny od góry.

Przed ułożeniem szyn w kanałach szynowych należy je połączyć w ciągłe toki szynowe za pomocą spawania termitowego. Po opuszczeniu szyn w korytka i ustabilizowaniu ich położenia w planie i w profilu przy pomocy klinków należy zalać szyny w korytku dwuskładnikowym materiałem, na bazie poliuretanów do elastycznego, ciągłego mocowania szyn. Pod stopką szyny i z boku musi być 20 ± 5 mm materiału poliuretanowego. Szyny oraz płyty żelbetowe w czasie podlewania winny mieć jednakową temperaturę. Kanały szynowe winny być oczyszczone i osuszone. Aplikacja poliuretanu może być wykonywana przy wilgotności powietrza w zakresie dopuszczonym przez producenta materiału.

Szczeliny między płytami oraz między płytami a krawężnikami po odpowiednim zagruntowaniu należy wypełnić materiałem na bazie poliuretanu do elastycznego, ciągłego mocowania szyn.

Montaż szyn oraz ich łączenie musi być skorelowane z wypełnianiem szczelin przy płytach, ponieważ montaż zbyt długich odcinków szyn przy braku wypełnienia szczelin może doprowadzić do przesunięć poprzecznych płyt przy wzroście temperatury szyny.

5.3. Wykonanie toru na podlewie ciągłym

5.3.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże betonowe (wykonane wg właściwej ST) dla wykonania elastycznego, ciągłego mocowania szyn musi być wystarczająco wytrzymałe. Powierzchnia winna być szorstka, przyczepna i pozbawiona elementów niezwiązanych z podłożem oraz mleczka cementowego. Warstwy o niewystarczającej nośności lub zanieczyszczone olejami należy usunąć mechanicznie, np. za pomocą czyszczenia hydrodynamicznego lub frezowania. W rejonie rozjazdów należy sfrezować podłoże na odpowiednią głębokość pod blachami. Przed układaniem nawierzchni stalowej podłoże należy zagruntować (na powierzchni przewidzianej pod podlew, z niewielkim zapasem) materiałem gruntującym przewidzianymi dla przedmiotowego typu elastycznego mocowania układanego na wilgotny beton (z posypką piaskiem kwarcowym $0,4\div 0,7$ mm).

W podłożu betonowym muszą być wywiercone otwory $\varnothing 30-40\text{mm}$ głębokości około 130mm na kotwy w rozstawie określonym w projekcie, oczyszczone sprężonym powietrzem lub odkurzaczem przemysłowym, oraz zagruntowane materiałem dostosowanym do wilgotności podłoża i stosowanego do wklejenia kotw kleju. W otwory wlewa się klej i wkłada pionowo stalowe kotwy (zagruntowane wcześniej na niegwintowanej powierzchni odpowiednim materiałem na bazie żywic epoksydowych dla zapewnienia dielektryczności) dopiero po ułożeniu i wstępnym wyregulowaniu szyn.

5.3.2. Montaż nawierzchni stalowej i wykonanie podlewu

W podlewie ciągłym szyny oczyszczone przez piaskowanie z rdzy i zagruntowane odpowiednim materiałem na bazie żywic epoksydowych z posypką piaskiem kwarcowym jw. (z wyjątkiem wierzchu główek i prowadnicy oraz rowka), z wklejonymi profilami betonowymi wypełniającymi komory szynowe (wg zaprojektowanej geometrii) podwiesza się nad podłożem betonowym na stojakach (rozstawionych co około 4m) trzymających szyny od góry lub ustawia na klinkach dębowych. Szyny tramwajowe przed wbudowaniem należy połączyć za pomocą poprzeczek torowych izolowanych o rozstawie 1,5 m – 2 m w rejonie rozjazdów i na łukach o promieniu $R \leq 50\text{ m}$ oraz 4 m na pozostałych odcinkach. W strefie ciszy po zamocowaniu poprzeczki należy na środku wyciąć jej kilkucentymetrowy fragment, po czym połączyć przeciętą poprzeczkę materiałem izolacyjnym np. tarnamidem (łączenie na wzór łuby kolejowej). Po sprawdzeniu prawidłowości przebiegu szyny w planie i w profilu (i po wstępnym dokręceniu nakrętek kotw) podlew wykonuje do wysokości początku stałej szerokości szyjki szyny. Aby uzyskać prawidłową szerokość podlew (2cm w obie strony poza stopkę szyny) wykonuje się w tej odległości od stopki szyny szalunek (np. z płyty pilśniowej twardej przyklejanej czasowo cienką linią pianki poliuretanowej do podłoża), posmarowany od strony szyny materiałem antyadhezyjnym (np. tłuszczem). W rejonie kotwienia szyny szalunek ustawia się poza kotwą. Podlew i ostateczne dokręcenie nakrętek na kotwach musi być wykonany przy temperaturze szyny $15 \div 30^\circ\text{C}$. Między łapki typu Łp a szyny muszą być włożone podkładki izolujące aby zapewnić dielektryczność. Przed układaniem górnych warstw betonowych podłoże betonowe winno być oczyszczone i pokryte materiałem szczepnym. Przed wykonaniem wierzchniej warstwy z betonu do główek szyn należy punktowo przymocować listwy drewniane (lub z innego materiału) szerokości równej szerokości podlew w rejonie szyny. Na podbudowie z betonu C25/30 w jezdni (bezpośrednio po wykonaniu warstwy szczepnej) przewiduje się ułożenie 19,5cm warstwy z betonu cementowego C35/45 ze zbrojeniem rozproszonym włóknami polipropylenowymi, gdzie górna warstwa betonu będzie spełniać zarazem rolę warstwy ścieralnej. W przypadku pełnej konstrukcji betonowej przewidziano dodatkowo wklejenie kotw z prętów żebrowanych $\varnothing 12\text{mm}$ co 30cm z obu stron szyn oraz w międzytorzu dla mocniejszego powiązania obu warstw betonowych. W górnej warstwie betonu przewidziano wykonanie szczelin skurczowych nad każdą dylatacją podbudowy z betonu przez nacięcie piłą na głębokość 1/3 warstwy (bez wypełniania szczelin). Nie dopuszcza się wykonania tych szczelin w formie wciskania w świeży beton pasków z płyty pilśniowej. Wykonawca podbudowy i nawierzchni betonowej winien mieć przygotowane materiały do pielęgnacji betonu wodą i ochrony betonu przed słońcem i ruchem pieszych (np. geowłókniną do utrzymania wilgotności, plandeki, daszki chroniące od słońca i ruchu pieszych np. w formie blatów ze sklejki). Po wykonaniu wierzchniej warstwy z betonu oraz wyjęciu listew drewnianych i wkładek styropianowych szyna winna być ponownie oczyszczona przez piaskowanie jw. i zagruntowana na zewnętrznych powierzchniach odpowiednim materiałem na bazie żywic epoksydowych z posypką piaskiem kwarcowym jw. Następnie należy wypełnić szczeliny dwuskładnikowym materiałem na bazie poliuretanów do elastycznego mocowania szyn, przy czym podlew musi być poprzedzony osuszeniem, oczyszczeniem sprężonym powietrzem i zagruntowaniem szczelin pionowych materiałami na bazie żywicy epoksydowej z posypką piaskiem kwarcowym (z usunięciem niezwiązanego piasku sprężonym powietrzem). Wypełnianie szczelin pionowych zalewą poliuretanową należy wykonać za jednym razem. Należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie szczepności w/w zalewy poliuretanowej do ścian szczeliny. Wykonawca winien mieć przygotowany sprzęt i materiały (także plandek i namioty). W zależności od użytych materiałów technologia wykonania elastycznego ciągłego mocowania szyn może być nieco zmieniona, dostosowana do wymagań producenta zestawu materiałów do sprężystego, ciągłego mocowania szyn tramwajowych. Należy zachować odpowiedni reżim czasowy wymagany dla danego materiału. Ze względu na napięte terminy realizacji należy dobrać środek gruntujący do betonu pozwalający na użycie go w znacznym zakresie na świeży beton.

5.4. Wykonanie połączeń szyn

Łączenie szyn i elementów rozjazdowych na budowie przewidziano przy pomocy spawania termitowego metodą SOWOS (SOWOS HT dla szyn na łukach z utwardzonymi główkami) lub inną o nie gorszych właściwościach oraz przy pomocy spawania elektrycznego (tylko w miejscach gdzie jest to konieczne) drutem osłonowym.

Spawanie mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające poświadczone kwalifikacje.

Powinny być spełnione następujące wymagania:

powierzchnie toczne łączonych szyn w miejscu styku powinny znajdować się w jednej płaszczyźnie, a krawędzie boczne wewnętrzne należy tak ustawić, aby tworzyły linie równoległe leżące na wspólnej płaszczyźnie,

spoiny w złączach spawanych powinny być jednolite, bez kraterów, pęknięć i ubytków materiału,

powierzchnie robocze szyn w miejscach spoin powinny być oszlifowane do normalnego profilu szyny.

Tor bezstykowy winien być przytwierdzany w tzw. temperaturze montażowej, $+15^{\circ}\text{C} \div +30^{\circ}\text{C}$. W przypadku układania torów w temperaturze innej należy przeprowadzić regulację naprężeń w temperaturze montażowej.

Wbudowywanie szyn w torze w zintegrowanej nawierzchni drogowo-torowej z płyt prefabrykowanych winno być wykonywane tylko w tzw. temperaturze montażowej szyn $+15^{\circ}\text{C} \div +30^{\circ}\text{C}$. W przypadku montażu szyn w konstrukcjach toru klasycznego można prowadzić roboty w temperaturze innej a następnie należy przeprowadzić regulację naprężeń w temperaturze montażowej.

5.5. Montaż skrzynek przyszynowych odwadniających

W torach (z uwzględnieniem najniższych punktów niwelety) należy zamontować przyszynowe skrzynki odwodnieniowe (z frezowaniem otworów w rowkach szyn) i podłączyć je do drenażu poprzez przewód $\varnothing 110$ mm z PEHD.

5.6. Montaż izolacyjnych profili przyszynowych

Mocowanie profili przyszynowych przewidziano za pomocą kleju dostarczanego przez producenta profili przyszynowych. Do uszczelnienia i wyrównania krawędzi profili przyszynowych przewidziano odpowiednią szpachlówkę dostarczaną także przez producenta profili przyszynowych.

5.7. Szlifowanie szyn

Przewidziano szlifowanie początkowe szyn (według nomenklatury Warunków Technicznych PKP PLK S.A. Reprofilacja Szyn W Torach I Rozjazdach) w celu usunięcia wad hutniczych oraz innych płytkich uszkodzeń powierzchni tocznej szyn .

Szlifowanie w zasadzie winno być przeprowadzone w sposób ciągły.

Maszynty stosowane powinny być przystosowane do wykonywania robót reprofiliacji szyny o profilu 60R2

W ramach reprofiliacji początkowej wymagane jest usunięcie warstwy metalu o grubości nie mniejszej niż 0.30 mm w zakresie kątowym obróbki oraz uzyskanie normatywnego profilu poprzecznego i profilu podłużnego w zakresie wszystkich długości fal.

Pomiary powinny być wykonywane z dokładnością nie mniejszą niż:

0.05 mm – pomiary przekroju poprzecznego

0.01 mm - pomiary profilu podłużnego

0.05 mm – pomiary grubości zebranego materiału.

Maksymalne nierówności pionowe toru przed reprofiliacją:	Maksymalne dopuszczalne odchyłki przekroju	Dopuszczalne głębokości fal na bazie 1.0m, 1.5m lub 100m			Minimalna grubość zdejmowanej warstwy	Szerokość faset
		fale 30-100 mm	fale 100-300 mm	fale 300-1000 mm		
Usterki ciągle mniejsze niż 6mm na 10m bazy pomiarowej	$\pm 0,30$ mm	średnia 0,01 mm	średnia 0,03 mm		minimum 0,30mm	R13 - 4mm R80 – 7mm dalej – 10mm

5.8. Zabezpieczenie przed prądami błędzającymi

We wszystkich rodzajach konstrukcji musi być zapewniona konduktancja przejścia między szynami a ziemią o wartości nie większej niż 2,5 S/km toru pojedynczego zgodnie z normą PN-EN 50122-2. W czasie budowy torów, a szczególnie przed zabudową warstw ściernych należy wykonywać pomiary elektryczne (z wyłączeniem rozjazdów). Pomiary należy wykonać przed wykonaniem styków z torami nie podlegającymi przebudowie.

Przewidziano wykonanie połączeń wyrównawczych toków szynowych i torów co 100m (oraz dookoła rozjazdów) kablem miedzianym o przekroju 120mm^2 za pomocą złączy wciskanych w szyjkę szyny.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

6.1. Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową

Należy wykonać przez oględziny zewnętrzne wszystkich elementów wykonanego torowiska tramwajowego i porównanie wyników z Dokumentacją Projektową, zapisami w Dzienniku Budowy lub innymi równorzędnymi dokumentami.

6.2. Sprawdzenie materiałów

Należy wykonać przez oględziny zewnętrzne oraz porównując wyniki badań dla użytych materiałów z odpowiednimi normami i aprobatami technicznymi, dokumentacją oraz deklaracjami zgodności.

6.3. Sprawdzenie osi trasy i niwelety

Sprawdzenie punktów charakterystycznych osi trasy i niwelety wykonuje się odpowiednimi przyrządami. Oś toru nie powinna mieć odchył od osi geodezyjnej projektu większych niż 1cm na długości 1000m. Niweleta toru nie powinna mieć większych odchył od niwelety określonej w projekcie niż $\pm 0,02$ m na 1000m w torach w jezdni ani $\pm 0,04$ m na 1000m w torowisku wydzielonym zielonym.

6.4. Sprawdzenie szerokości toru

Sprawdzenie prześwitu w torach toromierzami przeprowadzić w miejscach zgodnie z punktem 6.5 oraz dodatkowo w miejscach charakterystycznych rozjazdów. Szerokość torów nie powinna wykazywać większych odchył niż:

odchyłki szerokości toru na prostej ± 2 mm z tym, że odległości od maksymalnego zwężenia do maksymalnego poszerzenia nie może być mniejsza niż 6m,
odchyłki szerokości toru na łukach nie mogą przekraczać + 4mm w części środkowej łuku, na początku i na końcu łuku powinny wynosić 0mm, na łukach nie dopuszcza się do zwężenia prześwitu toru.

6.5. Badanie stalowej nawierzchni toru

Polega na sprawdzeniu:

osi toru w charakterystycznych punktach trasy oraz wzrokowo między nimi,
niwelety w punktach charakterystycznych,
szerokości toru:

na odcinkach prostych co 10m, a w przypadku stwierdzenia odchył co 2m,
w punktach charakterystycznych,
na łukach co 5m, a w przypadku stwierdzenia odchył co 2m,

długości wbudowanych szyn,

w przygotowaniu do łączenia elementów toru – prostopadłości płaszczyzn przecięcia do płaszczyzny stopki szyny – każde przecięcie;

promieni szyn na łukach co 2m,

złączy szyn:

ustawienia powierzchni tocznych i bocznych szyn,
prawidłowości wykonania spoin w połączeniach spawanych wg punktu 6.5.1,
luzów szyn w stykach klasycznych złączy izolowanych,

6.5.1. Sprawdzenie prawidłowości wykonania złączy spawanych

Powierzchnia toczna i powierzchnie boczne główki szyny w strefie spoiny muszą być oszlifowane do profilu ciągu szynowego, a pozostałe oczyszczone z resztek masy formierskiej i pozbawione nadlewów technologicznych,

Badania defektoskopowe należy wykonać dla co najmniej 20% spawów. Spoina powinna tworzyć jednolite połączenie spawanych końców szyn:

brak wtopienia, braki metalu w spoinie, w obrębie stopki i szyjki pęknięcia idące w głąb spoiny są wadami dyskwalifikującymi spoinę,

pory i pęcherze wychodzące na zewnątrz spoiny, wtrącenia piaskowe i żuźlowe, które w obszarze nadlewu wchodzi w przekrój szyny lub ich głębokość jest większa niż 3,0 mm a całkowita powierzchnia w nadlewie przekracza $2,0 \text{ cm}^2$, a w nadlewie stopki $0,5 \text{ cm}^2$ oraz gdy nadlew nie jest ukształtowany zgodnie z zarysem formy są wadami dyskwalifikującymi spoinę,

braki metalu w spoinie do $1,5 \text{ cm}^3$ występujące w główce szyny mogą być uzupełnione przez napawanie lub w przypadku braku takiej możliwości wycięte.

Geometria złącza:

Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości pionowej

brak wady:

wypukłość - $\Delta f \leq 0,5 \text{ mm}$

wklęsłość - $\Delta f \leq 0,5 \text{ mm}$

wada wymaga naprawy:

wypukłość - $0,5 \text{ mm} < \Delta f \leq 0,8 \text{ mm}$

wklęsłość - $0,5 \text{ mm} < \Delta f \leq 0,8 \text{ mm}$

wada wymaga wycięcia:

wypukłość - $\Delta f > 0,8 \text{ mm}$

wklęsłość - $\Delta f > 0,8 \text{ mm}$

Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości poziomej

brak wady:

wypukłość - $\Delta f \leq 0,5 \text{ mm}$

wklęsłość - $\Delta f \leq 0,5 \text{ mm}$

- wada wymaga naprawy:

wypukłość - $0,5 \text{ mm} < \Delta f \leq 0,8 \text{ mm}$

wklęsłość - $0,5 \text{ mm} < \Delta f \leq 0,8 \text{ mm}$

wada wymaga wycięcia:

wypukłość - $\Delta f > 0,8 \text{ mm}$

wklęsłość - $\Delta f > 0,8 \text{ mm}$

6.6. Sprawdzenie wykonania warstwy filtracyjnej w torze klasycznym

Przy budowie warstw z kruszywa kontroli podlega:

uziarnienie rozłożonych warstw - na każdej działce roboczej (minimalnie 5 próbek na 1000m) za pomocą analizy sitowej (próbka 1kg)

wilgotność - dwie próbki z każdej z działki bezpośrednio przed zagęszczeniem

zagęszczenie warstw - co najmniej w dwóch miejscach na każdej działce roboczej - dopuszcza się zmniejszenie wskaźnika zagęszczenia o 0.04 w 20 % losowo wybranych próbkach

grubość warstw - bezpośredni pomiar w końcowej fazie zagęszczania, co najmniej w dwóch miejscach na każdej działce roboczej, taśmą lub łątą - dopuszczalne odchyłki w grubości do 5%

szerokość warstw - pomiar co 50m i w punktach charakterystycznych - dopuszczalne odchyłki +5cm i - 5cm.

położenie osi - pomiar we wszystkich załomach i kątach charakterystycznych oraz co 400m na prostej dopuszczalne odchyłki $\pm 10 \text{ cm}$

profil podłużny - pomiar niwelatorem, łątą z poziomnicą co najmniej w dwóch miejscach na dziennej działce roboczej - dopuszczalne odchyłki $\pm 1 \text{ cm}$

6.7. Sprawdzenie dokładności wklejenia kotw

Kotwy winny być wklejone w rozstawie zgodnym z wielkościami określonymi w projekcie budowlanym z tolerancją $\pm 10 \text{ mm}$ wzdłuż toru $\pm 2 \text{ mm}$ w poprzek toru

6.8. Sprawdzenie zabezpieczenia przed prądami błądzącymi

We wszystkich torach musi być zapewniona konduktancja przejścia między szynami a ziemią o wartości nie większej niż $2,5 \text{ S/km}$ toru pojedynczego zgodnie z normą PN-EN 50122-2.

6.9. Sprawdzenie wykonania nawierzchni na przejazdach z płyt gumowych

Kontrola jakości robót polega na sprawdzeniu ich zgodności z:

dokumentacją projektową, na podstawie oględzin i pomiarów w terenie,

wymaganiami dla materiałów podanymi w punkcie 2.4. niniejszej ST,

wymaganiami podanymi w punkcie 5.3 niniejszej ST, dla:

wykonania podtorza,

wykonania żłobków dla kół taboru kolejowego na przejeździe,

ułożenia podkładów i szyn kolejowych,

wykonania podbudowy,

ułożenia nawierzchni z prefabrykowanych płyt gumowych,

ułożenia krawężników betonowych

wykonania nawierzchni bitumicznej.

6.10. Odbiór techniczny końcowy

Odbiór techniczny końcowy należy przeprowadzić komisyjnie. Po zbadaniu dokumentów technicznych cały odbierany odcinek trasy należy przejechać wagonem z normalnym obciążeniem. Miejsca, w których nastąpiły zakłócenia w płynności jazdy powinny być odnotowane. Komisja powinna przejść cały odbierany odcinek i wykonać wyrywkowo następujące pomiary i badania kontrolne:

Sprawdzenie szerokości toru - na odcinkach prostych; należy wykonać pomiar w 10 losowo wybranych miejscach na 1 km trasy, a w rozjazdach i łukach co 5m, ze zwróceniem szczególnej uwagi na krzyżownice, na odcinkach krótszych sprawdzenia dokonuje się nie mniej niż w 3 miejscach; ponadto badania należy przeprowadzić w miejscach, w których nastąpiły zakłócenia płynności jazdy wagonem.
Sprawdzenie wzrokowo prawidłowości ułożenia rozjazdów.
Sprawdzenie wzrokowo równości nawierzchni drogowej.

6.11. Ocena wyników badań

Wyniki badań należy uznać za dodatnie, jeżeli wymagania techniczne zostały dotrzymane. Jeżeli którekolwiek z wymagań nie zostało spełnione należy uznać poszczególną część za niezgodną z wymaganiami i po wykonaniu poprawek przystąpić do ponownych badań i odbioru.

7. OBMIAŁ ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 7.
Jednostką obmiarową jest jednostką użytą w pozycjach przedmiaru.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i Wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pkt 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt.9

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania torowiska obejmuje:

- roboty rozbiórkowe i ziemne,
- wykonanie, profilowanie i zagęszczenie koryta torowego,
- ułożenie drenażu i studni,
- rozkładanie geowłókniny separacyjno-filtracyjnej,
- wykonanie warstw ulepszanego podłoża oraz podbudów,
- wykonanie płyt betonowych z betonu C25/30, C30/37 oraz C35/45 ze zbrojeniem rozproszonym włóknami polipropylenowymi,
- transport materiałów określonego rodzaju
- spawanie termitowe szyn,
- czyszczenie i gruntowanie betonu,
- czyszczenie i gruntowanie szyn, elementów torowych i rozjazdowych,
- gięcie szyn w łukach,
- wykonanie powłok dielektrycznych,
- wypełnianie komór szynowych,
- prace pomiarowe geodezyjne (regulacja położenia toru w planie i profilu),
- montaż rusztu torowego,
- montaż przyszynowych punktowych skrzynek odwadniających,
- wykonanie przewodów wyrównawczych,
- montaż kotew,
- wykonanie podlewu ciągłego szyn materiałem elastycznym na bazie poliuretanów,
- wykonanie montaż połączeń elektrycznych międzytokowych i międzytorowych

wykonanie zabudowy toru w jezdni [warstwa ścieralna z betonu],
 szlifowanie szyn
 ułożenie krawężników kamiennych i betonowych,
 ułożenie obrzeży betonowych,
 wykonanie ław betonowych pod krawężniki i obrzeża,
 wykonanie nawierzchni z kostek betonowych i płyt ostrzegawczych/kierunkowych,
 montaż wygrodzeń „przeciwbłotnych” na peronach oraz wygrodzeń międzytorowych,
 badania defektoskopowe spawów,
 pomiar konduktancji torów,
 uporządkowanie miejsca robót,

PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-EN 206-1 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- PN-EN ISO 527-1 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu. Część 1: Zasady ogólne
3. PN-EN ISO 868 Tworzywa sztuczne i ebonit – Oznaczanie twardości przy wciskaniu z zastosowaniem twardościomierza (twardość Shore’a)
- PN-EN ISO 12236 Geosyntetyki - Badanie statycznego przebiccia (metoda CBR)
5. PN-EN 10027-1 Systemy oznaczenia stali. Część 1: Znaki stali
6. PN-EN 12390-3 Badania betonu - Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań
7. PN-EN 13043 Kruszywo do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
8. PN-EN 13450 Kruszywa na podsypkę kolejową
9. PN-EN 13674-1 Kolejnictwo. Tor. Szyny. Część 1: Szyny kolejowe Vignole’a o masie 46kg/m i większej
10. PN-EN 14188-1 Zalewy szczelin na gorąco.
11. PN-EN 14811 Kolejnictwo. Tor. Szyny specjalne. Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne
12. PN-EN 14188-2 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe - Część 2: Wymagania wobec zalew drogowych na zimno
13. PN-EN 14730-1 Kolejnictwo - Tor. Spawanie termitowe szyn. Część 1: Dopuszczenie procesów spawania
14. PN-EN 14730-2 Kolejnictwo -Tor. Spawanie termitowe szyn. Część 2: Kwalifikacja spawaczy do spawania termitowego, dopuszczenie wykonawców robót i odbiór spawów
- PN-EN 15466-(1-2) Podkłady pod zalewy szczelin na zimno i na gorąco. Część 1-2
16. PN-EN 50122-2 Zastosowania kolejowe. Urządzenia stacyjne. Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna. Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błędnych powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego
- PN-80/H-93443.53 Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco do produkcji łapek oraz łapki dla nawierzchni kolejowej normalnotorowej. Łapka Łp3. Wymiary
18. PN-88/H-84020 Stal niestopowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia
- PN-89/H-84023.06 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki
20. PN-92/C-89035 Tworzywo sztuczne. Metody oznaczania gęstości i gęstości względnej tworzyw nieporowatych
21. PN-92/H-93440 Stal. Szyny tramwajowe z rowkiem
22. PN-98/K-92011 Torowisko tramwajowe. Wymagania i badania
23. PN-98/K-92009 Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania
24. PN-B 24005 Asfaltowa masa zalewowa

10.2. Inne dokumenty

Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. Nr 243 poz.1623 z 2010r. z późniejszymi zmianami)

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz.U. Nr 0 poz. 460 z 2012r. z późniejszymi zmianami)
27. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie z dnia 02.03.1999 r. (Dz.U. Nr 0 poz.560 z 2012r. z późniejszymi zmianami)
- "Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych" Warszawa 1983,