



Wymagania techniczne dotyczące rozjazdów tramwajowych

Opracowanie:

Tramwaje Warszawskie sp. z o.o.
Biuro Infrastruktury
Hubert Regulski
Hubert Regulski
Kierownik Działu Wymagań dla Infrastruktury

Hubert Regulski –

Wersja 2.0: Warszawa, marzec 2018 r.



1 Wymagania ogólne

Rozjazdy powinny spełniać następujące wymagania ogólne:

a) ich konstrukcja i układ geometryczny musi zapewnić bezpieczne prowadzenie ruchu tramwajowego:

- z prędkością 15 km/h na kierunku zasadniczym i zwrotnym – dla rozjazdów z krzyżownicami płytko rowkowymi niezależnie od promienia zwrotnicy;
- z prędkością 25 km/h na kierunku zasadniczym i zwrotnym – dla rozjazdów z krzyżownicami głęboko rowkowymi i zwrotnicami o $R=50$ m;
- z prędkością 35 km/h na kierunku zasadniczym i zwrotnym – dla rozjazdów z krzyżownicami głęboko rowkowymi i zwrotnicami o $R=100$ m.

Wymagane prędkości na kierunku zasadniczym i zwrotnym wynikają z maksymalnych dopuszczalnych w Tramwajach Warszawskich wartości:

- niezrównoważonego przyspieszenia działającego na pasażera w ruchu po łuku $a_{dop} \leq 1,0 \text{ m/s}^2$;
- przyrostu przyspieszenia działającego na pasażera w ruchu po łuku $\Psi_{dop} \leq 1,0 \text{ m/s}^3$

W przypadku występowania w rozjeździe łuków o promieniach mniejszych niż odpowiednio $R=50$ m i $R=100$ m dopuszczalną prędkość przejazdu ustala się indywidualnie dla łuku o najmniejszym promieniu.

b) muszą być dostosowane do wbudowania w tor z szyn rowkowych o profilu 60R2;

c) ich elementy składowe muszą być zabezpieczone antykorozyjne. Zabezpieczenie to nie może występować na powierzchniach toczyń szyn i bloków krzyżownic oraz powierzchniach ślizgowych siodełek podiglicowych;

d) należy stosować zwrotnice o promieniu łuku toru zwrotnego: $R=50$ m, $R=100$ m lub w szczególnych przypadkach, w uzgodnieniu z DII, zwrotnice z wydłużonymi iglicami. Łuki torów zwrotnych powinny być oparte na kącie środkowym 6° dla $R=50$ m i 3° dla $R=100$ m. Dla zwrotnic z wydłużonymi iglicami, stosowanych w szczególnych przypadkach wartość kąta środkowego powinna być ustalana indywidualnie;

2 Wymagania dla szyn

Szyny w rozjazdach należy wykonywać z materiałów spełniających wymagania określone w:

- a) normie PN-EN 14811 + A1:2010E – w odniesieniu do szyn o profilu 60R2, szyn pełnogłówkowych o profilu 105C1 (na rampy najazdowe), szyn blokowych o profilu 310C1;
- b) normie PN-EN 10025-1÷5:2007 – w odniesieniu do dolnej warstwy konstrukcji bloku krzyżownic;
- c) normie PN-EN 13674-2:2010E – w odniesieniu do szyn profilu 49E1A1;
- d) normie PN-EN ISO 6520-1:2009 – w odniesieniu do połączeń spawanych elektrycznie;
- e) normie PN-EN 10083-2:2006 – w odniesieniu do siodełek podiglicowych.

Szczegółowe wymagania dla stali stosowanej w poszczególnych częściach rozjazdu są określone w dalszych punktach.

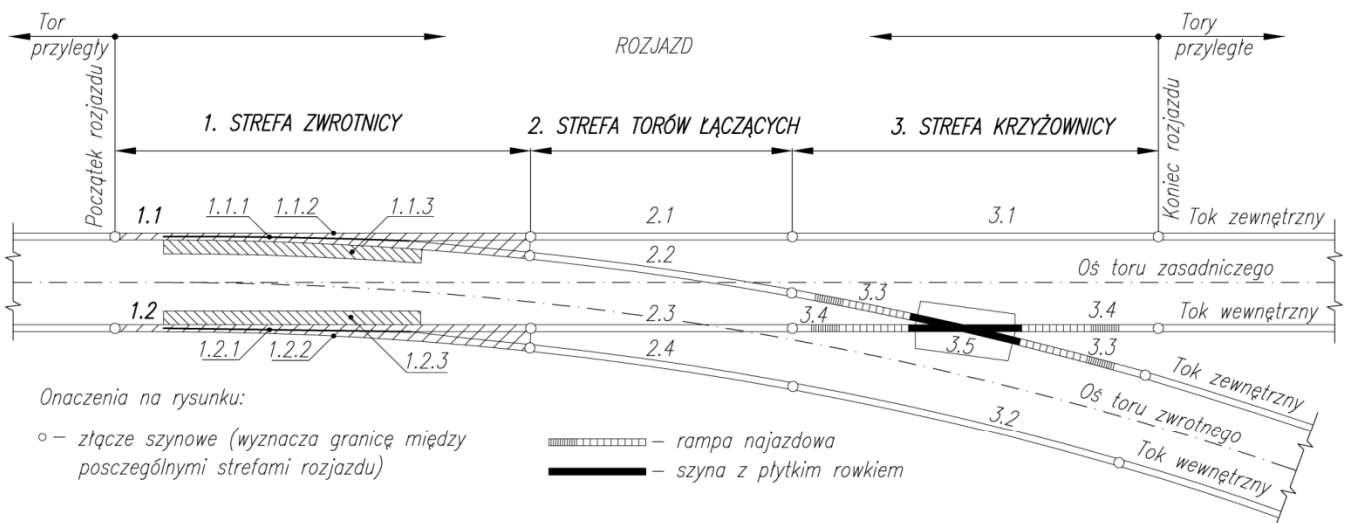
Zastosowane rozwiązania technologiczne i materiałowe w rozjazdach muszą umożliwiać wykonywanie połączeń szyn przez spawanie elektryczne i termitowe, jak również regenerację elementów rozjazdu przez napawanie metodami MMA, drutem rdzeniowym samoosłonowym i SAW. Maksymalna temperatura podgrzewania wstępnego przy wykonywaniu prac spawalniczych nie może przekraczać 350°C .

3 Wymagania dla zwrotnic

3.1 Elementy składowe zwrotnic (rys. 1 i rys. 2) muszą spełniać odpowiednio następujące wymagania materiałowe:



- a) opornice – z szyn o profilu 60R2 ze stali gatunku R260 poddanej obróbce cieplnej (hartowaniu) lub ze stali gatunku R290GHT. Hartowanie należy wykonać do głębokości minimum $10\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ uzyskując w rezultacie twardość nie mniejszą niż 320 HB;
- b) iglice – z szyn o profilu 49E1A1 ze stali gatunku R350HT;
- c) szyny początkowe i końcowe – z szyn o profilu 60R2 ze stali gatunku R260 lub R290GHT.
- d) siodełka podiglicowe – ze stali gatunku C45 poddanej obróbce cieplnej (hartowaniu) lub ze stali trudnościeralnej o wytrzymałości na rozciąganie $R_m \geq 1200\text{ MPa}$ i twardości 380-450 HB. Hartowanie należy wykonać do głębokości minimum $10\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ uzyskując w rezultacie twardość 320-380 HB;
- e) śruby stosowane do montażu zwrotnic – ze stali nierdzewnej.



Onaczenia na rysunku:

○ – złącze szynowe (wyznacza granicę między poszczególnymi strefami rozjazdu)

▨ – rampa najazdowa

— — — — — szyna z płytkim rowkiem

Główne strefy i elementy składowe rozjazdu zwyczajnego

1. STREFA ZWROTNICY

- 1.1. Półzwrotnica lewa
- 1.1.1. Iglica łukowa
- 1.1.2. Opornica prosta
- 1.1.3. Odbojnica łukowa
- 1.2. Półzwrotnica prawa
- 1.2.1. Iglica prosta
- 1.2.2. Opornica łukowa
- 1.2.3. Odbojnica prosta

2. STREFA TORÓW ŁĄCZĄCYCH

- 2.1. Szyna łącząca toru zasadniczego
- 2.2. Szyna łącząca toru zwrotnego
- 2.3. Szyna łącząca toru zasadniczego
- 2.4. Szyna łącząca toru zwrotnego

3. STREFA KRZYŻOWNICY

- 3.1. Szyna toru zasadniczego naprzeciw krzyżownicy
- 3.2. Szyna toru zwrotnego naprzeciw krzyżownicy
- 3.3. Szyny najazdowe toru zasadniczego
- 3.4. Szyny najazdowe toru zwrotnego
- 3.5. Blok krzyżownicy (krzyżownica)

Rys. 1. Nazwy głównych stref i elementów składowych rozjazdu zwyczajnego oraz zasada stosowania szyn z płytkim rowkiem w tym rozjeździe.

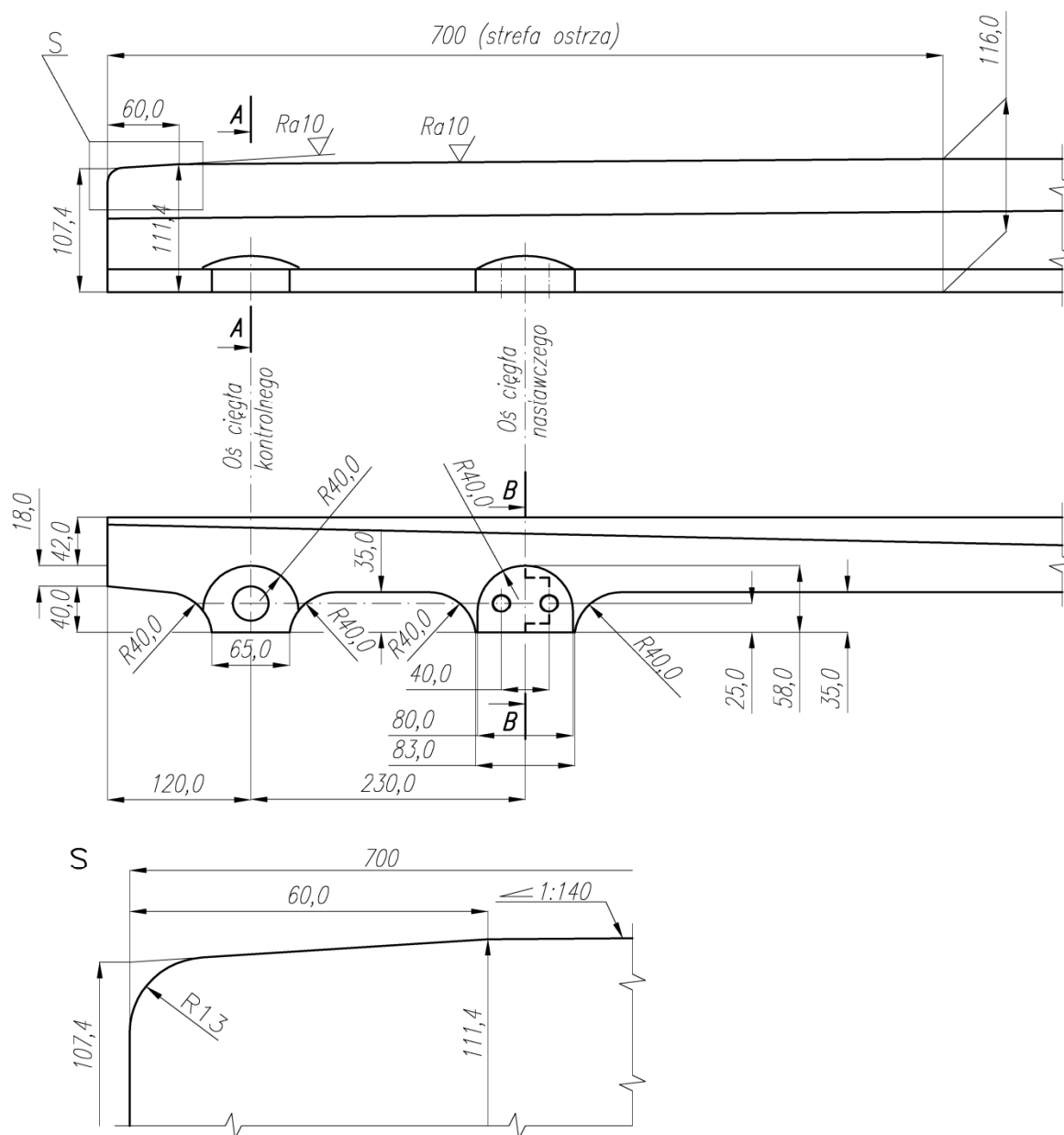


3.2 Elementy składowe zwrotnic (rys. 2) muszą spełniać odpowiednio następujące wymagania konstrukcyjne:

- a) system przytwierdzenia zwrotnicy do podbudowy betonowej – dostosowany do odmiany konstrukcji torowiska tramwajowego;
- b) wysokość iglic – 116 mm (iglice wysokie).

Wysokość iglicy w strefie jej ostrza, tj. na długości 700 mm licząc od początku iglic, należy stopniowo zmniejszyć zgodnie z rys. 3, przy czym w zakresie odległości od 700 mm do 2000 mm od ostrza iglic powierzchnia toczna iglic musi być o 2 mm wyższa w stosunku do powierzchni tocznej opornic. W odległości większej niż 2000 mm od ostrza iglic powinna być zgodna z wysokością powierzchni tocznej opornic. Należy zaprojektować łagodne przejście pomiędzy wysokościami powierzchni tocznej iglic;

Wymiary podano w [mm]



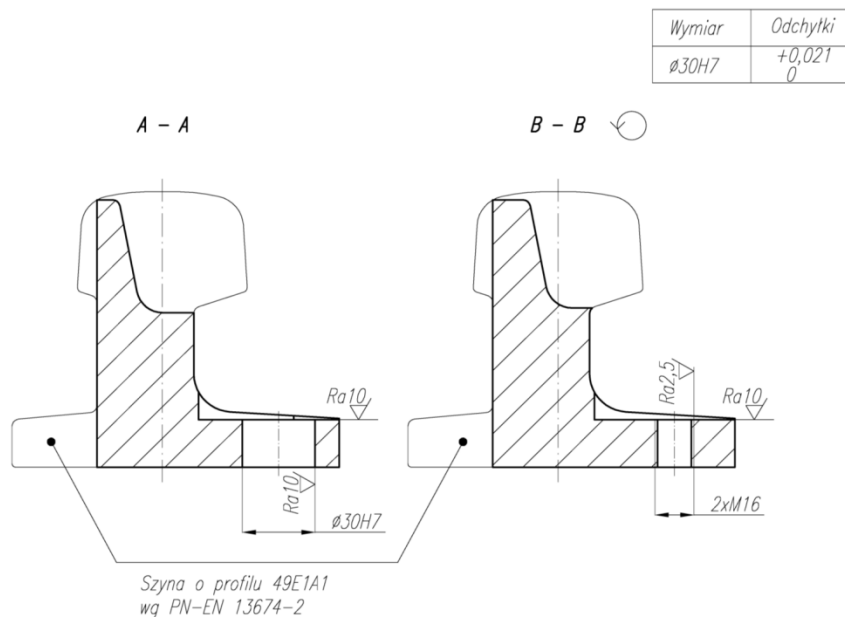
Uwagi:

1. Stopka iglicy w strefie ostrza ukształtowana jest tak, aby iglice były dostosowane do połączenia z mechanizmem nastawczym do przestawiania iglic zwrotnic tramwajowych typu JZJD produkcji TW.
2. Ostre krawędzie stępić.

Rys. 3. Ukształtowanie iglicy w strefie jej ostrza.

- c) długość iglic – w zależności od wartości promienia toru zwrotnego: 3200 mm (R=50 m) lub 4900 mm (R=100 m) lub 5450 mm (iglice proste, wydłużone).
W skomplikowanych układach geometrycznych torów (np. w węzłach rozjazdowych typu pełna gwiazda) dopuszcza się (w uzgodnieniu z DIIZ) stosowanie krótszych iglic;

- d) ukształtowanie stopki iglicy w strefie ostrza iglicy – zgodnie z rys. 4, tak aby iglice były dostosowane do połączenia z mechanizmem nastawczym produkowanym przez Tramwaje Warszawskie;

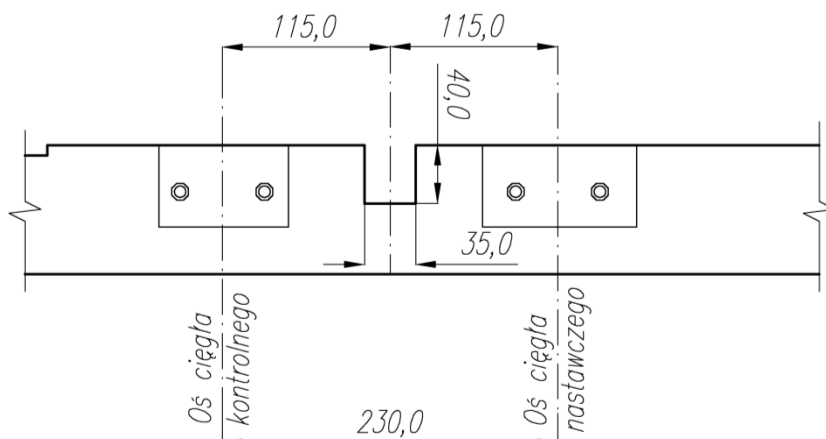


Miejsce wykonania przekroju A-A oraz B-B zostało przedstawione na rys. 3.

Rys. 4. Przekroje przez iglicę w osiach cięgieł mechanizmów nastawczych.

- e) ukształtowanie zwrotnicy w strefie końca iglicy od strony osady – powinno być takie, aby zapewnić ciągłość prowadnicy szyny wewnętrznej toru zwrotnego oraz szyny zewnętrznej toru zasadniczego (orientacja według środka łuku toru zwrotnego) na całej długości zwrotnicy. Dopuszcza się szczelinę pomiędzy iglicą, a prowadnicą szyny przylegającej do końcówki iglicy, tj. szyny końcowej półzwrotnicy, nie większą niż 3 mm;
- f) przyleganie ostrza iglicy do opornicy – ostrze iglicy powinno być wpuszczone w opornicę na głębokość 6 mm, aby zapewnić ciągłość krawędzi tocznej szyn początkowych zwrotnicy;
- g) ukształtowanie końca odbojnicy od strony osady iglicy – powinno być takie, aby zapewnić ciągłość prowadnicy szyny zewnętrznej toru zwrotnego oraz szyny wewnętrznej toru zasadniczego (orientacja według środka łuku toru zwrotnego) na całej długości zwrotnicy;
- h) styk iglicy z szyną końcową półzwrotnicy – powinien być ścięty ukośnie pod kątem 45° tak, aby zjazd koła następował z ostrza zgodnie z dominującym kierunkiem jazdy;
- i) konstrukcja osady iglicy – musi zapewniać w stanie swobodnym (przed połączeniem z mechanizmem nastawczym) środkowe położenie iglicy względem opornicy i odbojnicy oraz możliwość ręcznego przestawienia iglic siłą wynoszącą od 0,4 kN do 0,8 kN zaczepioną w osi ciągle nastawczego;
- j) mocowanie iglicy w osadzie – powinno być wykonane w sposób gwarantujący wymiennalność iglicy za pomocą wbijanego klina zębatego, gwarantującego jej wymiennalność;
- k) podparcie iglicy na siodełkach podiglicowych – powinno być nieciągłe, przy założeniu, że pierwsze siodełko podiglicowej jest oddalone o 230 mm od ostrza iglicy i występuje pomiędzy uchwytami do podłączenia ciągle nastawczego i kontrolnego do iglicy;
- l) siodełkapodiglicowe – powinny być wykonane w taki sposób, aby zapewnić przyleganie stopki iglicy na każdym siodełku (jednakowy poziom płaszczyzn ślizgowych);
- m) wcięcie w odbojnicy półzwrotnicy – powinno być zgodne z rys. 5, w celu umożliwienia ręcznego przestawienia iglic, przy użyciu specjalnego dźwężka do przestawiania iglic;

Wymiary podano w [mm]



Rys.5. Wymagane wycięcie w odbojnicach półzwrtnic.

n) instalacja ogrzewania każdej półzwrtnicy – powinna być wykonana w postaci grzałek zamontowanych na zewnątrz zwrtnicy w skrzynce ochronnej (patrz przekrój A-A na rys.2). Skrzynka ochronna powinna być tak skonstruowana, aby zapewniała możliwość wymiany grzałki bez konieczności demontażu półzwrtnicy. Należy stosować grzałki o następującej charakterystyce:

- moc 1000 W;
- napięcie 700 V DC;
- rama osłonowa z materiału o podwyższonej jakości;
- przekrój grzałki – płaski;
- wyprowadzenie (elektryczne) – trzyprzewodowe;
- długość grzałki 2950 ± 5 mm;

Liczba grzałek w instalacji grzewczej każdej półzwrtnicy jest zależna od rodzaju zwrtnicy (typowa – 2 grzałki, nietypowa tzn. z iglicami prostymi, wydłużonymi – 4 grzałki).

4 Wymagania dla krzyżownic płytkorowkowych

4.1 Elementy składowe krzyżownic (rys. 6) muszą spełniać odpowiednio następujące wymagania materiałowe:

- a) górna warstwa bloku krzyżownicy – z materiału trudnościeralnego o twardości 350 – 450 HB;
- b) szyny najazdowe toru zasadniczego i zwrtnego oraz szyny łączące bloki krzyżownic (szyny z płytkim rowkiem) – z szyn pełnogłówkowych o profilu 105C1 ulepszonych cieplnie (hartowanych) do twardości 280 - 320 HB na głębokość $10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ lub napawanych materiałem trudnościeralnym o twardości 380 – 450 HB;
- c) szyny naprzeciw bloku krzyżownicy nie posiadające płytkiego rowka – z szyn o profilu 60R2 ze stali gatunku R260 poddanej obróbce cieplnej (hartowaniu) lub ze stali gatunku R290GHT. Hartowanie należy wykonać do głębokości minimum $10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ uzyskując w rezultacie twardość nie mniejszą niż 320 HB.

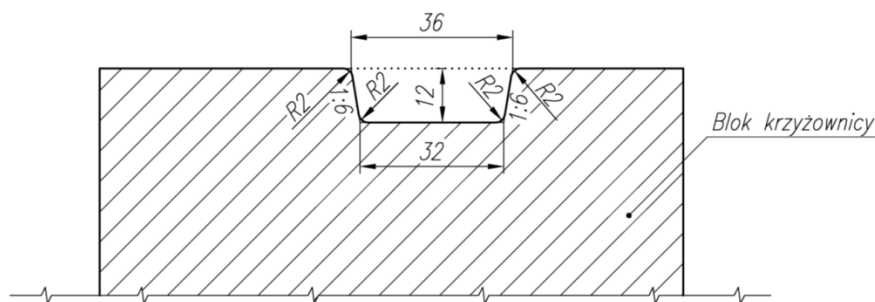
W rozjazdach pojedynczych jednotorowych (zwykajnych) nie należy stosować szyn z płytkim rowkiem w szynach naprzeciw bloku krzyżownicy. Zasada stosowania szyn

z płytkim rowkiem w rozjeździe zwyczajnym jest przedstawiona na rys.1, a rozjeździe dwutorowym podwójnym na rys.8.

4.2 Elementy składowe krzyżownic muszą spełniać odpowiednio następujące wymagania konstrukcyjne:

a) ukształtowanie rowków jezdnych w bloku krzyżownicy– zgodnie z rys. 6;

Wymiary w [mm]

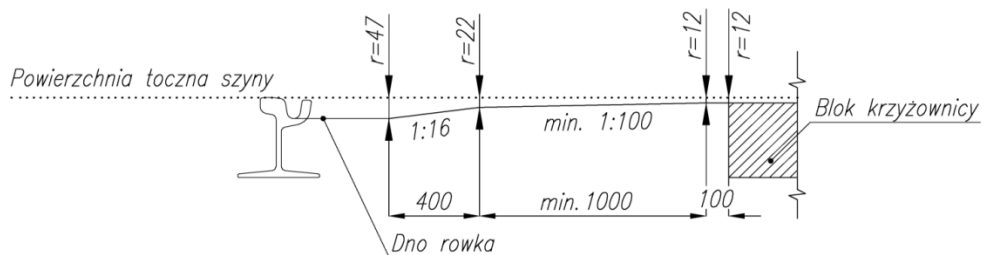


Rys. 6. Ukształtowanie rowka jezdnych w bloku krzyżownicy.

b) ukształtowanie ramp najazdowych – zgodnie z rys. 7.

W skomplikowanych układach geometrycznych torów (np. w węzłach rozjazdowych typu pełna gwiazda) dopuszcza się indywidualne rozwiązania ramp najazdowych w uzgodnieniu z DIIZ lub DIIR.

Wymiary w [mm]



Oznaczenia na rysunku:

r – głębokość rowka szyny

Rys. 7. Profil podłużny dna rowka szyny w strefie krzyżownicy – schemat rozwiązania rampy najazdowej na blok krzyżownic.

c) głębokość rowka jezdnych w szynach łączących bloki krzyżownic – 12 mm;

d) początek ramp najazdowych – w przypadku występowania bloków krzyżownic w obu tokach szynowych danego toru, należy projektować rampy najazdowe z przedłużeniem wypłyca jednego z rowków szyn w celu zastosowania równoczesnego (radialnego) najazdu zestawu kołowego na rampę. Opisana zasada stosowania początku ramp najazdowych jest przedstawiona schematycznie na rys. 11.

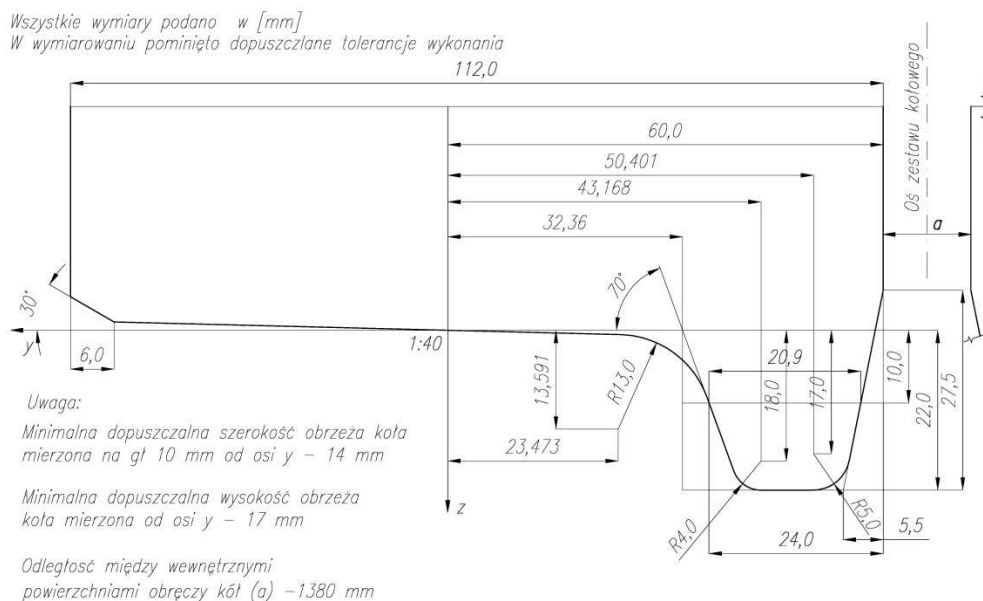
5 Wymagania dla krzyżownic głęboko rowkowych

5.1 Elementy składowe krzyżownic (rys. 8) muszą spełniać odpowiednio następujące wymagania materiałowe:

- a) górna warstwa bloku krzyżownicy – z materiału trudnościeralnego o twardości nie mniejszej niż 320 HB;
- b) szyny najazdowe toru zasadniczego i zwrotnego oraz szyny łączące bloki krzyżownic (szyny z głębokim rowkiem) – z szyn pełnogłówkowych o profilu 105C1 ulepszonych cieplnie (hartowanych). Hartowanie należy wykonać do głębokości minimum 10 mm ± 3 mm uzyskując w rezultacie twardość nie mniejszą niż 320 HB;
- c) szyny naprzeciw bloku krzyżownicy (niebędące szynami wymienionymi w lit. b) – z szyn o profilu 60R2 ze stali gatunku R290GHT (stal hartowana). Hartowanie należy wykonać do głębokości minimum 10 mm ± 3 mm uzyskując w rezultacie twardość nie mniejszą niż 320 HB.

5.2 Elementy składowe krzyżownic muszą spełniać odpowiednio następujące wymagania konstrukcyjne:

- a) minimalna dopuszczalna szerokość podparcia koła tramwajowego na szynie skrzydłowej pozwalająca na przyjęcie obciążenia przez szynę skrzydłową – 8 mm;
- b) minimalna dopuszczalna szerokość podparcia koła tramwajowego na dziobie krzyżownicy pozwalająca na przyjęcie obciążenia przez dziób krzyżownicy – 14 mm;
- c) graniczny kąt krzyżownicy – nie większy niż 22°i wynikający z wymiarów profilu koła tramwajowego (rys. 8) oraz minimalnej dopuszczalnej szerokości podparcia koła na szynie skrzydłowej krzyżownicy (8 mm) w przekroju bloku krzyżownicy, w którym szerokość dzioba krzyżownicy wynosi 14 mm (licząc na powierzchni tocznej krzyżownicy) oraz maksymalnej szerokości rowków w bloku krzyżownicy (36 mm). Profil koła tramwaju typu Pesa Jazz Duo (128N), dla którego należy projektować krzyżownice głębokorowkowe, został zamieszczony na rys. 8;



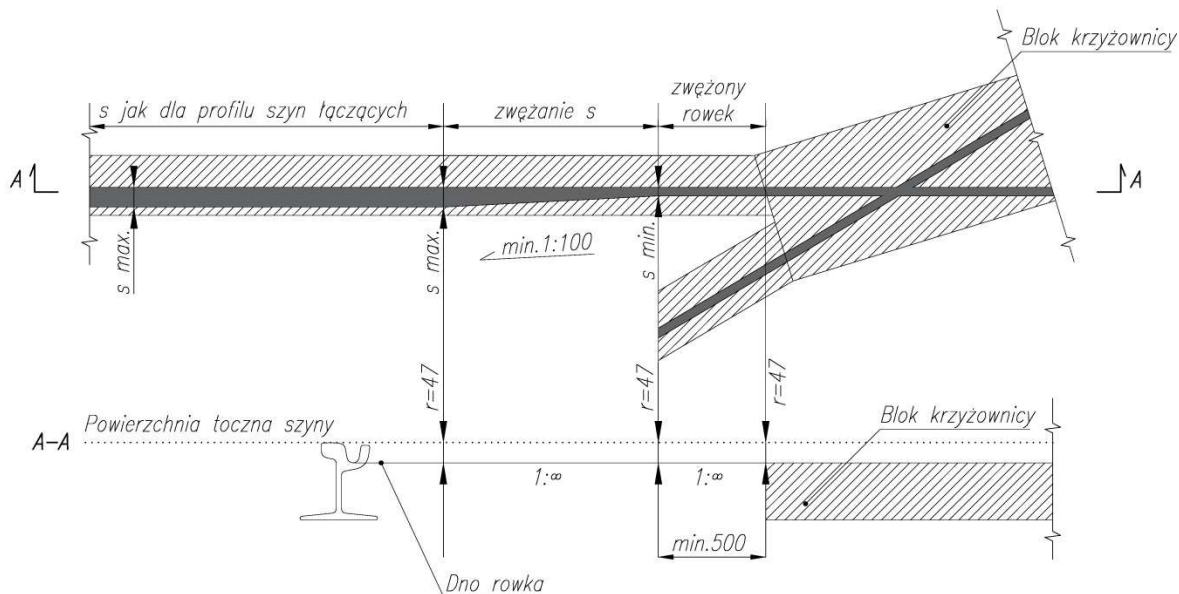
Rys. 8. Profil koła tramwajowego, tramwaj typu Pesa Jazz Duo (128N)

- d) szerokość rowka w bloku krzyżownicy – nie mniejsza niż 28 mm i nie większa niż 36 mm, wynikająca z projektowanego kąta krzyżownicy, wymiarów profilu koła tramwajowego (rys. 8) oraz zapewniająca minimalną dopuszczalną szerokość podparcia koła na szynie skrzydłowej krzyżownicy (8 mm) w przekroju bloku krzyżownicy, w którym szerokość dzioba krzyżownicy wynosi 14 mm (licząc na powierzchni tocznej krzyżownicy). Szerokość rowka przed blokiem krzyżownicy powinna być tak zmniejszona, aby uzyskać minimalne podparcie obręczy koła

na jednej z szyn skrzydłowych (w zależności od jazdy po torze zasadniczym lub zwrotnym). Zasada kształtowania szerokości rowka szyn została przedstawiona na rys. 9 i 10.

e) głębokość rowka w bloku krzyżownicy, w szynach najazdowych oraz szynach łączących bloki krzyżownic – stała i równa 47 mm (rys. 10);

Wymiary podano w [mm]

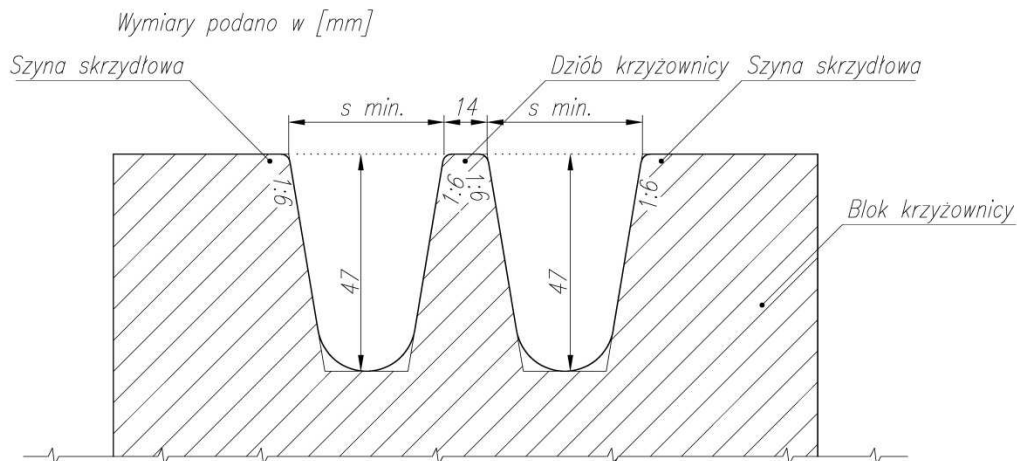


Oznaczenia na rysunku:

r – głębokość rowka szyny

s – szerokość rowka szyny

Rys.9. Profil podłużny dna rowka szyny w strefie krzyżownicy –zwężenie rowka szyny przed początkiem bloku krzyżownicy głębokorowkowej na długości szyn najazdowych.

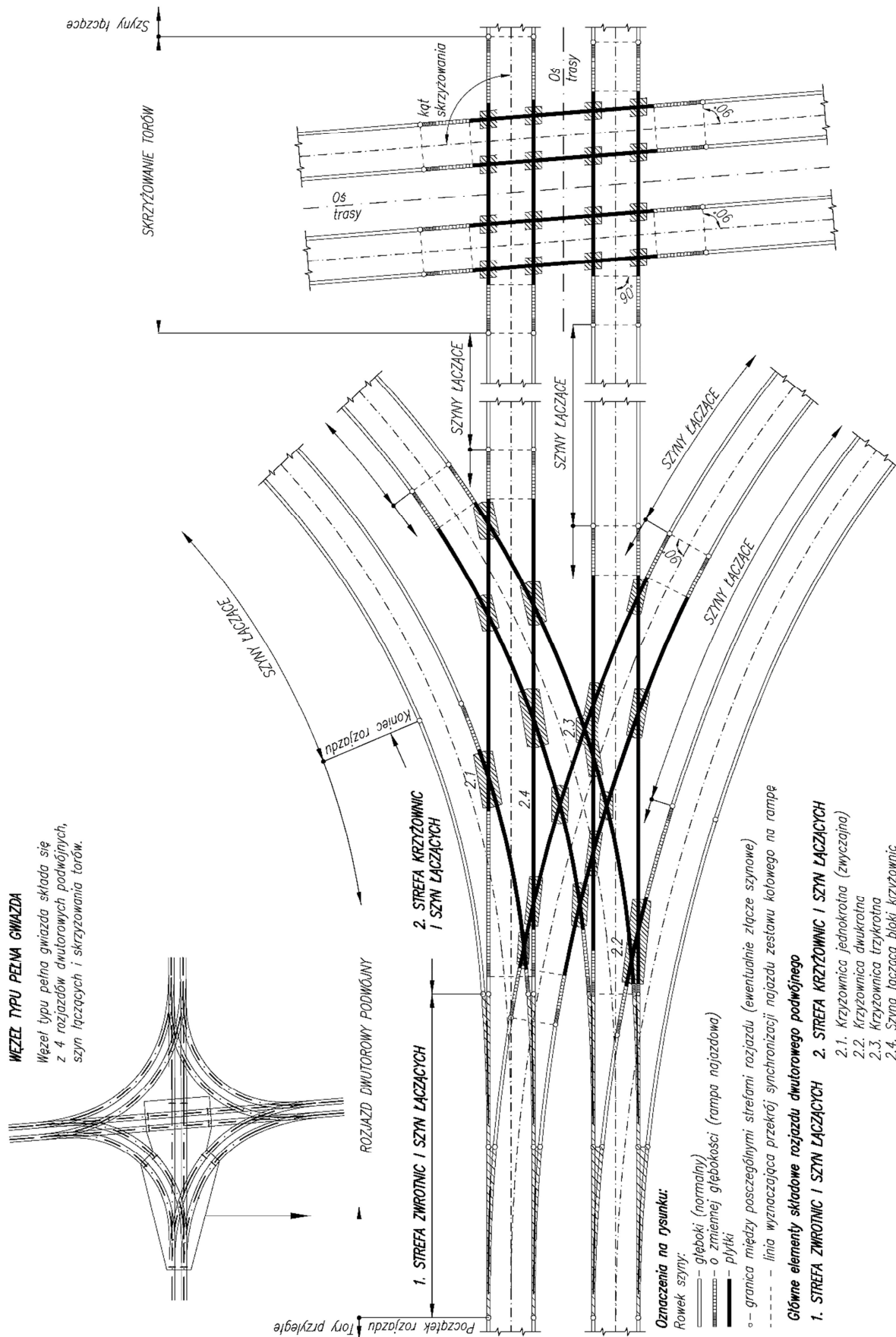


Rys. 10. Krzyżownica głębokorowkowa w przekroju, w którym szerokość dzioba krzyżownicy wynosi 14 mm.

f) bloki krzyżownic głębokorowkowych wraz z szynami najazdowymi należy projektować jako odcinki proste toru.

6 Wymagania dla szyn łączących

W torach łączących należy stosować szyny łączące o profilu 60R2 ze stali gatunku R290GHT.



Rys.11. Nazwy głównych stref oraz elementów składowych rozjazdu dwutorowego podwójnego oraz zasada stosowania szyn z płytkim rowkiem w tym rozjeździe



7 Wykaz norm przywoływanych w dokumencie

- [1] PN-EN 14811 + A1:2010E. *Kolejnictwo –Tor – Szyny specjalne – Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne*
- [2] PN-EN 13674 – 1:2011E *Szyny kolejowe Vignole'a o masie 46 kg/m i większej*
- [3] PN-EN 13674-2:2010E *Kolejnictwo– Tor – Szyna –Część 2: Szyny do rozjazdów i skrzyżowań stosowane w połączeniu z szynami kolejowymi Vignole'a o masie 46 kg/m i większej*
- [4] PN-EN10025-1÷5:2007 *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy*
- [5] PN-EN ISO 6520-1:2009 *Spawanie i procesy pokrewne – Klasyfikacja geometrycznych niezgodności spawalniczych w metalach – Część 1: Spawanie*
- [6] PN-EN 10083-2:2006 *Stale do ulepszania cieplnego – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali niestopowych.*