

1 PRZEDMIOT I ZAKRES PROJEKTU – ZADANIE 2

Niniejszy projekt wykonawczy obejmuje remont torowiska tramwajowego wraz z infrastrukturą towarzyszącą (perony tramwajowe, wyposażenie peronów, elementy odwodnienia torowiska) w ul. Nowowiejskiej na odcinku od Placu Politechniki do ulicy Waryńskiego. Zakres remontu i przebudowy infrastruktury przedstawiony został na planie sytuacyjnym – rys. nr PW.A.01.01.

Pozostałe branże remontu i przebudowy ul. Nowowiejskiej ujęte zostały w oddzielnych tomach projektu wykonawczego.

Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana jest w ul. Nowowiejskiej na działkach nr: 1, 2 z obrębem 5-05-08, nr 52, 54 z obrębem 5-05-05, nr 36/1, 69/2 z obrębem 5-05-06.

Roboty budowlane objęte zakresem niniejszego projektu wykonawczego będą odbywały się na podstawie zgłoszenia robót złożonego dnia 2010-11-26 w Wydziale Architektury i Budownictwa dla Dzielnicy Śródmieście.

Odcinek torowiska remontowany w zakresie Zadania 2 (km od 0,00 do 380,96) łączy się z odcinkiem objętym zakresem Zadania 1 (km od 380,96 do 524,84 względem osi toru nr 2) i stanowi jego kontynuację. Oba zadania powinny być realizowane w jednym terminie ze względu na różnice zagospodarowania oraz różnice wysokościowe na granicy odcinków określonych powyższymi zadaniami. Ponadto, niniejszy projekt stanowi część projektów wielobranżowych przebudowy ul. Nowowiejskiej, które będą realizowane równocześnie.

2 FUNKCJA I PRZEZNACZENIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ORAZ CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY TECHNICZNE

Ulica Nowowiejska jest drogą powiatową klasy Z. Torowisko tramwajowe podlegające remontowi na przedmiotowym odcinku występuje częściowo jako wydzielone (pikietaż od 20,00 do 110,93 m oraz od 119,93 do 148,10 m) i częściowo jako wbudowane w jezdnię (pikietaż od 148,10 do 380,96 m), po którym odbywa się także ruch samochodowy jednokierunkowy (od ul. Waryńskiego do Pl. Politechniki). W obrębie Placu Politechniki występują 3 przejazdy przez torowisko (pikietaż 31,29 m; 115,32 m; 152,38 m w osiach przejazdów), z których dwa przejazdy znajdują się na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym.

Ulica Nowowiejska znajduje się w obrębie Stanisławowskiego Założenia Urbanistycznego, wpisanego do rejestru zabytków pod numerem A-543. Podstawą do zmiany zagospodarowania ulicy oraz użycia innych materiałów niż obecnie istniejące jest decyzja Stołecznego Konserwatora Zabytków nr 88 N/11 z dnia 2011-01-18.

Projektowany zakres robót budowlanych powoduje zmianę parametrów użytkowych elementów drogowych tj. układu wysokościowego chodników i peronów tramwajowych, długości peronów, układu geometrycznego torów, natomiast w zakresie długości trasy tramwajowej nie nastąpią istotne zmiany. Zmianie ulegnie rozwiązanie konstrukcyjne torowiska.

Podstawowe parametry ilościowe określające projektowane obiekty budowlane są następujące:

1. Całkowita długość remontowanych torów tramwajowych w torowisku o konstrukcji bezpodsypkowej – 710,4 mtp,
2. Całkowita długość remontowanych torów tramwajowych w torowisku o konstrukcji podsypkowej – 12 mtp,
3. Liczba peronów tramwajowych – 3 szt. (2 szt. – dł. użyt. 45,00 m, 1 szt. – dł. użyt. 66,00 m),
4. Liczba wiat przystankowych – 6 szt.

Pozostałe parametry charakteryzujące projektowane obiekty budowlane są następujące:

1. Klasa drogi – Z (zbiorcza),
2. Kategoria ruchu – KR 4,
3. Obciążenie – 115 kN/oś samochodową i tramwajową,
4. Prędkość projektowa (ruch samochodowy) – 50 km/h.

3 STAN ISTNIEJĄCY

W zakresie opracowania znajduje się eksploatowane obecnie torowisko tramwajowe. Torowisko częściowo funkcjonuje jako torowisko wydzielone – na Placu Politechniki, gdzie przebiega po północnej stronie jezdni ul. Nowowiejskiej oraz przez wyspę centralną ronda przy Placu Politechniki oraz jako torowisko wspólne z jezdnią między Placem Politechniki a ulicą Waryńskiego.

Na odcinku podlegającym remontowi znajdują się trzy przystanki tramwajowe.

Układ geometryczny torów w planie stanowią odcinki proste oraz łuki kołowe o promieniach około 300 m znajdujące się w rejonie wyspy centralnej ronda na Placu Politechniki.

W zakresie opracowania nie występują rozjazdy.

W torowisku wydzielonym rozstaw torów wynosi od 2,98 – do 3,15 m, natomiast na odcinku torowiska wspólnym z jezdnią do końca odcinka Zadania 2, czyli do ulicy Waryńskiego, rozstaw torów wynosi od 3,15 – do 3,21 m.

Układ geometryczny torów w profilu podłużnym, wg pomiarów geodezyjnych składa się z odcinków prostych o niewielkim pochyleniu podłużnym – nieprzekraczającym około 0,5%.

Istniejąca konstrukcja torowiska tramwajowego:

1. Odcinek od zachodniej granicy opracowania do wschodniej części jezdni na Placu Politechniki

Nawierzchnia torowa z szyn 180S ułożona na podkładach drewnianych, z pośrednim przytwierdzeniem szyn do podkładów – typu K. Torowisko wydzielone na krótkim odcinku nie posiada zabudowy, natomiast na przeważającej części występuje zabudowa z prefabrykowanych płyt betonowych EPT. Przejazdy oraz torowisko wspólne z jezdnią posiada zabudowę z prefabrykowanych płyt betonowych EPT oraz z betonu asfaltowego. Stan techniczny odcinka jest zły (duże zużycie wszystkich elementów toru, będące wynikiem długoletniej eksploatacji). Podbudowę torów stanowi warstwa tłucznia kamiennego o grubości około 0,20 m oddzielona od podłoża gruntowego warstwą ochronną z piasku o grubości około 0,10 m. Torowisko wydzielone posiada odwodnienie w postaci ciągu drenarskiego tylko na odcinku bez zabudowy. Istniejące perony tramwajowe wykonane są elementów betonowych tj. płyt chodnikowych 0,35x0,35 m, kostki betonowej. Krawędzie peronowe wykonane są krawężników betonowych ulicznych. Na peronie w kierunku Placu Zbawiciela znajduje się żółte stalowe wygrodenie ochronne, kosz na śmieci, 2 ławki i słupek przystankowy. Na peronie w kierunku ul. Niepodległości znajduje się kosz na śmieci, wiata peronowa, ławka. Torowisko posiada separację postaci krawężników betonowych za wyjątkiem przejazdów. Torowisko wspólne z jezdnią nie

posiada odwodnienia wgłębne. Woda opadowa jest odbierana z powierzchni torowiska poprzez spadki nawierzchni.

2. Odcinek od wschodniej części jezdni na Placu Politechniki do wschodniej granicy opracowania.

Nawierzchnia torowa z szyn 180S ułożona na podlewie asfaltowym, z przytwierdzeniem w postaci kotew do podbudowy w postaci płyty betonowej o grubości około 20 cm (wg materiałów archiwalnych – badanie płyty podbudowy betonowej torowiska). Na tym odcinku występuje zabudowa z prefabrykowanych płyt betonowych EPT, betonu asfaltowego i asfaltu lanego. Cała zabudowa jest bardzo zdeformowana i zniszczona. Ogólny stan techniczny odcinka jest bardzo zły (duże zużycie wszystkich elementów toru oraz przyległej jezdni, będące wynikiem długoletniej eksploatacji). Istniejący peron tramwajowy wykonany jest z kostki betonowej. Krawędzie peronowe wykonane są krawężników betonowych ulicznych. Odwodnienie peronu stanowi korytko liniowe z kratką. Na peronie znajdują się 2 kosze na śmieci, 2 ławki, 2 wiaty peronowe. Torowisko nie posiada separacji od przyległej jezdni oraz odwodnienia wgłębne. Woda z zabudowy torowiska odprowadzana jest do odwodnienia powierzchniowego przyległej jezdni lub przesiąka do podbudowy poprzez nieszczelności zabudowy torowiska.

4 UKŁAD KONSTRUKCYJNY OBIEKTU BUDOWLANEGO

Przyjęto, że zaprojektowane rozwiązania konstrukcyjne i geometryczne projektowanej infrastruktury torowo-drogowej powinny:

- być zgodne z obowiązującymi przepisami i wymaganiami Zamawiającego,
- odznaczać się dużą trwałością eksploatacyjną w warunkach znacznego obciążenia ruchem tramwajów oraz ruchem drogowym prowadzonym po torowisku wspólnym z jezdnią,
- minimalizować negatywne oddziaływanie trasy tramwajowej na otoczenie w postaci drgań i hałasu,
- minimalizować zakres i częstotliwość zabiegów związanych z utrzymaniem infrastruktury,
- odznaczać się estetyką i podatnością na utrzymanie w czystości.

4.1 Projektowany układ geometryczny w planie

Zaprojektowany układ geometryczny torów tramwajowych został przedstawiony na planie sytuacyjnym (rys. nr PW.A.01.01) oraz na rysunku siatki układu geometrycznego osi torów (rys. nr PW.A.05.01). Wartości współrzędnych punktów charakterystycznych osi torów tramwajowych zostały zamieszczone w postaci tabel na rysunkach siatek układu geometrycznego osi torów (rys. nr PW.A.05.01) oraz w oddzielnym zestawieniu tabelarycznym (rys. nr PW.A.09.01). Specyfikację układu geometrycznego toków szynowych przedstawiono na rysunku nr PW.A.07.01.

Układ geometryczny trasy tramwajowej tworzą odcinki proste oraz łuki kołowe. Na projektowanym odcinku przyjęto rozstaw torów równy 3,00 m na odcinku torowiska wydzielonego (pikietaż od 20,00 m do 120,71 m) oraz rozstaw równy 3,10 m na odcinku torowiska wspólnego z jezdnią (pikietaż od 179,10 m do 380,96 m). Odcinek zmiany rozstawu osi torów przebiega na długości ronda Placu Politechniki za pomocą układu łuków odwrotnych (pikietaż od 120,71 m do 179,10 m). Zaprojektowany układ geometryczny torów spełnia wymagania skrajni budowli wg normy PN-K-92009:1998 „Komunikacja miejska. Skrajnia budowli – wymagania” (za wyjątkiem peronów tramwajowych). Na odcinku torów objętym remontem zaprojektowano łuki kołowe o promieniach:

- a. tor nr 1: $R=403,00$ m, $R=590,00$ m,
- b. tor nr 2: $R=400,00$ m, $R=650,00$ m.

Szerokość projektowanego torowiska jest zmienna i wynosi od 6,10 do 6,00 m od początku opracowania do peronów przystankowych, 5,50 m na wysokości peronów przystankowych na Placu Politechniki, od 6,00 do 6,35 m na odcinku od torowiska

wydzielonego do torowiska wzdłuż ul. Nowowiejskiej, 5,85 m na wysokości peronu przy ul. Waryńskiego i 6,10 m na skrzyżowaniu z ulicą Waryńskiego.

4.2 Projektowany układ w profilu podłużnym

Układu geometryczny trasy tramwajowej i związanej z nią jezdni w przekroju podłużnym (w profilu) opracowano na podstawie mapy sytuacyjno-wysokościowej do celów projektowych oraz uzupełniających pomiarów geodezyjnych.

Rozwiązania wysokościowe zaprojektowane na remontowanym odcinku trasy tramwajowej w dużej mierze wynikają z ograniczeń narzuconych przez istniejące rzędne jezdni na wlotach poprzecznych oraz chodników i wejść do budynków. Pochylenia podłużne zaprojektowane na tym odcinku przyjmują wartości z zakresu 0,20‰÷5,41‰. W obrębie opracowania nie występują łuki pionowe. Na łukach poziomych zaprojektowano przechyłkę o wartości $h=10$ mm, która zostanie uzyskana na rampach przechyłkowych o typowym pochyleniu – 1:300.

Na odcinku prostym zaprojektowano przechyłkę o wartości $h=10$ mm, a wynika ona z konieczności powiązania torowiska z jezdnią której rzędne są dostosowane do możliwych do uzyskania pochyłeń poprzecznych przekroju ulicznego.

Szczegółowe rozwiązania wysokościowe układu torów przedstawiono na rysunkach profilu podłużnego – rys. od PW.A.02.01 do PW.A.02.05.

4.3 Warunki geotechniczne podłoża gruntowego

W obrębie opracowania występują gliny piaszczyste, twardoplastyczne $I_L=0,20$, które kwalifikują podłoże do grupy nośności G3, są to grunty wysadzinowe i mało przepuszczalne. Podłoże nawierzchni nie spełnia wymagań dotyczących nośności odnośnie wskaźnika zagęszczenia ($I_s \geq 0,3$) oraz wtórnego modułu odkształcenia ($E_{2,v} \geq 120$ MPa). Podłoże jest wrażliwe na działanie wody i mrozu. Warunki wodne określa się jako dobre – woda gruntowa nie została znaleziona do głębokości 3 m ppt.

Szczegółowe informacje i parametry gruntu podane są w opracowaniu pn. „Charakterystyka nawierzchni oraz warunki wodno-gruntowe w ulicy Nowowiejskiej na odcinku Plac Zbawiciela – Plac Politechniki w Warszawie”. Opracowanie to stanowi załącznik do dokumentacji projektowej.

4.4 Rozwiązania konstrukcyjne torowisk

W oparciu o wymagania Inwestora zaprojektowano torowisko o konstrukcji bezpodsypkowej z zabudową bitumiczną i z kostki kamiennej w dwóch typach: szyna kotwiona i szyna w otulinie. Podbudowa torowiska o konstrukcji bezpodsypkowej na wszystkich odcinkach posadowiona jest na macie wibroizolacyjnej.

Na końcowym odcinku trasy tramwajowej zaprojektowano torowisko o konstrukcji podsypkowej (dot. włączenia w stan istniejący na wysokości Politechniki).

4.4.1 Torowisko o konstrukcji bezpodsypkowej w systemie szyny kotwionej

Przekroje konstrukcyjne torowiska o konstrukcji bezpodsypkowej w systemie szyny kotwionej do betonowej płyty podbudowy przedstawiono na rys. nr PW.A.03.01 (TYP 2 i TYP 3), a szczegóły konstrukcyjne na rysunku nr PW.A.04.01.

Konstrukcja torowiska zaprojektowanego w systemie szyny kotwionej składa się z:

- wielowarstwowej **podbudowy torowiska**, składającej się z:
 - geowłókniny odcinającej o gramaturze 180 g/m² i wytrzymałości na rozciąganie (wzdłuż pasma i w poprzek pasma) 10 kN/m, spoczywająca na istniejącym podłożu gruntowym,
 - mieszanki kruszyw mineralnych (0/31,5) – warstwa o grubości 0,26 m,
 - betonu cementowego klasy wytrzymałości C8/10 – warstwa o grubości 0,10 m,
 - otuliny płyty torowej w postaci maty wibroizolacyjnej z kompozytu poliuretanowego o grubości 0,02 m (pod płytą żelbetową i na bocznych powierzchniach płyty),
 - żelbetowej płyty podtorowej o szerokości zmiennej od 5,46 m do 5,96 m i grubości 0,25 m, wykonanej z betonu klasy wytrzymałości C30/37 (klasa ekspozycji XF4). Przekroje konstrukcyjne żelbetowej płyty podtorowej wg rysunków PW.A.K.04 i PW.A.K.05.

- **nawierzchni torowej**:
 - szyn o profilu 60R2 (Ri60N) łączonych w ciągłe toki szynowe za pomocą spawania termitowego,
 - poprzeczek torowych z płaskownika stalowego ustalających wzajemne położenie szyn torów (rozstaw poprzeczek w torze w łukach – 1,5 m, w odcinkach prostych – 3,0 m),
 - elementów ustalających położenie i mocujących szynę do żelbetowej płyty podbudowy torowiska w postaci węzłów kotwiących oraz ciągłego podlewu pod stopkami szyn z żywicy wibroizolacyjnej. Rozstaw węzłów kotwiących przyjęto równy 3,0 m. Do wykonania podlewu ciągłego należy zastosować materiał żywiczny na bazie poliuretanu. Rozwiązanie wg szczegółu nr 4 i nr 5 na rys. PW.A.04.01,

- **zabudowy torowiska** wykonanej z:

- warstwy z betonu klasy wytrzymałości C30/37, o grubości zmiennej 0,08 – 0,09 m,
 - gumowych wkładek do komór łubkowych szyn o profilu 60R2 (Ri60N),
 - zaprawy cementowej mocującej kostkę kamienną wraz z systemowym zestawem materiałów do mocowania i fugowania kostki kamiennej o grubości 0,02 m (szczegółowe właściwości zestawu materiałów do mocowania i fugowania kostki kamiennej przedstawiono w STWiORB),
 - warstwy ścieralnej w postaci kostki granitowej szarej 9/11 cm,
 - uszczelnienia strefy przyszynowej z obu stron szyny z masy zalewowej wg szczegółu nr 1 i nr 2 – rys PW.A.04.01
- **separacji torowiska** w postaci krawężnika drogowego kamiennego ustawionego na podsypce cementowo-piaskowej grub. 0,03 m i ławie z betonu cementowego klasy wytrzymałości C16/20.

Parametry maty wibroizolacyjnej są takie same, jak dla toru w systemie, jak dla toru w systemie szyny w otulinie i zostały one opisane poniżej, w punkcie 4.4.2.

Płyta podbudowy toru i zabudowa są dylatowane – zaprojektowano szczeliny rozszerzania o szerokości 1 cm (górna część szczeliny zlokalizowana w zabudowie jest poszerzana do 2 cm zgodnie z rysunkami szczegółów), wykonywane o maksymalnym rozstawie co 20 m (założono, że rozstaw dylatacji głównych wyznaczy jednocześnie przerwy robocze przy betonowaniu płyty). W przekroju dylatacji głównych zaprojektowano dyble ze stali gładkiej Φ 32 mm, w gat. St3S, o rozstawie 0,40 m, wbudowane równolegle do osi podłużnej płyty podbudowy toru. Rozwiązanie dylatacji poprzecznych przedstawiono na rysunku szczegółów konstrukcyjnych (PW.A.04.01, szczegół nr 10). Dylatacje należy wypełnić masą zalewową trwale-elastyczną, zapewniającą odporność na czynniki atmosferyczne i agresywne działanie środków do zimowego utrzymania ulic. Aplikację materiału należy wykonać ściśle według STWiORB oraz wskazań producenta materiału – nie jest dopuszczalne pominięcie jakichkolwiek preparatów pomocniczych (np. gruntów) lub rezygnacja z przygotowania powierzchni. Wypełnienie należy wykonać zgodnie ze szczegółami konstrukcyjnymi (rys. nr PW.A.04.01).

Parametry materiału służącego do wykonania ciągłego podlewu pod stopkami szyn są takie same, jak materiału przeznaczonego do wykonania sprężystego mocowania szyn w kanałach szynowych. Zostały one opisane poniżej, w punkcie 4.4.2.

W zabudowie torowiska, nad pionową matą wibroizolacyjną zaprojektowano wykonanie uszczelnienia w postaci masy zalewowej. Rozwiązanie szczelin wzdłużnych przedstawiono na rysunku przekrojów konstrukcyjnych nr PW.A.03.01.

4.4.2 Torowisko o konstrukcji bezpodsytkowej w systemie szyny w otulinie

Przekroje konstrukcyjne torowiska o konstrukcji bezpodsytkowej w systemie szyny w otulinie przedstawiono na rys PW.A.03.01, a szczegóły konstrukcyjne na rysunku nr PW.A.04.01. Ta konstrukcja torowiska zaprojektowana została na odcinku od przejazdu dla rowerzystów przez torowisko przy Placu Politechniki do ulicy Waryńskiego. Konstrukcja torowiska zaprojektowanego w systemie szyny w otulinie składa się z:

- wielowarstwowej **podbudowy toru**, składającej się z:
 - geowłókniny odcinającej o gramaturze 180 g/m² i wytrzymałości na rozciąganie (wzdłuż pasma i w poprzek pasma) 10 kN/m, spoczywająca na istniejącym podłożu gruntowym,
 - mieszanki kruszyw mineralnych (0/31,5) – warstwa o grubości 0,26 m,
 - betonu cementowego klasy wytrzymałości C8/10 – warstwa o grubości 0,10 m,
 - otuliny płyty podtorowej w postaci maty wibroizolacyjnej z kompozytu poliuretanowego o grubości 2 cm (pod płytą żelbetową i na bocznych powierzchniach płyty),
 - żelbetowej płyty torowej o szerokości zmiennej od 5,81 m do 6,06 m grubości 0,25-0,43 m, wykonanej z betonu klasy C30/37 (klasa ekspozycji XF4). Płyta żelbetowa posiada kanały w górnej części przeznaczone do posadowienia szyn. Przekroje konstrukcyjne zbrojenia żelbetowej płyty podtorowej wg rysunków PW.A.K.04 i PW.A.K.05.
- **nawierzchni torowej**: szyn o profilu 60R2 (Ri60N) łączonych w ciągłe toki szynowe za pomocą spawania termitowego, elementów ustalających położenie i mocujących szynę w kanałach szynowych ukształtowanych w betonowej podbudowie torowiska. Szczegół mocowania szyny w płycie żelbetowej za pomocą elastycznej masy oraz zestawu materiałów przedstawiono na rys. nr PW.A.04.01.
- **zabudowy torowiska** wykonanej z:
 - nawierzchni z asfaltu twardolanego o grubości 0,045 m.

Dokumentacja projektowa remontu i przebudowy ul. Nowowiejskiej w Warszawie – Zadanie 2

Projekt wykonawczy przebudowy ulicy Nowowiejskiej na odcinku od Pl. Politechniki do wschodniej krawędzi ul. Waryńskiego
Opis techniczny – Branża torowa

Na warstwę wibroizolacyjną należy stosować matę o grubości 0,02 m, wykonaną z kompozytu poliuretanowego, której cechy wibroizolacyjne zestawione zostały w poniższej tabelicy:

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wymagania	Metoda badań według
1	Statyczny moduł podłoża sprężystego w temp. 20°C (obciążenie w przedziale 0,01-0,04 MPa)	N/mm ³	0,006 ±20%	DIN 45673-7:2008
2	Dynamiczny moduł podłoża sprężystego w temp. 20°C (częstotliwość obciążenia 0,03 MPa: 10 Hz)	N/mm ³	0,017 ±20%	DIN 45673-7:2008
3	Współczynnik tłumienia (tg delta) (przy częstotliwości obciążenia dynamicznego 0,06 MPa w przedziale 5-30 Hz,)	-	0,3	DIN 45673-7:2008
4	Odkształcenie trwałe po ścisnieniu (23°C, 7 dni, przy odkształceniu 50%)	%	< 5	PN-EN ISO 1856:2004
5	Wytrzymałość na rozciąganie	N/mm ²	> 0,5	PN-EN ISO 1798:2009
6	Wydłużenie przy zerwaniu podczas rozciągania	%	> 250	PN-EN ISO 1798:2009
7	Nasiąkliwość, po 168 h, w temp. 23°C	%	< 35	PN-EN ISO 62:2008
8	Wytrzymałość zmęczeniowa po 3 mln cykli (obciążenie 0,01 - 0,05 MPa)	%	< 8	DIN 45673-7:2008

Ciągłe, sprężyste mocowanie szyn do betonowej podbudowy należy wykonać z masy żywicznej na bazie poliuretanu o następujących parametrach: module sprężystości podłużnej (module Younga) o wartości 4,0 MPa (z tolerancją +/- 5%), oraz sztywności statycznej określanej dla odcinka szyny rowkowej o długości 1,0 m (wymiary podlewu: 180 mm x 1000 mm, grubość 25 mm) i wynoszącej - $C_{stat} = 29$ kN/mm (z tolerancją 5%).

Podstawowym parametrem charakteryzującym zastosowaną ciągłą, sprężystą przekładkę podszynową z kompozytu poliuretanowego o grubości 12 mm jest sztywność statyczna określana dla próbki o wymiarach 1200 mm x 200 mm o wartości $C_{stat} = 14$ kN/mm (z tolerancją 5%).

Inne parametry ciągłej, sprężystej przekładki podszynowej związane z jej właściwościami wibroizolacyjnymi są przedstawione w poniższej tabelicy:

Właściwość	Metoda badania	Wartość	Jednostka
Wytrzymałość na rozciąganie	PN-EN ISO 527	>2,0	MPa
Moduł sprężystości podłużnej	PN-EN ISO 527	1,0	MPa
Odkształcenie przy rozciąganiu	PN-EN ISO 527	>300	%
Moduł ściśliwości: statyczny (0,05-0,30 MPa)	PN-EN ISO 604	0,85 ± 5%	MPa
dynamiczny (5 Hz; 0,05-0,30 MPa)		0,95 ± 5%	MPa
Sztywność dynamiczna (5 Hz)	PN-EN ISO 604	1,1 ±5%	-
Współczynnik strat (dynamiczny - 5 Hz; 0,05-0,30 MPa)	PN-EN ISO 604	0,1	-

Parametry elektroizolacyjne elementów konstrukcyjnych systemu powinny być tak dobrane, aby konduktancja (upływność prądu) mierzona pomiędzy szyną i ziemią spełniała warunek $G \leq 2,5 \text{ S/km}$.

Płyta podbudowy toru i zabudowa są dylatowane – zaprojektowano szczeliny rozszerzania o szerokości 1 cm (górną część szczeliny zlokalizowaną w zabudowie jest poszerzana do 2 cm zgodnie z rysunkami szczegółów), wykonywane o maksymalnym rozstawie co 20 m (założono, że rozstaw dylatacji głównych wyznaczy jednocześnie przerwy robocze przy betonowaniu płyty). W przekroju dylatacji głównych zaprojektowano dyble ze stali gładkiej $\Phi=32 \text{ mm}$, w gat. St3S, o rozstawie 0,40 m, wbudowane równolegle do osi podłużnej płyty podbudowy toru. Rozwiązanie dylatacji poprzecznych przedstawiono na rysunku szczegółów konstrukcyjnych (PW.A.04.01, szczegół nr 12). Dylatacje należy wypełnić masą zalewową trwaleelastyczną, zapewniającą odporność na czynniki atmosferyczne i agresywne działanie środków do zimowego utrzymania ulic. Przyjęto, że dla wypełnienia szczelin w zabudowie bitumicznej zastosowana będzie masa zalewowa o trwałej elastyczności, której parametry opisano szczegółowo w specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych.

Aplikację materiału należy wykonać ściśle według wskazań STWiORB i producenta materiału – nie jest dopuszczalne pominięcie jakichkolwiek preparatów pomocniczych (np. gruntów) lub rezygnacja z przygotowania powierzchni. Wypełnienie należy wykonać zgodnie ze szczegółami konstrukcyjnymi (rys PW.A.04.01).

W zabudowie torowiska, nad pionową matą wibroizolacyjną zaprojektowano wykonanie uszczelnienia w postaci masy zalewowej. Rozwiązanie szczelin wzdłużnych przedstawiono na rysunku przekrojów konstrukcyjnych PW.A.03.01.

4.4.3 Torowisko o konstrukcji podsypkowej

Przekroje konstrukcyjne torowiska o konstrukcji podsypkowej przedstawiono na rys. nr PW.A.03.01, a szczegóły konstrukcyjne na rysunku nr PW.A.04.01. Konstrukcja torowiska podsypkowego składa się z:

- wielowarstwowej **podbudowy torowiska**, składającej się z:
 - warstwy żwiru o frakcji 2/20 mm o grubości 0,20 m,
 - warstw tłuczni kamienno-żwirowego o frakcji 31,5-50 mm – grubość warstwy zmienna – zgodnie z przekrojami konstrukcyjnymi;
- **nawierzchni torowej**:
 - podpór szynowych w postaci podkładów drewnianych sosnowych o zagęszczonym rozstawie równym 0,45 m (zagęszczenie podkładów stanowi odcinek przejściowy między przyległym, nieremontowanym odcinkiem o konstrukcji podsypkowej a konstrukcją bezpodsypkową)

- o szyn o profilu 60R2 (Ri60N) łączonych w ciągłe toki szynowe za pomocą spawania termitowego;
- **zabudowy torowiska** wykonanej z:
 - o warstwy tłucznia kamiennego wypełniającej okienka między podkładami, międzytorze oraz powierzchnię pomiędzy skrajnymi szynami a separacją torowiska – grubość warstwy zmienna, zgodnie z rysunkami przekrojów konstrukcyjnych,
- **separacji torowiska** w postaci: krawężnika oporowego typu „T”, ustawianego na ławach betonowych, zgodnie z odpowiednimi rysunkami przekrojów konstrukcyjnych.

4.5 Elementy obwodu sieci powrotnej

Na projektowanym odcinku torowym występują elementy obwodu sieci powrotnej takie jak łączniki szynowe w postaci połączeń międzytorowych i międzyszynowych.

Do wykonania łączników międzyszynowych i międzytorowych zastosowany zostanie kabel typu YKY 150 mm², 1 kV. Do mocowania łączników do szyn należy zastosować końcówki typu AR-60N (średnicy 19 mm) systemu CEMBRE lub równoważne. Położenie kołków na szyjce szyny powinno pokrywać się z osią obojętną szyny. Przewody wszystkich łączników powinny być zabezpieczone poprzez zastosowanie rur ochronnych AROT KR50 lub równoważnych i znajdować się na wysokości stopki szyny (we wszystkich konstrukcjach torowiska).

Łączniki międzytorowe należy wykonywać co 200 m, a łączniki międzyszynowe co 100 m. Łączniki międzytorowe należy wykonywać w tych samych miejscach co międzyszynowe (co drugi łącznik międzyszynowy).

4.6 Rozwiązanie konstrukcyjne peronów przystankowych

Przyjęte w opracowaniu rozwiązanie peronu zostało przedstawione na rysunku przekroju konstrukcyjnego torowiska w rejonie przystanku (rys. nr PW.A.03.01– TYP 3 i TYP 6). Zgodnie z ustaleniami z Zamawiającym przyjęto następujące wartości parametrów geometrycznych peronu:

- odległość krawędzi peronu od osi toru 1,25 m (krawędź użytkowa),
- wysokość krawędzi peronu ponad poziom główki szyny (PGS) 0,22 m,
- długość krawędzi peronu 45,00 m (perony na Placu Politechniki) oraz 66,00 m (peron przy ul. Waryńskiego).

Konstrukcja peronu przystankowego składa się z następujących elementów:

- krawężnik peronowy betonowy o wymiarach 0,45x0,30 m ustawiony na ławie betonowej o szerokości 0,40 m i wysokości zmiennej od 0,19 m do 0,41 m,
- płyta peronowa betonowa o szorstkiej powierzchni o wymiarach 0,40x0,40x0,07 m,
- płyty betonowe z wypustkami w kolorze żółtym o wymiarach 0,40x0,40x0,06m,
- płyty granitowe szare o wymiarach 0,40x0,40x0,06 m.

Nawierzchnia peronu z płyt kamiennych układana jest na podbudowie wykonanej z:

- mieszanki kruszyw mineralnych o frakcji 0/31,5, o grubości 0,10 m,
- warstwy podsypki cementowo-piaskowej 1:4, o grubości 0,04 m.

Nawierzchnię peronu zaprojektowano z pochyleniami 1-3%.

Na płytach peronowych i krawężnikach peronowych zaprojektowano wykonanie pasów ostrzegawczych o szerokości 0,10 m w kolorze żółtym (od strony toru) i czarnym.

Na peronach przystankowych zaprojektowano ustawienie wiat przystankowych. Lokalizacja wiat według planu sytuacyjnego, sylwetka elementów małej architektury została przedstawiona w arkuszu doboru elementów małej architektury na peronach przystanków komunikacji publicznej (rys. nr PW.A.08.01).

4.7 Wygrodenia torowisk

Wygrodenia ochronne zostały zaprojektowane w miejscach szczególnie niebezpiecznych między peronem a jezdnią na Placu Politechniki oraz między peronem a ścieżką rowerową przy ulicy Waryńskiego. Szczegółowe lokalizacje wygrodzień ochronnych przedstawiono na planie sytuacyjnym, rys. nr PW.A.01.01.

Zgodnie z wymaganiami określonymi przez Tramwaje Warszawskie oraz Konserwatora Zabytków przewidziano wygrodenia wg wzoru „Projekt przystanku komunikacji miejskiej w Warszawie Etap 3”. Zostaną zastosowane dwa typy wygrodzień. Bariera pełna zostanie zastosowana tylko na peronie przy Placu Politechniki od strony jezdni, natomiast w pozostałych lokalizacjach użyta będzie bariera ażurowa. Typy wygrodzień zostały przedstawione na rysunku nr PW.A.08.01.

4.8 Odwodnienie torowiska i jezdni

Odwodnienie jezdni i torowiska projektowanej trasy zapewnia odpowiednie ukształtowanie zabudowy (według rysunków przekrojów konstrukcyjnych), które umożliwia spływ wody do wpustów ulicznych, zlokalizowanych wzdłuż krawędzi jezdni, skąd jest ona odbierana do kanalizacji poprzez wpusty uliczne oraz spływ

wody do rowków szyn, skąd jest ona odbierana do kanalizacji poprzez odwodnieniowe skrzynki szynowe. Zasadę montażu skrzynek szynowych w konstrukcji jezdni i torowiska przedstawiono na rysunkach przekrojów i szczegółów konstrukcyjnych (rys. nr PW.A.03.01 i PW.A.04.01). Skrzynki odwodnieniowe muszą być odizolowane od zabudowy toru poprzez warstwę żywicy wibroizolacyjnej, rury spustowe łączące skrzynki szynowe ze studzienkami odwodnieniowymi w miejscach przejścia przez betonową płytę podbudowy zaprojektowano w rurach osłonowych o średnicy większej od rur spustowych o 50 mm – szczegóły nr 6 i 7 na rys. nr PW.A.04.01.

Lokalizację studzienek, skrzynek, wpustów i przykanalików przedstawiono informacyjnie na planie sytuacyjno-wysokościowym (rys. nr PW.A.01.01). Rozwiązania wysokościowe oraz inne elementy układu odwodnienia (za wyjątkiem odwodnieniowych skrzynek szynowych) objęte są zakresem projektu wykonawczego odwodnienia (Tom PW.D.1).

4.9 Uwagi końcowe

1. Poszczególne warstwy kruszywa muszą zostać zagęszczone do wartości modułów wtórnego odkształcenia ($E_{2,v}$) wskazanych na przekrojach konstrukcyjnych odpowiednio dla każdej z warstw bądź zamieszczonych w specyfikacjach technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB). Powierzchniom poszczególnych warstw konstrukcji torowiska należy nadać spadki poprzeczne, zgodnie z rysunkami przekrojów konstrukcyjnych,
2. Szczegółowe wymagania odnośnie parametrów materiałów oraz wykonawstwa robót zamieszczono w specyfikacjach technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych,
3. Wszelkie urządzenia zlokalizowane w peronie i w torowisku podlegających remontowi, tj. studzienki, armatura, należy wyregulować wysokościowo dowiązując się do projektowanych powierzchni.
4. Wszelkie materiały pochodzące z rozbiórki infrastruktury tramwajowej stanowią własność Tramwajów Warszawskich Sp. z o.o. Materiały wskazane przez Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o. jako staroużyteczne muszą być dostarczone przez Wykonawcę robót na swój koszt, na teren TW Sp. z o.o., za pokwitowaniem. Materiały te muszą być zdemontowane i transportowane w należyty sposób, zapobiegający powstawaniu uszkodzeń i gwarantujący możliwość ich powtórnego wykorzystania. Materiały z demontażu zakwalifikowane przez TW Sp. z o.o. jako odpad Wykonawca zobowiązany jest zagospodarować lub zutylizować na swój koszt.
5. Wszelkie zmiany w niniejszej dokumentacji wymagają akceptacji osób upoważnionych przez Projektanta i Zamawiającego – w formie pisemnej.

6. Wszelkie nazwy konkretnych produktów dostępnych na rynku, które zostały przytoczone w niniejszym opracowaniu należy rozumieć wyłącznie jako przykłady. Ich użycie nie oznacza zatem obligatoryjnej konieczności stosowania tych właśnie produktów. Wykonawca robót może – w uzgodnieniu z Zamawiającym i Projektantem – zastosować materiały inne niż wymienione w opisie, o parametrach nie gorszych niż dla materiałów wymienionych w opisie i STWiORB.
7. Podczas wykonywania robót budowlanych należy zachować szczególną ostrożność z uwagi na możliwość wystąpienia niezainwentaryzowanego uzbrojenia terenu. Jeżeli podczas wykonywania robót ziemnych dojdzie do przypadkowego odkrycia lub naruszenia instalacji, należy niezwłocznie przerwać pracę i ustalić z właściwą jednostką zarządzającą daną instalacją dalszy sposób wykonywania robót.