

SPECYFIKACJA TECHNICZNA
T.00.00.01
NAWIERZCHNIA TRAMWAJOWA WYMAGANIA OGÓLNE

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowy nawierzchni torowej tramwajowej w ramach zadania pn.: „Przebudowa infrastruktury tramwajowej w ciągu ul. Małobądzkiej w Będzinie na odcinku od Ronda Czeladzkiego do granicy z Sosnowcem”.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt 1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej stanowią wymagania ogólne dotyczące zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem nawierzchni torowej tramwajowej.

1.4. Określenia podstawowe

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

- 1.4.1. IK** – Instytut Kolejnictwa w Warszawie,
- 1.4.2. IBDiM** - Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie,
- 1.4.3. Iglica** - ruchoma i wymienna część zwrotnicy, która umożliwia przejazd pojazdu szynowego z toru zasadniczego na tor zwrotny.
- 1.4.4. Konstrukcja nawierzchni torowej** - układ warstw nawierzchni torowej wraz ze sposobem ich połączenia.
- 1.4.5. Krzyżownica** - część rozjazdu umożliwiająca swobodne przejście w jednym poziomie kół pojazdu szynowego przez miejsce krzyżowania się toków szyn.
- 1.4.6. Masa podlewowa** - masa służąca do wypełnienia przestrzeni pod stopką szyny.
- 1.4.7. Masa szcpepna** - środek poprawiający przyczepność do stali, betonu i bitumu.
- 1.4.8. Masa zalewowa** - masa służąca do wypełniania szczelin pionowych między płytami torowymi lub między szyną a nawierzchnią drogową.
- 1.4.9. Mechanizm nastawczy** - mechanizm zapewniający równoczesne przesuwanie obu iglic i docisk do szyny oporowej z określoną siłą.
- 1.4.10. Napęd zwrotnicowy** - skrzynia napędowa z mechanizmem nastawczym i kontrolnym.
- 1.4.11. Niweleta toru** - wysokościowe i geometryczne rozwinięcie na płaszczyźnie pionowego przekroju w osi toru.
- 1.4.12. Nawierzchnia stalowa** - tor wraz z przytwierdzeniem szyn.
- 1.4.13. Nawierzchnia torowa** - warstwa lub zespół warstw służących do przejmowania i rozkładania obciążeń od ruchu pojazdów szynowych i kołowych na podłoże i zapewniające dogodne warunki dla ruchu.
- 1.4.14. Odwodnienie toru** - urządzenie umożliwiające odprowadzenie wód opadowych spływających w rowkach szyn i po wypełnieniu pasa torowego.
- 1.4.15. Płyta betonowa** - element wykonany z betonu; nie posiadający zbrojenia; mający za zadanie przenoszenie na podbudowę nacisków od kół taboru, przekazywanych przez szyny lub rozjazdy.
- 1.4.16. Płyta fibrobetonowa** - element wykonany z betonu; zbrojony zbrojeniem rozproszonym stalowym lub poliestrowym; mający za zadanie przenoszenie na podbudowę nacisków od kół taboru, przekazywanych przez szyny lub rozjazdy.
- 1.4.17. Płyta żelbetowa** - podbudowa zasadnicza wykonana z betonu i prętów stalowych mająca za zadanie przenoszenie na niżej położone warstwy konstrukcyjne torowiska tramwajowego nacisków od kół taboru, przekazywanych przez szyny lub rozjazdy.
- 1.4.18. Podkłady** - strunobetonowe lub drewniane elementy ułożone prostopadłe do osi toru, mające za zadanie przenoszenie na podsypkę nacisków od kół taboru, przekazywanych przez szyny.
- 1.4.19. Podrozjazdnice** - drewniane elementy ułożone prostopadłe do osi toru, mające za zadanie przenoszenie na podsypkę nacisków od kół taboru, przekazywanych przez rozjazdy.
- 1.4.20. Połączenia elektryczne międzytokowe** - połączenia szyn w jednym przekroju przy pomocy przewodu miedzianego, celem zapewnienia właściwego przepływu prądów powrotnych.

- 1.4.21. Poprzeczki torowe** - poprzeczne stężenia toków szynowych.
- 1.4.22. Profile przyszynowe** - wkładki stanowiące wypełnienie komór łukowych szyn, mają na celu zmniejszenie: zużycia mas zalewowych oraz hałasu.
- 1.4.23. Promień łuku toru** - promień koła poziomego opisanego na punktach załomu osi toru.
- 1.4.24. Przytwierdzenie szyn** - połączenie szyny z podkładem lub innym podłożem za pomocą elementów przytwierdzenia, mające na celu zapewnić duży opór przeciw przesunięciom podłużnym i poprzecznym toru.
- 1.4.25. Rozjazd** - urządzenie umożliwiające przejazd taboru tramwajowego z jednego toru na drugi.
- 1.4.26. Rozjazd jednotorowy podwójny** - rozjazd, w którym od jednego toru odgałęziają się dwa inne tory; składa się z dwóch zwrotnic i trzech krzyżownic.
- 1.4.27. Rozjazd dwutorowy pojedynczy niepełny** - rozjazd, w którym od dwóch torów odgałęzia się jeden inny tor; składa się z jednej zwrotnicy i pięciu krzyżownic.
- 1.4.28. Rozjazd dwutorowy pojedynczy** - rozjazd, w którym od dwóch torów odgałęziają się dwa inne tory; składa się z dwóch zwrotnic i sześciu krzyżownic.
- 1.4.29. Rozjazd dwutorowy podwójny** - rozjazd, w którym od dwóch torów odgałęziają się cztery inne tory; składa się z czterech zwrotnic i osiemnastu krzyżownic.
- 1.4.30. Sieć trakcyjna** - obiekt budowlany stanowiący całość techniczno-użytkową, obejmujący budowę sieci wraz ze wszystkimi pracami związanymi z tą budową i objętymi projektami.
- 1.4.31. 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. Stosowana jest też nazwa skrzynia rozjazdowa lub skrzynia zwrotnicowa.
- 1.4.32. Skrzynia zwrotnicowa** - stanowi obudowę mechanizmu nastawczego; jest przykręcona do skrzyni ziemnej.
- 1.4.33. Skrzyżowanie torów** - przecięcie się dwóch torów w jednym poziomie, bez możliwości przejazdu z jednego toru na drugi tor.
- 1.4.34. Styk przediglicowy** - miejsce stanowiące połączenie toru z rozjazdem od strony zwrotnicy.
- 1.4.35. 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.
- 1.4.36. Szyna łącząca** - elementy szynowe rozjazdu łączące ze sobą zwrotnice z krzyżownicami oraz krzyżownice.
- 1.4.37. Szyna przejściowa** - element szynowy służący do połączenia dwóch różnych rodzajów lub typów szyn.
- 1.4.38. Szyna rowkowa** - odmiana szyny powstała przez ukształtowanie główki w postaci litery U, ma zastosowanie w konstrukcji toru wbudowanej w jezdnię.
- 1.4.39. Toki szynowe** - połączone ze sobą pojedyncze szyny stanowią tory szynowe: tok prawy i lewy patrząc w kierunku ruchu po torze.
- 1.4.40. 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.
- 1.4.41. Trasa kablowa** - pas terenu, w którym ułożone są jedna lub więcej linii kablowych.
- 1.4.42. UTK** - Urząd Transportu Kolejowego (Główny Inspektorat Kolejnictwa) w Warszawie,
- 1.4.43. Wypełnienie pasa torowego** - wypełnienie przestrzeni między szynami mogące stanowić nawierzchnię dla pojazdów kołowych.
- 1.4.44. ZETOM** - Zakłady Badań i Atestacji im. Prof. F. Stauba w Katowicach,
- 1.4.45. Zwrotnica** - część rozjazdu, która umożliwia przejazd pojazdu szynowego z toru zasadniczego na tor zwrotny.
- 1.4.46. Pozostałe określenia**
Pozostałe określenia podane w niniejszej ST są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST "Wymagania ogólne" oraz z dokumentacją techniczną.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST T., "Wymagania ogólne".

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST "Wymagania ogólne".

2.2. Materiałami użytymi do wykonania nawierzchni tramwajowej są:

- szyny rowkowe Ri60N lub 60R2 oraz Ri59N lub 59N2,
- szyny kolejowe 49E1 oraz 60E1,

- szyny dylatacyjne (połączenia wyrównawcze),
- szyny przejściowe 49E1/60R2,
- materiały spawalnicze do spawania elektrycznego i termicznego oraz napawania,
- podkłady i podrozdzielnice drewniane,
- podkłady strunobetonowe,
- elementy przytwierdzenia,
- poprzeczki torowe płaskie czterootworowe,
- materiały zalewowe poliuretanowe wraz z gruntami,
- materiały uszczelniające bitumiczne wraz z gruntami,
- wibroizolacyjne profile przyszynowe,
- bloczki betonowe wypełniające komory łukowe szyn,
- elementy do regulacji położenia szyny,
- ciągła sprężysta przekładka podszynowa,
- maty podtorowe ze spienionego poliuretanu,
- złącza izolowane klejono-sprężone,
- elektryczne połączenia międzytokowe i międzytorowe.
- Smarownice torowe.

2.3. Szyny rowkowe

2.3.1. Szyna Ri60N oraz Ri59N

Szyna Ri60N oraz Ri59N powinna spełniać wymagania określone w:

- „Warunkach technicznych dostaw szyn tramwajowych” WT/BS-/J.010 (2006)
- ponadto powinna spełniać parametry wykonania:
- odmiana C,
- klasa S (nieotworowane) z odbiorem ZETOM-u,
- długości fabrykacyjnej 18 m,
- materiał: stal w dolnym zakresie parametrów gatunku 900A do stosowania na odcinkach torów o $R > 51$ m, w łukach o $R < 51$ m stal w gatunku 800.

Wykonawca robót udzieli gwarancji na szyny na 5 lat od daty odbioru oraz uwzględni reklamacje dotyczące wszystkich wad szyn, spowodowane produkcją i nie wykryte podczas odbioru, z wyłączeniem nadmiernego zużycia wynikającego z warunków eksploatacji.

2.3.2. Szyna 60R2 oraz 59R2

Szyna 60R2 oraz 60R2 powinna spełniać wymagania określone w:

PN EN 14811 Kolejnictwo -- Tor -- Szyny specjalne -- Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne,

ponadto powinna spełniać parametry wykonania:

- klasa S (nieotworowane) z odbiorem równoważnym odbiorowi ZETOM-u,

- długości fabrykacyjnej 18 m,
- materiał: stal w dolnym zakresie parametrów gatunku R260 do stosowania na odcinkach torów o $R > 51$ m, w łukach o $R < 51$ m stal w gatunku R220 G1 lub R290 HGT.

Wykonawca robót udzieli gwarancji na szyny na 5 lat od daty odbioru oraz uwzględni reklamacje dotyczące wszystkich wad szyn, spowodowane produkcją i nie wykryte podczas odbioru, z wyłączeniem nadmiernego zużycia wynikającego z warunków eksploatacji.

2.4. Szyny bezrowkowe

Szyna kolejowa (Vignole'a) typu 49E1 i 60E1 powinna spełniać wymagania określone w:

- EN 13674-1 "Szyny kolejowe szeroko stopowe o masie 46 kg i powyżej,
- WTWiO-ILK3-5181-2/2004E.P Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych z 2004 r.,
- ponadto powinna spełniać parametry wykonania:
- klasa wykonania X, dopuszcza się klasę Y,
- klasa prostości, płaskości A
- nieotworowane,
- długości fabrykacyjnej 18 m,
- materiał: stal w dolnym zakresie parametrów gatunku R260 do stosowania na odcinkach torów o $R > 51$ m, w łukach o $R < 51$ m stal w gatunku R220 G1 lub R290 HGT.

Szyny powinny posiadać świadectwo odbiorowe równoważne odbiorowi ZETOM-u,

Wykonawca robót udzieli gwarancji na szyny na 5 lat od daty odbioru oraz uwzględni reklamacje dotyczące wszystkich wad szyn, spowodowane produkcją i nie wykryte podczas odbioru, z wyłączeniem nadmiernego zużycia wynikającego z warunków eksploatacji.

2.5. Szyny dylatacyjne (połączenia wyrównawcze)

Należy zastosować urządzenia wyrównawcze do szyn rowkowych o profilu Ri60N (60R2) spełniające wymagania aprobaty technicznej.

2.6. Szyny przejściowe

Przy wykonywaniu połączenia toru z szyn kolejowych z szynami tramwajowymi należy stosować szyny przejściowe typu 49E1/60R1 o minimalnej długości 3,5m. Szyna przejściowa ma spełniać wymagania stawiane szynom w niniejszej aprobacie technicznej.

2.7. Materiały spawalnicze

Do wykonywania połączeń szyn metodą SoWoS używać należy materiałów spawalniczych, które zostały dopuszczone do stosowania przez PKP PLK Centrum Diagnostyki i Geodezji Wydział Spawalnictwa, Odbiorów i Badań Nawierzchni Kolejowej:

- forma sucha (prefabrykowana),
- masa formierska,
- porcja mieszanki termitowej np.: firmy Elektrothermit,
- zapal błyskawiczny,
- wykładzina tygła,
- tulejka samospustowa,
- propan - butan,

- tlen techniczny.

Do wykonywania połączeń szyn metodą spawania elektrycznego używać należy poniższych materiałów spawalniczych:

- elektroda spawalnicza węglowa niemiedziowana 0 6 mm,
 - o OK 74.78 - to elektroda LMA do spawania stali wysokowytrzymałych, stosowanych na konstrukcje pracujące w niskich temperaturach. Metal spoiny cechują dobre właściwości udarowościowe w temperaturze do -40C. Elektroda ta bardzo dobrze się nadaje do spawania i napawania szyn, gdy jest wymagana twardość rzędu 250 HV. Zawartość wilgoci w otulinie jest bardzo mała, dzięki czemu elektroda OK 74.78 staje się przydatna, gdy nie jest możliwe wstępne wygrzanie.
 - o OK 83.28 - to elektroda z dodatkiem chromu, przeznaczona do napawania utwardzającego szyn i elementów torów, wałków, rolek, elementów walcarek, np. walców profilowych, sprzęgieł czy dużych kół zębatach ze staliwa. Inne zastosowanie to łączenie elementów ze stali utwardzalnych,
- podkładki (np.: OK Backing 21.21),
- miedziane nakładki,
- propan - butan.

2.8. Elektryczne połączenia międzylukowe i międzytorowe

Do wykonania elektrycznych połączeń międzylukowych i międzytorowych należy użyć niżej wymienionych materiałów:

- kabel elektroenergetyczny typu YKY 1x70 mm², 1 kV,
- końcówka kablowa miedziana dla kabla 70 mm² typu ARD
- złącze kontrolne 5670 - KEEK,
- uchwyty kablowe uniwersalne typu UKU,
- opaski kablowe typu Oki.

2.9. Smarownice torowe

Przed łukami o promieniach $R \leq 50,0$ m należy zastosować smarownice torowe, tzn. specjalistyczne urządzenia służące do dozowanego smarowania szyn w torach i rozjazdach tramwajowych, w celu zmniejszenia zużycia szyn w łukach o małych promieniach, oraz zmniejszeniu hałasu wywołanego przejazdem zestawów kołowych taboru tramwajowego. W torach eksploatowanych w jednym kierunku, smarownica powinna być zamontowana na początku łuku, natomiast w rozjazdach za zwrotnicą na torze zwrotnym.

Zaprojektowano smarownice z zasilaniem z panelu wyposażonego w ogniwo fotowoltaniczne generujące prąd zasilający urządzenie z mocą nominalną ogniwa 40 W (przy nasładowaniu 1000 W/ m² i 25°C); napięcie 17,2 V DC/2,33 A. Centralna szafa sterująca zamontowana na słupie trakcyjnym lub posadowionej na systemowym fundamencie prefabrykowanym z zamontowanymi urządzeniami:

- elektroniczna jednostka sterująca na napięcie robocze 24 Volt,
- regulator ładowania wyposażony we wskaźnik stanu naładowania, [max prąd ładowania 6 A],
- akumulatory 12V/18Ah – 2 szt,
- pompa smaru o wydajności tłoczenia na skok pompy: min. 1,2 cm³, napięcie 24V/2,5 A,
- pojemnik smaru o pojemności min. 10 kg.

Należy zabudować element smarujący z czterema strefami smarowania zlokalizowanymi po dwie przy każdej z szyn. Każda strefa smarowania składać się ma ze stalowej kasety zabezpieczającej zamontowanej po zewnętrznej stronie szyny, w każdej z kaset wbudowany ma być rozdzielacz z trzema przewodami doprowadzającymi smar na powierzchnię szyny.

Do smarowania należy stosować zmydlający litowo-wapniowy smar na bazie biologicznie rozkładalnego oleju syntetycznego przeznaczony do smarowania szyn i obrzeży kół, posiadający wysoką odporność na naciski, stabilność podczas mieszania oraz należytą wodoodporność. Smar powinien być przeznaczony do pompowania i natryskiwania w zakresie temperaturowym stosowania od -40 do +120° C.

2.10. Szczegółowe wymagania dotyczące materiałów

Wymagania szczegółowe dotyczące pozostałych materiałów użytych do budowy nawierzchni torowej tramwajowej podano w rozdziale T.00.00.02 Nawierzchnia tramwajowa 1435 mm na podkładach strunobetonowych,

3. SPRZĘT

3.1. Wymagania ogólne sprzętu

Wymagania ogólne dotyczące sprzętu podano w rozdziale "Wymagania ogólne".

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Kierownik Budowy przystępujący do wykonania nawierzchni torowej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- zespół prądotwórczy 3-fazowy przewoźny 10 kVA,
- wiertarka do szyn,
- szlifierka do spoin szynowych,
- giętarka hydrauliczna do szyn tramwajowych,
- nasuwarka hydrauliczna do torów,
- podbijak wibracyjny elektryczny,
- samochód beczkowóz,
- ciągnik kołowy 37 kW,
- samochód samowyładowczy 15 Mg,
- samochody do przewozu dłuźyc,
- żurawie samochodowe,
- zestaw spawalniczy do spawania termicznego,
- oraz innego sprzętu zaakceptowanego przez Inżyniera/Kierownika Projektu.

4. TRANSPORT

Wymagania ogólne dotyczące transportu podano w ST T.00.00.00 "Wymagania ogólne".

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

Transport szyn może być dokonywany przyczepami niskopodwoziowymi lub samochodami z naczepami przystosowanymi do przewozu dłużyc pod warunkiem zabezpieczenia przed przemieszczaniem przewożonych materiałów.

Wykonawca robót montażowych nawierzchni torowej powinien wykazać się możliwością transportu i wyładunku szyn o długości fabrykacyjnej. Podczas wyładunku szyny nie mogą być zrzucone, lecz muszą być zdejmowane dźwigami lub zsuwane po pochylni

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Wymagania ogólne dotyczące robót

Wymagania ogólne dotyczące wykonania robót podano w ST "Wymagania ogólne".

5.2. Szczegółowe wymagania dotyczące robót

Wymagania szczegółowe dotyczące robót budowy nawierzchni torowej tramwajowej podano w ST wymienionych w pkt 2.8 niniejszej ST

5.3. Łączenie szyn

5.3.1. Przygotowanie szyn

Długość pojedynczych odcinków szyn nie może być mniejsza niż 12 m. W przypadku braku możliwości wbudowania szyny o określonej długości należy zmniejszyć długość szyny sąsiedniej tak, aby długość każdej z tych szyn nie była mniejsza niż 6 m. Cięcie szyn należy wykonywać mechanicznie. Nie dopuszcza się odchyień od prostokątności płaszczyzny przecięcia do płaszczyzny stopy szyny większych niż 1 mm jak i cięcia szyn za pomocą palnika gazowego.

Pomiędzy łączonymi szynami zachować szczelinę na wykonanie spoiny o szerokości 20 mm.

5.3.2. Łączenie szyn; spawanie termitowe metoda SoWoS

- **Przygotowanie styku.** Długość odcinków szynowych wynosi 18,0 m. Szyny na całej długości należy oczyścić z rdzy i brudu. Następnie ustawić na podkładkach drewnianych z drewna twardego na płycie żelbetowej, wyrównać w planie i profilu zachowując szczelinę między stykami o długości 2,4 - 2,6 cm. Przygotować końce szyn przez oczyszczenie powierzchni czołowych i bocznych z rdzy, farby, smarów i brudów na szerokość formy tj. na około 100 mm po obu stronach styku. Następnie należy sprawdzić prostokątność powierzchni czołowej do podłużnej osi szyny. W przypadku nieprostokątności lub uszkodzeń końców (pęknięcia, rozwarstwienia, wykruszenia) obciąć je w odległości 50 mm od końca wady lub otworu. Końce szyn ustawić do spawania tak, aby odstęp między płaszczyznami czołowymi wynosił 2,4 + 2,6 cm, a końce szyn na długości 1000 mm były wzniesione 2,4 + 2,8 mm nad powierzchnią toczną. Jeszcze raz sprawdzić ustawienie końców szyn w płaszczyźnie poziomej, pionowej oraz wielkość luzu spawalniczego, a następnie ustawić i umocować na główce szyny stojak uniwersalny w odległości określonej szablonem.
- **Założenie i uszczelnienie formy.** Sprawdzić stan poszczególnych części formy, zwracając szczególną uwagę na stan powierzchni przylegających do szyny. Kanały spustowe i otwory odpowietrzające muszą być oczyszczone. Do spawania należy używać form bez żadnych uszkodzeń. Formy z niewielkimi uszkodzeniami powierzchni przylegających do szyny można stosować do spawania warunkowo. Należy wówczas starannie poprawić uszkodzone powierzchnie masą formierską. Zawilgoconych form nie należy używać. Sprawdzić dopasowanie części formy do profilu szyny; dopasowywać przez lekkie docieranie połówek form i mostka o szynę. Przed założeniem formy końce szyn należy podgrzać do temp. 50° C. Pierwszą połówkę formy włożyć w obejmę, założyć od zewnątrz na szynę symetrycznie do osi luzu spawalniczego, a następnie lekko dokręcić śrubę dociskową ramienia urządzenia mocującego. Drugą

połówkę formy z obejmą, ściśle dopasować od wewnątrz do połówki formy już założonej i lekko dokręcić drugą śrubą dociskową ramienia urządzenia mocującego. W jednej z połówek formy należy wykonać kanał spustowy w celu umożliwienia wypływu płynnego żużla. Sprawdzić dopasowanie połówek formy i mostka do szyn, a pod stopką skontrolować poprawność ich przylegania. Śruby dociskowe urządzenia mocującego dokręcić lekko i równomiernie z obu stron formy dociskając ku górze obydwie obejmę formy. Ostonić luz spawalniczy i powierzchnię toczną końców szyn kawałkiem tektury. Szczeliny pomiędzy połówkami formy a szyną i obejmami formy starannie uszczelnić dobrze wyrobioną masą formierską o odpowiedniej wilgotności. Pojemnik na żużel wysuszyć i założyć na formę pod kanał spustowy żużla oraz uszczelnić masą formierską styk pojemnika z kanałem spustowym. Sprawdzić uszczelnienie z obu stron i od spodu formy oraz symetryczność ustawienia formy względem końców szyn, patrząc przez otwór wlewowy. Między formą a szyną nie mogą pozostać szczeliny.

- **Napełnienie i ustawienie tygla.** Sprawdzić stan tygla, a przede wszystkim stan wykładziny tygla. Używać je można tylko w dobrym stanie. Przy użyciu tygla z magnezytową wykładziną zachodzi potrzeba dokładnego usuwania żużla z powodu narastania zbyt grubej jego warstwy. Usunąć zużytą tulejkę spustową z tygla przy użyciu wybijaka. Przy wymianie tulejki spustowej należy otwór wykładziny tygla dokładnie i ostrożnie wyczyścić. Dokonać starannego zamknięcia otworu spustowego tygla. W tym celu należy:
 - w rurkę ochronną z wkładką magnetyczną tulejki samospustowej włożyć pręt ustalający i wprowadzić tulejkę do otworu wykładziny tygla,
 - docisnąć pręt i przez lekkie uderzenie pręta dobrze osadzić tulejkę samospustową w otworze tygla,
 - proszek uszczelniający umieścić równomiernie wokół rurki ochronnej.

Napełnić ostrożnie tygiel porcją termitu i uformować stożek, i usunąć w kierunku pionowym ku górze pręt ustalający. Tygiel ostonić pokrywą tygla i ochronić przed wilgocią. Podczas deszczu postawić parasol ochronny i zabezpieczyć go przed wywróceniem. Napełniony tygiel uchwytami ustawić na rurowej podporze urządzenia mocującego na właściwej wysokości i próbnie przesunąć na środek formy. Tygiel należy ostrożnie odsunąć w położenie umożliwiające obserwację i podgrzewanie końców szyn. Przed dokonaniem spustu zabezpieczyć główki i stopki szyn z obu stron formy osłonami blaszanymi lub przez posypanie suchym piaskiem.

- **Podgrzewanie końców szyn.** Przed zapaleniem płomienia w palniku podgrzewającym należy najpierw otworzyć zawór tlenu, a po ok. 3 sek. zawór propanu. Zapalenie płomienia palnika dokonać przy zmniejszonych ciśnieniach gazów. Po zapaleniu płomienia, należy wyregulować ciśnienie robocze gazów. Płomień wyregulować tak, by jego jądro miało długość 15 + 20 mm. Po krótkim osuszeniu płomieniem pojemnika na żużel, palnik z uchwytem ustawić centrycznie nad formą w urządzeniu mocującym i lekko dokręcić śrubę ustalającą. Odległość dyszy palnika od powierzchni tocznej główki szyny powinna wynosić 40 + 45 mm. Sprawdzić, czy płomień podgrzewający jest prawidłowy i czy przekroje szyn są równomiernie podgrzewane. Prawidłowo wyregulowany płomień pali się spokojnie (bez zaburzeń wewnątrz formy, a jego koniec powinien wychodzić na około 35 cm ponad otwory odpowietrzające). Sprawdzić temperaturę nagrzania końców szyn. Podgrzewanie zakończyć wtedy, gdy powierzchnie przekroju obu końców osiągną temperaturę minimum 1000C (żółty kolor żarzenia). Po zakończeniu podgrzewania wstępnego i odsunięciu palnika należy za pomocą szczypiec wstawić suchy mostek w wycięcie, w górnej części formy, i docisnąć drążkiem drewnianym (np.: trzonkiem młotka lub przecinaka).
- **Spawanie (reakcja i spust).** Ustawić napełniony tygiel nad formą tak, aby jego wylot znalazł się w osi pionowej formy (nad środkiem mostka). Porcję termitową w tyglu należy zapalić zapalonym błyskawicznym. Przy zastosowaniu tulejki samospustowej spust płynnego stopu z tygla do formy następuje samoczynnie. Po zakończeniu spustu należy tygiel usunąć z nad formy. Odjąć pojemnik na żużel i odłożyć na suche, niepalne podłoże, w odległości bezpiecznej od miejsca spawania (ok. 5 m).
- **Zdjęcie formy i obróbka złącza.** Po odczekaniu, po spuszczeniu około 4 minut, zdjąć ostrożnie obejmę z formy i usunąć górną część formy ponad główkę szyny. Nadlewę spoiny na główce szyny oczyścić z resztek piasku i żużlu w przypadku obróbki ręcznej spoiny. Nadlewę z obszaru główki szyny usunąć za pomocą hydraulicznej obcinarki (lub płaskiego przecinaka). Po obróbce zgrubnej główki szyny pozostałości obciąć przecinakiem. Pionowe nadlewy na stopce szyny pozostawić do ostygnięcia. Po

ostygnięciu podciąć je i odłamać przez uderzenie młotkiem. Po ostygnięciu spoiny do temperatury otoczenia dokładnie oszlifować powierzchnię toczną i powierzchnie boczne główki złącza szynowego. Pozostałe resztki formy i stopiwa ostrożnie usunąć ze spoiny przy użyciu tępego przecinaka. Po całkowitym wystygnięciu złącza spawanego i jego obróbce wykańczającej należy sprawdzić jego prostoliniowość. Do kontroli prostoliniowości złączy należy używać liniału o długości 1 m. Wyjąć kliny ustalające. Wybić numeratorem stalowym znak spawacza lub grupy spawalniczej na zewnętrznej powierzchni bocznej główki w odległości 200 mm od osi spoiny.

5.3.3. Spawanie elektryczne

Końce szyn należy wstępnie podgrzać do temperatury 400°C dla stali gatunku 900A.

Wykonując warstwę graniową należy użyć podkładki (np.: OK Backing 21.21). Stopkę szyny spawa się elektrodami spawalniczymi węglowymi niemiedziowanymi 0 6 mm (lub np.: OK 74.78) ściegami prostymi.

Przy spawaniu szyjki i główki elektrodą OK 74.78 stosować się miedziane nakładki. Warstwę licową wykonać elektrodami spawalniczymi węglowymi niemiedziowanymi 0 6 mm (lub np.: OK 83.28, EN 280 MoB) ściegami zakosowymi.

Gończy materiał należy zgrubnie oszlifować. Następnie obłożyć złącze np.: wełną mineralną, aby zapewnić powolne schładzanie.

Po ostygnięciu materiału należy przeprowadzić szlifowanie profilujące.

5.4. Elektryczne połączenia międzytokowe i międzytorowe

W miejscu wykonania połączenia międzytokowego lub międzytorowego należy w szyjce każdej łączonej szyny wywiercić jeden otwór o $\varnothing 19$ mm. Otworu nie wolno wykonywać technikami spawalniczymi. Otwór wykonywany jest w połowie wysokości szyjki. Kabel mocujemy do jednej części końcówki ARD, a drugą wciskamy w otwór w szyjce po przeciwnej stronie aniżeli będzie mocowany kabel. Następnie przez wcisk łączymy obie części końcówki ARD w szyjce. Należy uważać, aby przewód nie przechodził nad szyną. Połączenia międzytokowe i międzytorowe wykonujemy naprzemiennie. Wg projektu sieci powrotnej należy wykonywać przyłącza do szafek powrotnych przytorowych. Kabel łączymy z szyną w sposób wyżej opisany a drugim końcem wpinamy do szafki. Wszystkie połączenia winni wykonać monterzy sieci elektrycznych.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne warunki kontroli

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST "Wymagania ogólne".

6.2. 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.

6.3. Sprawdzenie materiałów

Należy wykonać przez oględziny zewnętrzne, porównując użyte materiały z odpowiednimi warunkami technicznymi, dokumentacją oraz atestami.

6.4. Sprawdzenie osi trasy i niwelety

Oceny jakości wykonania robót torowych dokonuje się na podstawie zgodności z "Wytycznymi technicznymi projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych" MAGTiOŚ Warszawa 1983 r.

Punktami charakterystycznymi trasy linii tramwajowej są początki, środki (wierzchołki) i końce łuków poziomych oraz pionowych.

Sprawdzenie punktów charakterystycznych osi trasy i niwelety wykonuje się odpowiednimi przyrządami pomiarowymi jak: taśma miernicza, węgielnica, niwelator, tyczka miernicza i łąta.

Oś toru nie powinna mieć odchyłeń od osi geodezyjnej projektu większych niż $\pm 0,01$ m na długości 1000 m.

Niweleta toru nie powinna mieć większych odchyłeń od niwelety określonej w projekcie niż:

- dla torowiska wydzielonego $\pm 0,04$ m na 1000 m;
- dla torowiska wbudowanego $\pm 0,02$ m na 1000 m.

6.5. Sprawdzenie szerokości toru

Sprawdzenie prześwitu w torach toromierzem przeprowadzić w miejscach zgodnie z punktem 6.4. Szerokość torów nie powinna wykazywać większych odchyłeń niż:

- odchyłki szerokości toru na prostej $\pm 0,002$ m z tym, że odległości od maksymalnego zwężenia do maksymalnego poszerzenia nie może być mniejsza niż 0,006 m,
- odchyłki szerokości toru na łukach nie mogą przekraczać + 0,004 m w części środkowej łuku, na początku i na końcu łuku powinny wynosić 0,000 m, na łukach nie dopuszcza się do zwężenia prześwitu toru.

6.6. Badanie stalowej nawierzchni toru

- Polega na sprawdzeniu:
 - osi toru w charakterystycznych punktach trasy oraz wzrokowo między nimi,
 - niwelety w punktach charakterystycznych,
 - szerokości toru:
 - o na odcinkach prostych co 10 m, a w przypadku stwierdzenia odchyłeń co 2 m, o w punktach charakterystycznych,
 - o na łukach co 5 m, a w przypadku stwierdzenia odchyłeń co 2 m,
 - długości wbudowanych szyn,
 - w przygotowaniu do łączenia elementów toru - prostopadłości płaszczyzn przecięcia do płaszczyzny stopki szyny - każde przecięcie;
 - promieni szyn na łukach co 2 m,
 - przechyłki toru na łukach co 5 m,
 - złączy szyn:
 - o o ustawienia powierzchni tocznych i bocznych szyn,
 - o o prawidłowości wykonania spoin w połączeniach spawanych wg punktu 6.7.,
 - przylegania stopy szyn do przekładek.
- Szyny powinny wykazywać ruchy pionowe pod przejeżdżającym taborem zgodnie z założeniami projektowymi.

6.7. 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,
- 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 cm², a w nadlewie stopki 0,5 cm² oraz gdy nadlew nie jest ukształtowany zgodnie z zarysem formy są wadami dyskwalifikującymi spoinę,

- Braki metalu w spoinie do 1,5 cm³ występujące w główce szyny mogą być uzupełnione przez napawanie lub w przypadku braku takiej możliwości wycięte.

- Geometria złącza:

6.7.1. Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości pionowej

- o brak wady:
 - wypukłość - $Df < 0,5 \text{ mm}$
 - wklęsłość - $Df < 0,5 \text{ mm}$
- o wada wymaga naprawy:
 - wypukłość - $0,5 \text{ mm} < Df < 0,8 \text{ mm}$
 - wklęsłość - $0,5 \text{ mm} < Df < 0,8 \text{ mm}$
- o wada wymaga wycięcia:
 - wypukłość - $Df > 0,8 \text{ mm}$
 - wklęsłość - $Df > 0,8 \text{ mm}$

6.7.2. Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości poziomej

- o brak wady:
 - wypukłość - $Df < 0,5 \text{ mm}$
 - wklęsłość - $Df < 0,5 \text{ mm}$
- o wada wymaga naprawy:
 - wypukłość - $0,5 \text{ mm} < Df < 0,8 \text{ mm}$
 - wklęsłość - $0,5 \text{ mm} < Df < 0,8 \text{ mm}$
- o wada wymaga wycięcia:
 - wypukłość - $Df > 0,8 \text{ mm}$
 - wklęsłość - $Df > 0,8 \text{ mm}$

6.8. Ocena wyników badań

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

7. OBMIAŁ ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST "Wymagania ogólne".

Jednostką obmiarową jest 1 metr bieżący (mtp) toru pojedynczego.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, ST i wymaganiami Zamawiającego, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pkt 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST "Wymagania ogólne".

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-S-02205:1998	"Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania",
PN-B-04481:1988	"Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu",
PN-S-02204:1997	"Odwodnienie dróg",
PN-S-96023:1984	"Konstrukcje drogowe. Podbudowa i nawierzchnia z tłucznia kamiennego",
PN-S-06102:1997	"Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie",
PN-K-92011:1998	"Torowiska tramwajowe. Wymagania i badania",
PN-K-92009:1998	"Komunikacja miejska - Skrajnia budowli - Wymagania",
PN-EN 13230-2:2006	„Kolejnictwo. Tor. Podrozdjazdnice i podkłady betonowe. Część 1: Wymagania ogólne",
PN-EN 206-1:2003	„Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność",
PN-88/B-06250	„Beton zwykły",
PN-EN 12390-3:2002	„Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania",
PN-EN 10002-1:2004	„Metale. Próba rozciągania. Część 1: Metoda badania w temperaturze otoczenia",
PN-EN ISO 15630-3:2004	„Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część 1: pręty, walcówka i drut do zbrojenia betonu. Część 3: Stal do sprężania",
PN PN-EN 10025-1:2007	Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych -Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy,
PN-EN 10025-2:2007	Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych -- Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych
EN 13674-1:2003	"Szyny kolejowe szeroko stopowe o masie 46 kg i powyżej",
PN-H-93440:1992	„Stal -- Szyny tramwajowe z rowkiem",
PN-EN-14811:2006	„Kolejnictwo. Tor. Szyny specjalne. Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne",
PN-EN 14730-1:2006 (U)	„Kolejnictwo. Tor. Spawanie termitowe szyn. Część 1: Dopuszczenie procesów spawania",
PN-EN 14730-2:2006 (U)	„Kolejnictwo. Tor. Spawanie termitowe szyn. Część 2: Kwalifikacja spawaczy do spawania termitowego, dopuszczenie wykonawców robót i odbiór spawów",
PN-EN 1011-1:2001	„Spawanie. Wytyczne dotyczące spawania metali. Część 1: Ogólne wytyczne dotyczące spawania łukowego",
PN-EN ISO 15609-1:2007	„Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Instrukcja technologiczna spawania. Część 1: Spawanie łukowe",

PN-EN ISO 15614-7:2007 (U)	„Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali. Badanie technologii spawania. Część 7: Napawanie”,
PN-86/K-80014	Nakrętki sześciokątne
PN-89/K-80030	Śruby i wkręty - wymagania i badania.
PN-84/K-80001	Śruba stopowa.
PN-69/K-80017	Pierścienie sprężyste.
PN-86/K-80015	Nawierzchnia kolejowa. Nakrętki sześciokątne kołnierzowe.

10.2. Inne dokumenty

"Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych" MAG- TOiOŚ Warszawa 1983 r.

WT/BS-/J.010 (2006 r.) "Warunki Techniczne dostaw szyn tramwajowych",

WTWiO-ILK3-5181-2/2004E.P „Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych" 2004 r.,

ILK2-5185/1/2000 „Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Elementów z tworzyw sztucznych stosowanych w nawierzchni kolejowej",