

TABOR TRAMWAJOWY	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-89
	Komunikacja miejska Skrajnia budowli	9396-05/03
		Grupa katalogowa 0553

1. PRZEDMIOT NORMY

Przedmiotem normy jest kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej oraz skrajnia budowli ciągłych i punktowych dla tras tramwajowych z torami o szerokości 1435 mm i 1000 mm, a także rozstaw torów na dwutorowych liniach tramwajowych.

2. ZAKRES STOSOWANIA NORMY

Normę należy stosować przy projektowaniu, budowie i modernizacji torów, budowli i obiektów stałych w sąsiedztwie torów tramwajowych oraz przy kontroli deformacji jakim podlegają te budowle i obiekty stałe na skutek działania sił zewnętrznych lub procesu starzenia.

Postanowienia normy nie mają zastosowania, jeżeli:

a) deformacje toru przekraczają następujące wartości:

- przesunięcie toru w poprzek 25 mm
- nierównomierność zużycia boków szyn 15 mm
- zygzakowatość toru 25 mm
- wielokątność łuku 25 mm
- zapadnięcie toru włącznie ze zużyciem pionowym główek szyn 25 mm
- wichrowatość toru o szerokości 1435 mm 30 mm
- wichrowatość toru o szerokości 1000 mm 20 mm

Powyższy warunek dotyczy zarówno występowania jednej jak i kilku ww. deformacji jednocześnie.

b) po torach o deformacjach nie przekraczających wartości podanych w poz. a) będą jeździły wagony tramwajowe niezgodne ze skrajnią kinematyczną wagonu tramwajowego wg BN-89/9396-05/02 p. 3.1.

3. OKREŚLENIA

3.1. kontur odniesienia skrajni kinematycznej — wg BN-89/9396-05/01 p. 3.1.

3.2. poszerzenie konturu odniesienia skrajni kinematycznej na poziomym łuku toru — wg BN-89/9396-05/01 p. 3.2.

3.3. obniżenie dolnej krawędzi konturu odniesienia skrajni kinematycznej na pionowym łuku toru — wg BN-89/9396-05/01 p. 3.3.

3.4. kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej — przestrzeń, której przekrój poprzeczny stanowi wielokąt o takich wymiarach i kształcie, że wewnątrz niej wagon tramwajowy może się poruszać z prędkością od 0 do maksymalnej dopuszczalnej, niezależnie od tego, czy:

- a) tor tramwajowy jest nowy, czy zdeformowany tak dalece na ile dopuszczają przepisy eksploatacyjne,
- b) wagon tramwajowy
 - jest nieobciążony, czy maksymalnie obciążony,
 - ma koła nowe, czy też zużyte do granic dopuszczonych warunkami technicznymi,
 - jest zmontowany zgodnie z wymiarami nominalnymi, czy odbiegającymi od nich na tyle, na ile pozwalają dopuszczalne odchyłki.

Wysokościowa oś symetrii konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej jest zawsze prostopadła do płaszczyzny główek szyn (na torze bez odchyłek jest ona pionowa, a na torze z przechyłką jest ona odchylona od pionu o kąt przechyłki).

Wszelkiego rodzaju pojazdy (samochody, wagony tramwajowe poruszające się po sąsiednim torze itp.) podczas jazdy mogą na krótkie okresy (do 1 sek) wkraczać w głąb konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej, jednak ani na chwilę odległość zewnętrznej krawędzi takiego pojazdu od podłużnej osi symetrii toru nie może być mniejsza niż 1370 mm.

Pojazdy stojące nieruchomo nie mogą wkraczać w głąb konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej.

3.5. poszerzenie konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku toru — wyrażona w m wartość wykazująca, o ile półszerokość tego konturu musi być powiększona na łuku w stosunku do półszerokości tego konturu na torze prostym. Poszerzenie konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku toru zawsze jest równe poszerzeniu konturu odniesienia skrajni kinematycznej taboru tramwajowego na tym łuku.

3.6. obniżenie dolnej krawędzi konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na pionowym łuku toru — wyrażona w m wartość wykazująca, o ile dolna kra-

Zgłoszona przez Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej dnia 21 grudnia 1989 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1990 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 3/1990, poz. 5)

wędź tego konturu musi być obniżona na pionowym łuku toru w stosunku do swego położenia na torze prostym. Obniżenie dolnej krawędzi konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku toru zawsze jest równe obniżeniu konturu odniesienia skrajni kinematycznej taboru tramwajowego na tym łuku pionowym toru.

3.7. budowla ciągła — obiekt stały, którego wymiar mierzony wzdłuż toru tramwajowego jest większy niż 3 m.

3.8. budowla punktowa — obiekt stały, którego wymiar mierzony wzdłuż toru tramwajowego jest mniejszy lub równy 3 m.

3.9. skrajnia budowli ciągłych — kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej poszerzony dodatkowo z obu stron o przestrzeń umożliwiającą ewakuację pasażerów z wagonu tramwajowego w przypadku, gdyby wagon ten uległ awarii i zatrzymał się na tle budowli ciągłej.

Poszerzenie skrajni budowli ciągłych na łuku poziomym toru zawsze powinno być równe poszerzeniu konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na tym łuku.

3.10. skrajnia budowli punktowych — kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej poszerzony dodatkowo z obu stron o przestrzeń umożliwiającą wejście personelu obsługującego pomiędzy wagon tramwajowy a budowlę w przypadku, gdy wagon ten stoi nieruchomo, a budowla punktowa znajduje się na jego, tle.

Poszerzenie skrajni budowli punktowych na łuku poziomym powinno zawsze być równe poszerzeniu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na tym poziomym łuku.

3.11. deformacje eksploatacyjne toru — trwałe odkształcenia toru powstałe w wyniku jego eksploatacji, powiększone o sprężyste uginanie się toru podczas przejazdu wagonu tramwajowego. Rozróżnia się następujące deformacje toru:

— przesunięcie toru w poprzek, tzn. odległość pozioma osi symetrii toru od wyznaczonej dla tego toru osi geodezyjnej,

— zygzakowatość toru, tzn. odległość pomiędzy poziomymi naprzeciwległymi odchyleniami toru a osią geodezyjną tego toru,

— zapadnięcie toru, tzn. odległość pomiędzy odkształconą niweletą toru a niweletą ustanowioną dla tego toru,

— wichrowatość toru, tzn. odległość pomiędzy pionowymi falistymi i cyklicznymi odchyleniami niwelety a niweletą ustanowioną dla tego toru,

— wielokątność łuku, tzn. zdeformowanie łuku toru polegające na tym, że uprzednio łukowy tor stał się czymś w rodzaju wielokątą o wyraźnych wierzchołkach będących punktami przecięcia zakrzywionych boków tego wielokąta; amplitudą wielokątności łuku jest odległość wierzchołka wielokąta od łukowej osi geodezyjnej toru,

— zużycie pionowe główek szyn, tzn. obniżenie się bieżni główek szyny wywołane wyszlifowaniem lub rozwalcowaniem materiału szyn w wyniku długotrwałej

— nierównomierne zużycie boków główek szyn, tzn. różnica między zużyciem boku jednej szyny a zużyciem boku drugiej szyny.

3.12. rozstaw torów dwutorowej linii prostej — odległość między osiami symetrii tych torów.

3.13. rozstaw torów na dwutorowej linii łukowej — odległość pomiędzy geometrycznym środkiem szerokości jednego toru a geometrycznym środkiem szerokości drugiego toru mierzona wzdłuż promienia krzywizny toru położonego po wypukłej stronie łuku torowiska.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SKRAJNI BUDOWLI

4.1. Wymagania dotyczące skrajni budowli ciągłych.

Na nowo budowanych lub modernizowanych liniach tramwajowych żadna budowla ciągła nie powinna żadnym swym elementem wkraczać w głąb skrajni budowli ciągłych. Powyższe wymaganie dotyczy zarówno budowli nowo wznoszonych jak i budowli istniejących, zdeformowanych w wyniku jakichkolwiek przyczyn.

Dopuszcza się na obszarach staromiejskich wkraczanie budowli ciągłych w głąb skrajni budowli ciągłych aż do konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej, pod warunkiem, że miejsca, w których budowle ciągłe wkraczają w głąb skrajni budowli ciągłych będą wyraźnie oznakowane.

Na terenach zajezdni i na torach nieeksploatowanych przez ruch pasażerski w szczególnych przypadkach dopuszcza się wkraczanie budowli ciągłych w głąb skrajni budowli ciągłych aż do konturu odniesienia skrajni kinematycznej określonego w BN-89/9396-05/01 p. 3.1, pod warunkiem odpowiedniego oznakowania takich miejsc oraz ograniczenia prędkości wagonów tramwajowych do 10 km/h w miejscu, w którym takie wkroczenie budowli występuje.

4.2. Wymagania dotyczące skrajni budowli punktowych. Na nowo budowanych lub modernizowanych liniach tramwajowych żadna budowla punktowa nie powinna żadnym swym elementem wkraczać w głąb skrajni budowli punktowych. Powyższe wymaganie dotyczy zarówno budowli nowo wznoszonych jak i budowli istniejących, zdeformowanych w wyniku jakichkolwiek przyczyn.

Dopuszcza się na obszarach staromiejskich wkraczanie budowli punktowych w głąb skrajni budowli punktowych aż do konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej, pod warunkiem, że miejsca, w których budowle punktowe wkraczają w głąb skrajni budowli punktowych będą wyraźnie oznakowane.

Na terenach zajezdni i na torach nieeksploatowanych przez ruch pasażerski w szczególnych przypadkach dopuszcza się wkraczanie budowli punktowych aż do konturu odniesienia skrajni kinematycznej określonego w BN-89/9396-05/01, pod warunkiem odpowiedniego oznakowania takich miejsc oraz ograniczenia prędkości wagonów tramwajowych do 10 km/h w miejscu, w którym takie wkroczenie budowli występuje.

4.3. Wymagania dotyczące rozstawu torów na dwutorowej linii tramwajowej bez budowli na międzytorzu. Na nowo budowanych i modernizowanych dwutoro-

wych liniach tramwajowych, na których międzytorzu nie przewiduje się żadnych budowli, rozstaw torów nie powinien być mniejszy niż rozstaw znormalizowany, określony w 5.1.

W wyjątkowych przypadkach, gdy istnieje obawa dużego ruchu pieszych przechodniów po torowisku tramwajowym, zezwala się na międzytorzu takich linii tramwajowych zbudować płotek, pod warunkiem, że:

- płotek ten, ani w stanie nowym ani zdeformowanym, nie będzie wkraczał w głąb konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej dla żadnego z obu torów,
- płotek ten będzie wyraźnie oznakowany jako przekroczenie skrajni budowli ciągłych.

Na obszarach staromiejskich dopuszcza się zmniejszenie rozstawu torów do wartości rozstawu minimalnego, określonego w 5.2, pod warunkiem, że:

- na międzytorzu takich linii w żadnym przypadku nie zostanie ustawiona żadna budowla,
- odcinki linii o takim rozstawie torów będą wyraźnie oznakowane jako odstępstwo od rozstawu znormalizowanego.

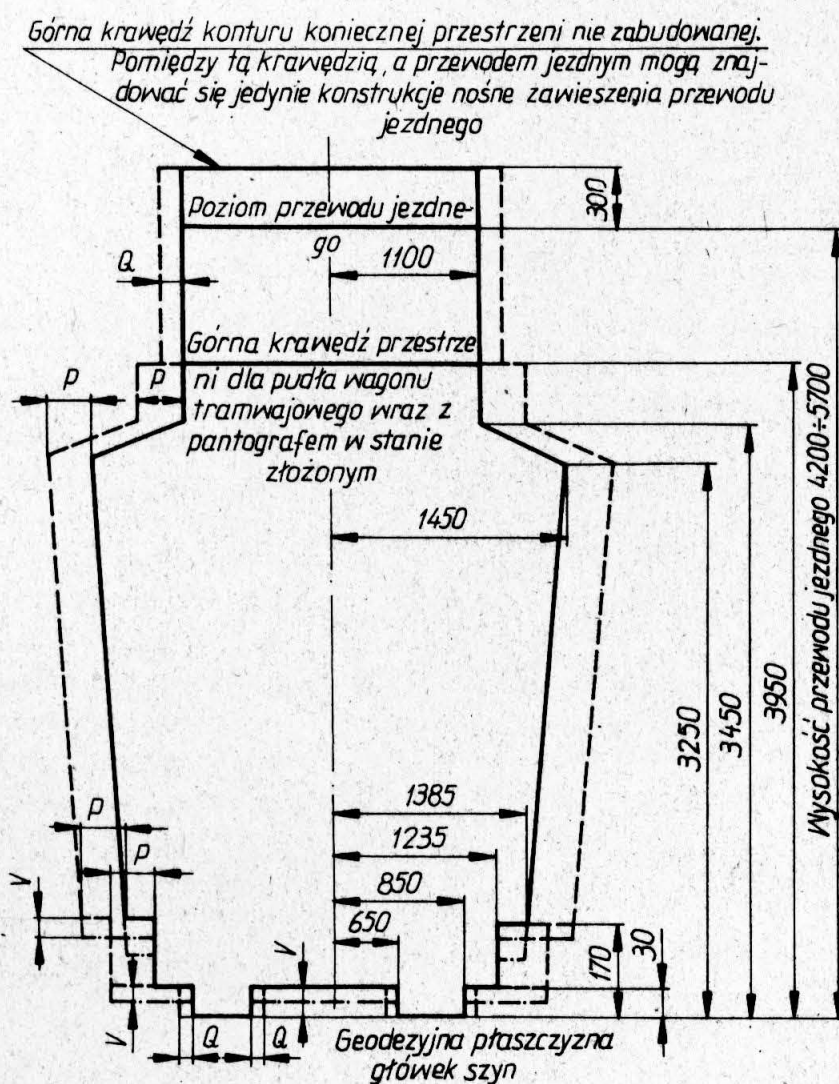
4.4. Wymagania dotyczące rozstawu torów na dwutorowej linii tramwajowej z budowlami na międzytorzu.

Na nowo budowanych lub modernizowanych liniach tramwajowych, na których międzytorzu znajdują się budowle, rozstaw torów nie powinien być mniejszy niż rozstaw znormalizowany, określony w 6.1. Przy tym, ani w stanie nowym ani zdeformowanym, budowle ciągle stojące na międzytorzu nie mogą wkraczać w głąb skrajni budowli ciągłych, a budowle punktowe w głąb skrajni budowli punktowych, dla żadnego z obu torów.

Na obszarach staromiejskich dopuszcza się zmniejszenie rozstawu torów do wartości rozstawu minimalnego, określonego w 6.2, pod warunkiem, że:

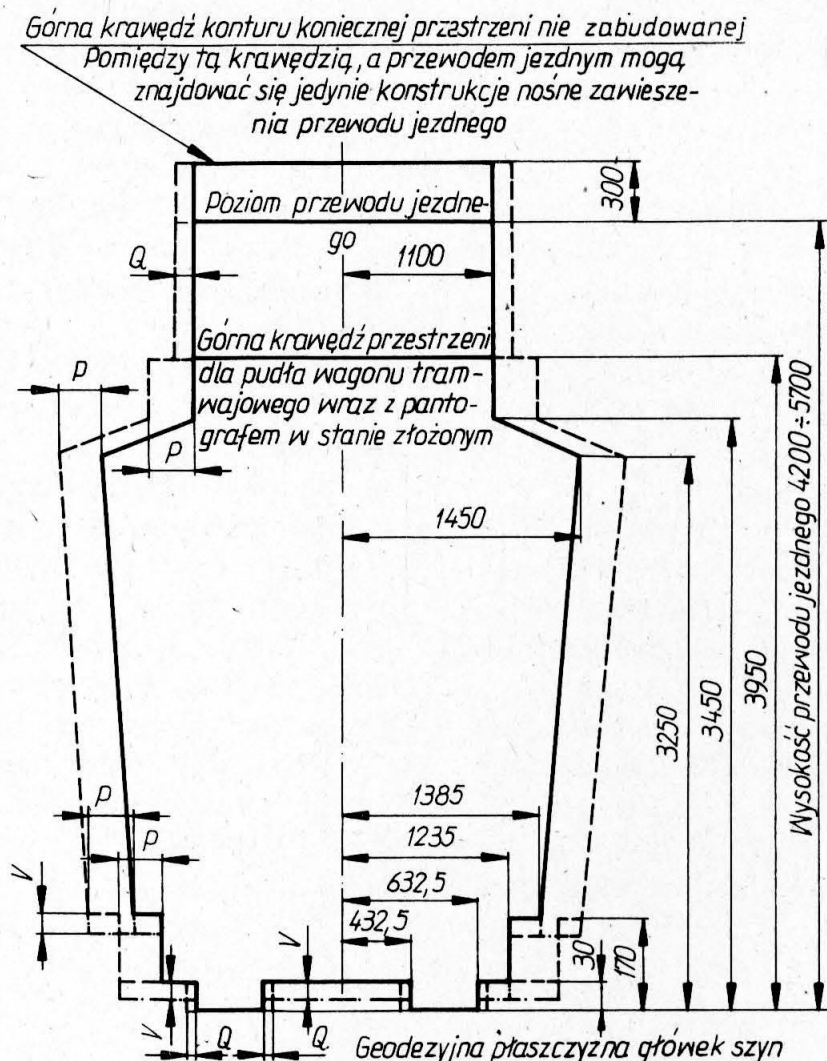
- budowle (ciągle i punktowe) stojące na międzytorzu, ani w stanie nowym ani zdeformowanym, nie będą wkraczać w głąb konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej dla żadnego z obu torów,
- odcinki linii o takim rozstawie torów będą wyraźnie oznakowane jako przekroczenie skrajni budowli ciągłych oraz/lub skrajni budowli punktowych.

4.5. Wymiary konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej dla toru 1435 mm podano na rys. 1, a dla toru 1000 mm — na rys. 2. Wszystkie wartości na tych rysunkach podano w mm.



BN-89/9396-05/03-1

Rys. 1. Kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej dla toru 1435 mm



Rys. 2. Kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na torze 1000 mm

Na rys. 1 i 2.

kontur zaznaczony linią ——— jest konturem koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na torze prostym,

kontur zaznaczony linią — — — — jest konturem koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku,

kontur zaznaczony linią - - - - - oznacza dolną krawędź konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na pionowym łuku toru;

P — powiększenie półszerokości konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku toru,

Q — powiększenie półszerokości konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku toru na poziomie kół i pantografu,

V — obniżenie dolnej krawędzi konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku pionowym toru,

przy czym:

a) poszerzenie P na łuku toru należy obliczyć z wzorów (1) i (2)

— dla wklęsłej strony łuku

$$P_i = \frac{5}{R} \quad (1)$$

— dla wypukłej strony łuku

$$P_a = \frac{5}{R} + \left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{R^2} \quad (2)$$

b) poszerzenie Q na łuku toru należy obliczyć z wzorów (3) i (4)

— dla wklęsłej strony łuku

$$Q = \frac{0,5}{R} \quad (3)$$

— dla wypukłej strony łuku

$$Q = 0 \quad (4)$$

Oznaczenia we wzorach (1) ÷ (4):

P_i — powiększenie półszerokości konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na wklęsłej stronie łuku, m,

P_a — powiększenie półszerokości konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na wypukłej stronie łuku, m,

Q — powiększenie półszerokości konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na poziomie kół i pantografu na wklęsłej stronie łuku, m,

R — promień łuku toru, m.

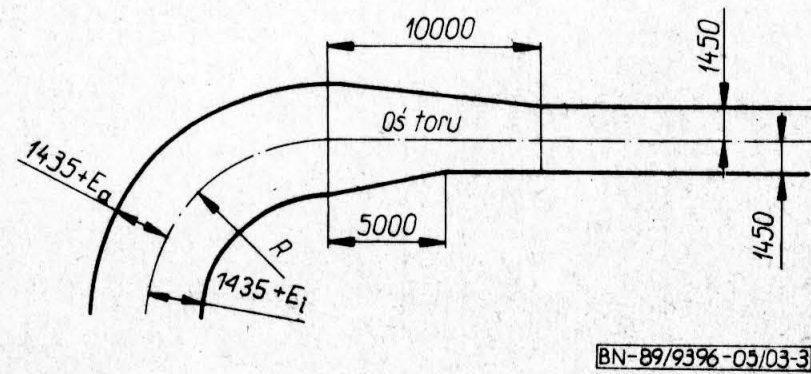
Symbol $\left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0$ oznacza, że jeśli $\frac{25}{R} - 1 > 0$,
to $\left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 = \frac{25}{R} - 1$, a jeśli $\frac{25}{R} - 1 \leq 0$, to
 $\left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 = 0$

c) obniżenie dolnej krawędzi konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łukach pionowych toru należy obliczyć z wzoru

$$V = \frac{5}{R_v} \quad (5)$$

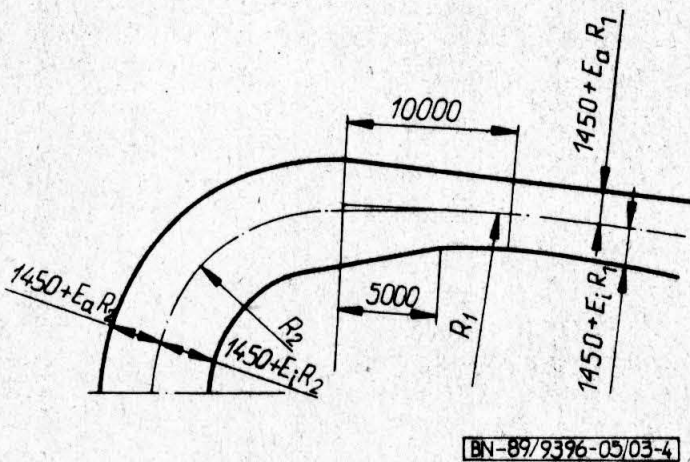
V — obniżenie dolnej krawędzi skrajni budowli na pionowym łuku wypukłym, m,
 R_v — promień łuku pionowego toru, m.

W miejscach, w których łuk toru przechodzi w tor prosty, poszerzenia P i Q konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej zanikają równomiernie na pewnym odcinku prostego toru w sposób podany na rys. 3.



Rys. 3. Zanikanie poszerzeń konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na przejściu toru łukowego w tor prosty

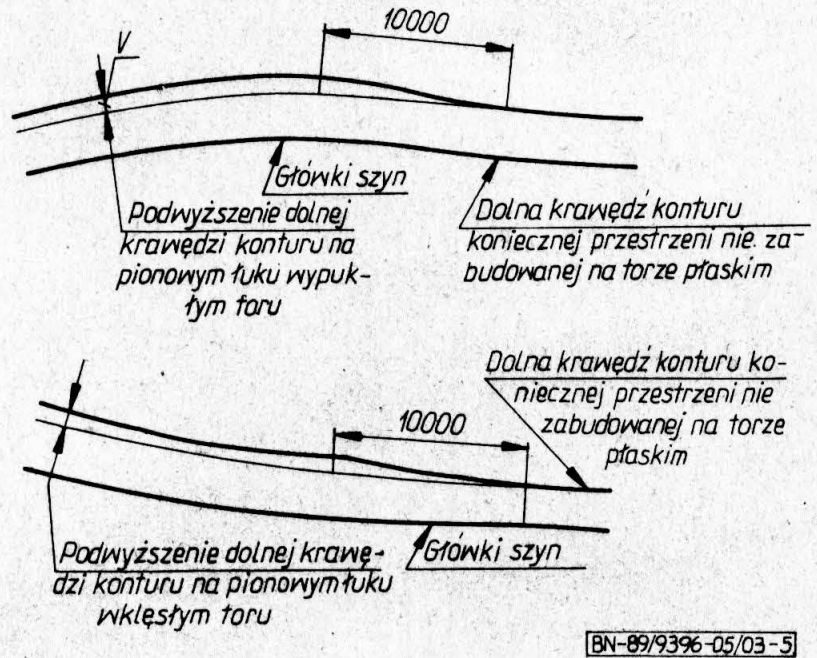
W miejscach, w których tor łukowy o mniejszym promieniu przechodzi w tor łukowy o większym promieniu, poszerzenia konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej odpowiadające łukowi o mniejszym promieniu przechodzą równomiernie do wartości odpowiadających większemu promieniowi łuku na pewnym odcinku toru o większym promieniu łuku, w sposób podany na rys. 4.



Rys. 4. Zmiana wartości poszerzeń konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej w miejscu, w którym zmienia się promień poziomego łuku toru

W miejscach, w których łuk wypukły toru przechodzi w tor płaski, obniżenie V dolnej krawędzi konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej zanika równo-

miernie na długości 10 m toru płaskiego w sposób podany na rys. 5.



Rys. 5. Zanikanie podwyższenia dolnej krawędzi konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej na łuku pionowym toru

4.6. Wymiary skrajni budowli ciągłych dla toru 1435 mm podano na rys. 6, a dla toru 1000 mm — na rys. 7. Wszystkie wymiary i wartości P , Q i V podano w mm.

Na rys. 6 i 7:

linia ———, oznacza skrajnię budowli ciągłych
na torze prostym,

· linia - - - - - oznacza skrajnię budowli ciągłych na łuku,

linia - - - - - oznacza dolną krawędź skrajni
budowli ciągłych na łuku pionowym toru,

P — powiększenie półszerokości skrajni budowli ciągłych na łuku toru,

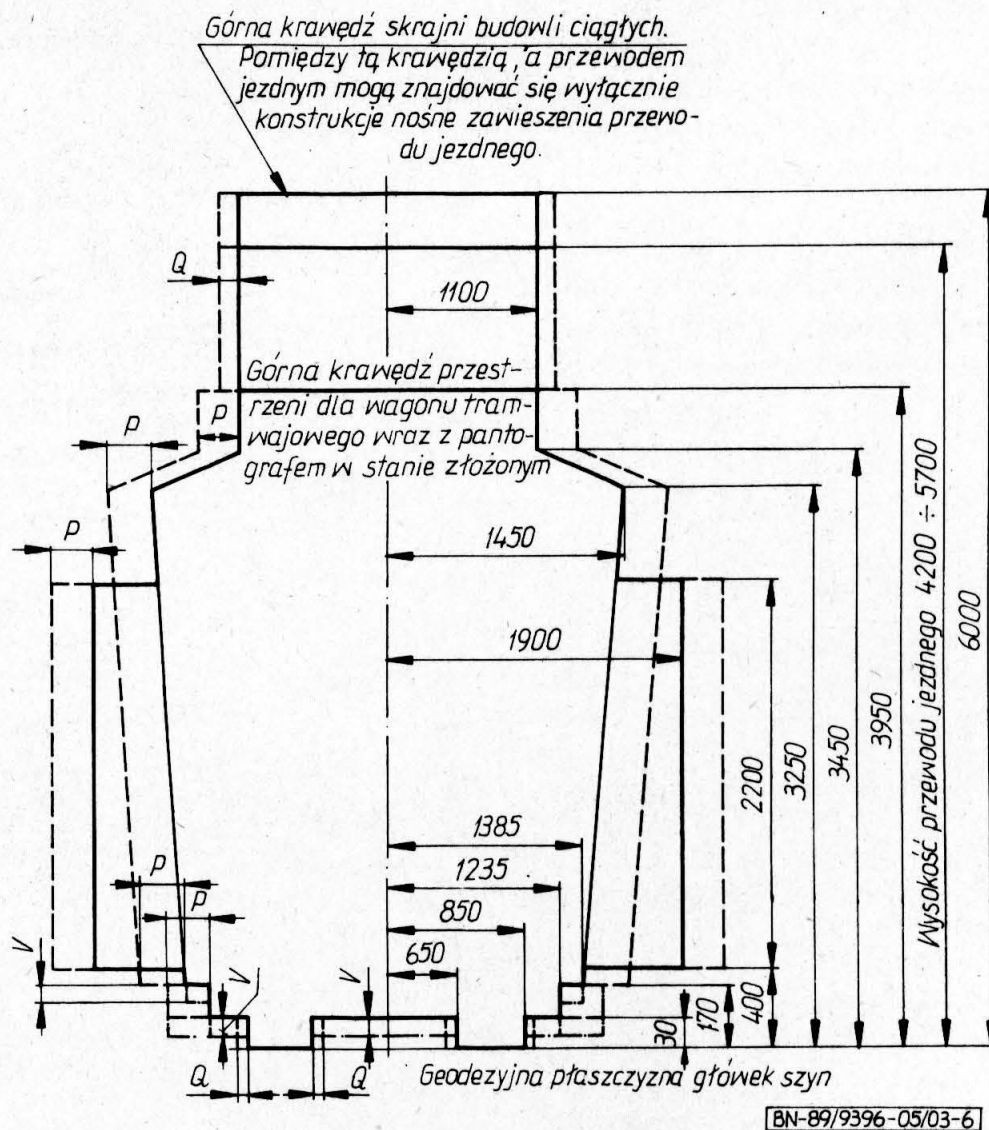
Q — powiększenie półszerokości skrajni budowli ciągłych na łuku toru na poziomie kół i pantografu,

V — obniżenie dolnej krawędzi skrajni budowli ciągłych na łuku pionowym toru.

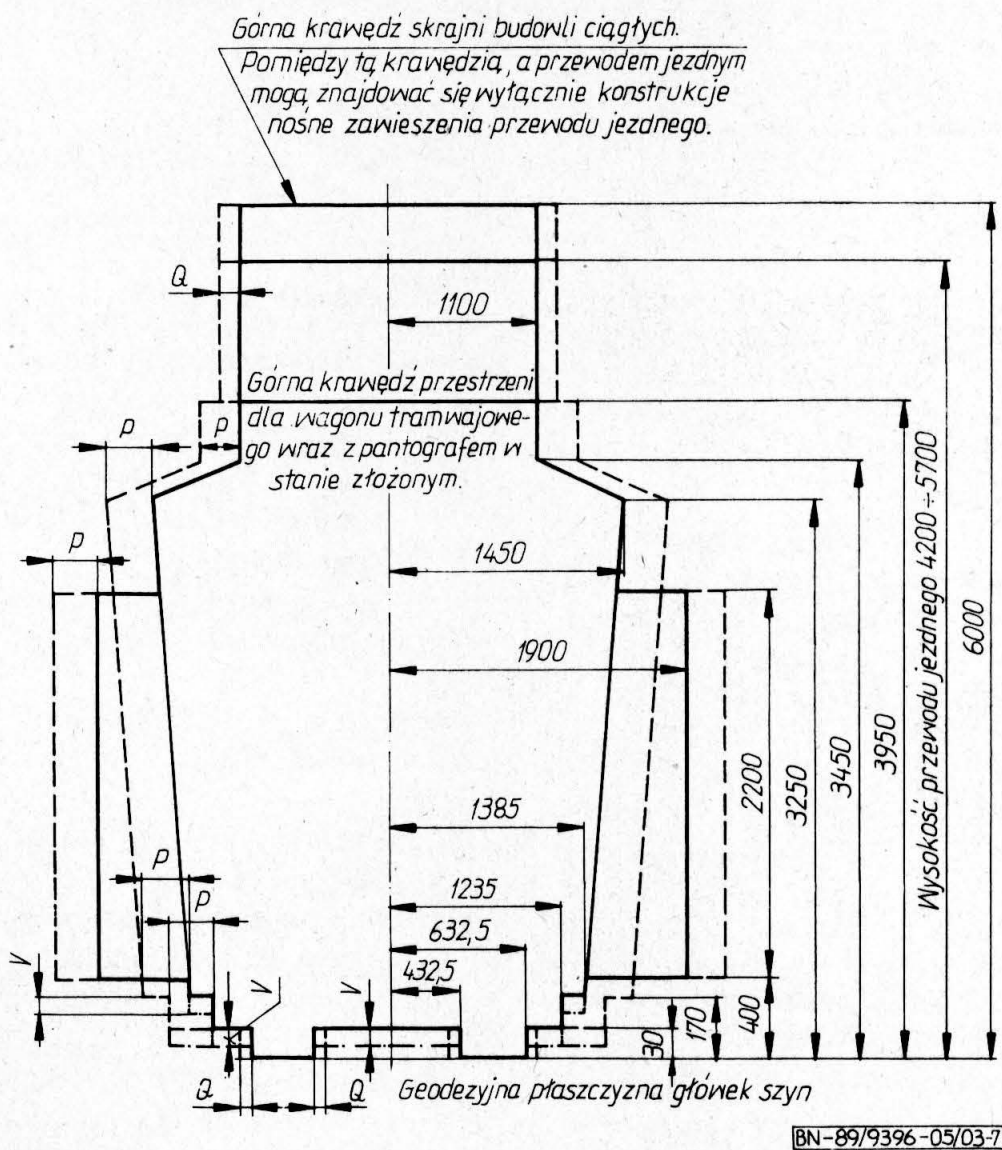
Poszerzenia P , Q i obniżenie V wyrażone są tymi samymi wzorami (1) ÷ (5), co w 4.5.

W miejscach, w których tor łukowy przechodzi w tor prosty lub gdzie tor łukowy o małym promieniu przechodzi w tor łukowy o dużym promieniu, poszerzenia P , Q i obniżenie V maleją identycznie jak poszerzenia konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej w 4.5.

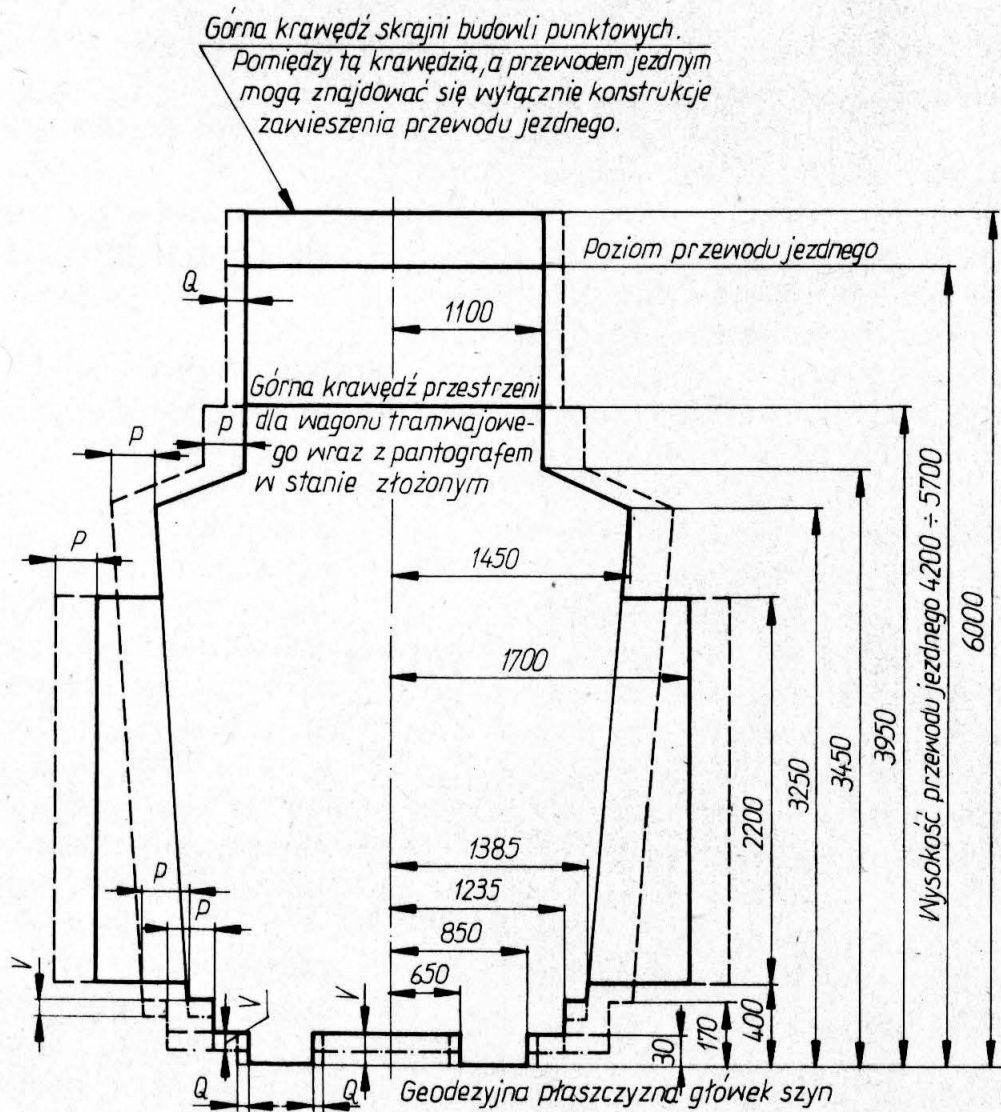
4.7. Wymiary skrajni budowli punktowych dla toru 1435 mm podano na rys. 8, a dla toru 1000 mm — na rys. 9. Wszystkie wymiary i wartości P , Q i V podano w mm.



Rys. 6. Skrajnia budowli ciągłych dla toru 1435 mm

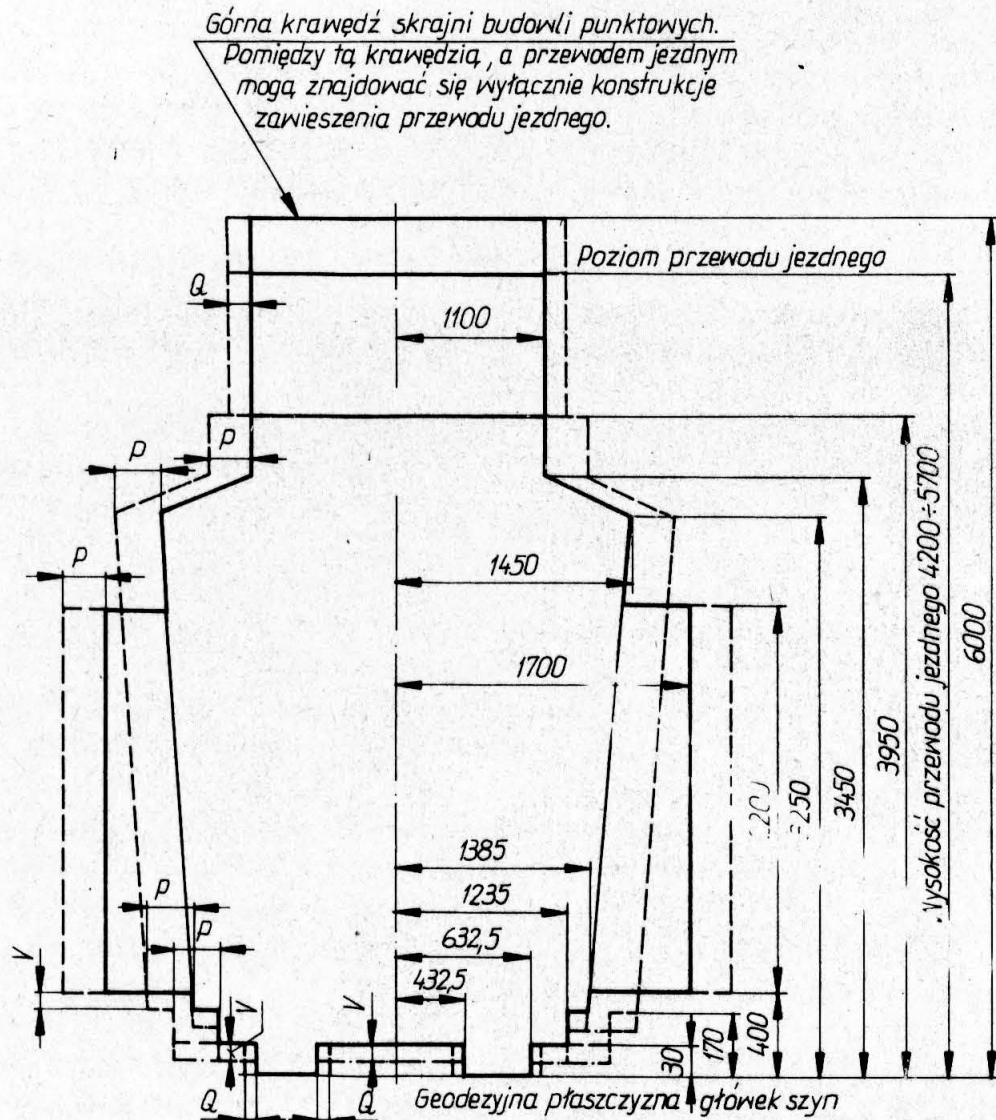


Rys. 7. Skrajnia budowli ciągłych dla toru 1000 mm



BN-89/9396-05/03-8

Rys. 8. Skrajnia budowli punktowych dla toru 1435 mm



BN-89/9396-05/03-9

Rys. 9. Skrajnia budowli punktowych dla toru 1000 mm

Wielkości b , Δb , Δc , Δd powinien ustalić budowniczy linii tramwajowej w porozumieniu z użytkownikiem. Przy tym obiekt stały powinien zostać tak usytuowany,

aby dla jednego i drugiego toru nie wkraczał w kontur koniecznej przestrzeni nie zabudowanej.

Zaleca się, aby suma wielkości $b + \Delta b + \Delta c + 2 \cdot (\Delta d)$ była mniejsza lub równa 500 mm.

Na torowisku łukowym rozstaw torów powinien wynosić co najmniej $A_{L\min}$, mm, obliczony wg wzoru

$$A_{L\min} = 2900 + 1000P_i + 1000P_a + b + \Delta b + \Delta c + 2 \cdot (\Delta d) \quad (11)$$

w którym oznaczenia jak we wzorach (8) i (9).

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.

2. Normy związane

BN-89/9396-05/01 Komunikacja miejska. Zarys odniesienia skrajni kinematycznej taboru tramwajowego

BN-89/9396-05/02 Komunikacja miejska. Skrajnia kinematyczna wagonu tramwajowego

3. Dokumenty międzynarodowe

UIC 505-4 „Effects of the application of the kinematic gauges defined in the 505 series of Leaflets on the positioning of structures in relation to the tracks and of the tracks in relation to each other” („Wpływ zastosowania skrajni kinematycznych określonych w serii 505 Kart na umiejscowienie budowli w stosunku do torów i torów w stosunku do siebie nawzajem”), wydana przez Union Internationale des Chemins de Fer (UIC — Międzynarodowy Związek Kolei Żelaznych) dnia 1.01.1977 r.

UIC 505-5 „Basic conditions common to Leaflets 505-1 to 505-4. Notes on the preparation and provisions of these Leaflets” („Zasadnicze warunki wspólne dla Kart 505-1 do 505-4. Uwagi na temat opracowania i postanowień tych Kart”), wydana przez Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) dnia 1.01.1977 r.

4. Autor projektu normy — dr inż. Ryszard Lang, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Pojazdów Szynowych, Poznań.

5. Przykłady obliczeń

Przykład 1

W jakiej odległości od osi toru na wypukłej stronie łuku o promieniu $R = 20$ m może znajdować się pionowy sztywny płot stalowy wznoszący się do wysokości 1500 mm nad główką szyny?

Rozwiązanie

Jest to budowla ciągła.

Z rys. 6 w 4.5 wynika, że na wysokości 1500 mm nad główką szyny półszerokość skrajni budowli ciągłych wynosi na torze prostym — $B = 1900$ mm.

Powiększenie półszerokości skrajni budowli na zewnętrznej stronie łuku o promieniu $R = 20$ m wynosi z wzoru (2)

$$\begin{aligned} P &= P_2 = \frac{5}{R} + \left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{R^2} = \\ &= \frac{5}{20} + \left| \frac{25}{20} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{20^2} = \\ &= 0,25 + \left| 1,25 - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{400} = \\ &= 0,25 + \left| 0,25 \right| > 0 \cdot 0,42 = \\ &= 0,25 + 0,25 \cdot 0,42 = 0,25 + 0,105 = 0,355 \text{ m} \end{aligned}$$

Zatem półszerokość skrajni budowli na wypukłej stronie łuku o promieniu $R = 20$ m na wysokości $h = 1500$ mm ponad główką szyny wyniesie

$$B_a = B + 1000P_a = 1900 + 1000 \cdot 0,355 = 1900 + 355 = 2255 \text{ mm}$$

Przy przejściu toru łukowego w tor prosty rozstaw $A_{L\min}$ maleje równomiernie do wartości $A_{\min}$ na długości 10 m toru prostego.

W miejscach, w których promień łuku toru zmienia swą wartość, rozstaw $A_{L\min}$ określony dla mniejszego promienia łuku toru maleje równomiernie do wartości $A_{L\min}$ określonej dla większego promienia łuku toru na długości 10 m toru o większym promieniu łuku.

Co najmniej w takiej odległości od osi toru musi się znajdować płot w każdym przypadku, czy będzie nowy, czy stary.

Jeśli budowniczy płotu dopuszcza tolerancję wykonawczą usytuowania płotu w stosunku do osi symetrii toru równą $\pm 2 \text{ cm} = \pm 20 \text{ mm}$ oraz dopuszcza, że ze starości czy od wiatru płot może się przechylić o $\pm 10 \text{ cm} = \pm 100 \text{ mm}$, to musi go w stanie nowym ustawić w odległości od osi toru równej co najmniej

$$b_{\text{pl}} = B_a + 20 + 100 = 2255 + 20 + 100 = 2375 \text{ mm}$$

Przykład 2

W jakiej odległości od toru na wypukłej stronie łuku o promieniu 30 m może się znajdować peron wznoszący się do wysokości 150 mm ponad główką szyny?

Rozwiązanie

Jest to budowla ciągła.

Z rys. 6 w 4.5 wynika, że na wysokości 150 mm ponad główką szyny półszerokość skrajni budowli ciągłych wynosi na torze prostym $B = 1235$ mm

Powiększenie półszerokości skrajni budowli na zewnętrznej stronie łuku o promieniu $R = 30$ m wynosi z wzoru (2)

$$\begin{aligned} P &= P_a = \frac{5}{R} + \left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{R^2} = \\ &= \frac{5}{30} + \left| \frac{25}{30} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{30^2} = \\ &= 0,16666 + \left| 0,83333 - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{900} = \\ &= 0,16666 + \left| -0,16667 \right| > 0 \cdot 0,186666 = \\ &= 0,16666 + 0 \cdot 0,186666 = \\ &= 0,16666 + 0 = 0,16666 \text{ m} \approx 0,167 \text{ m} \end{aligned}$$

Zatem półszerokość skrajni budowli na wypukłej stronie łuku o promieniu $R = 30$ m na wysokości $h = 150$ mm ponad główką szyny wynosi

$$B_a = B + 1000P_a = 1235 + 1000 \cdot 0,167 = 1235 + 167 \text{ mm} = 1402 \text{ mm}$$

Co najmniej w takiej odległości od osi toru musi się znajdować krawężnik peronu w każdym przypadku.

Jeśli budowniczy peronu dopuszcza tolerancję wykonawczą usytuowania krawężnika względem osi symetrii toru równą $\pm 5 \text{ mm}$ oraz dopuszcza, że ze starości krawężnik peronu może się przechylić w stronę toru o $1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$, to musi ustawić krawężnik w stanie nowym w odległości od osi toru równej co najmniej

$$b_{\text{per}} = B_a + 5 + 10 = 1402 + 5 + 10 = 1417 \text{ mm}$$

Przykład 3

W jakiej odległości od osi toru na wklęsłej stronie łuku o promieniu 100 mm może się znajdować słup sieciowy?

Rozwiązanie

Jest to budowla punktowa.

Z rys. 8 w 4.6 wynika, że półszerokość skrajni budowli punktowych wynosi $B = 1700$ mm na torze prostym.

Powiększenie półszerokości skrajni na wklęsłej stronie łuku o promieniu $R = 100$ m wynosi z wzoru (1)

$$P = P_i = \frac{5}{R} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ m}$$

Zatem półszerokość skrajni na wklęsłej stronie łuku o promieniu $R = 100$ m wynosi

$$B_t = B + 1000P = 1700 + 1000 \cdot 0,5 = 1700 + 50 = 1750 \text{ mm}$$

Co najmniej w takiej odległości od osi symetrii musi się znajdować krawędź słupa.

Jeśli budowniczy słupa dopuszcza tolerancję usytuowania słupa równą ± 3 cm = ± 30 mm i dopuszcza, że słup może się ze starości przechylić o ± 100 mm, to powinien ustawić słup w stanie nowym tak, żeby jego krawędź była oddalona od osi symetrii toru co najmniej o

$$b_{st} = B_t + 30 + 100 = 1750 + 30 + 100 = 1880 \text{ mm}$$

Przykład 4

W jakiej odległości od osi symetrii toru na wklęsłej stronie łuku o promieniu 50 m na drucie podtrzymującym sieć trakcyjną może wisieć tablica ze znakami informacyjnymi?

Rozwiązanie

Jest to budowla punktowa.

Z rys. 8 w 4.6 wynika, że półszerokość skrajni budowli punktowych na poziomie przewodu trakcyjnego wynosi $B = 1100$ mm na torze prostym.

Powiększenie półszerokości skrajni budowli na stronie wklęsłej łuku o promieniu 50 m na wysokości przewodu jezdni wynosi z wzoru (3)

$$P_h = \frac{0,5}{R} = \frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ m}$$

Zatem na stronie wklęsłej łuku o promieniu 50 m półszerokość skrajni budowli na poziomie pantografu wynosi

$$B_t = B + 1000P_h = 1100 + 1000 \cdot 0,01 = 1100 + 10 = 1110 \text{ mm}$$

W takiej co najmniej odległości od osi toru może się znajdować krawędź tablicy informacyjnej.

Jeśli instalujący tablicę dopuszcza tolerancję jej usytuowania w stosunku do osi toru równą ± 20 mm i jest pewien, że tablica nigdy się nie odkształci, to powinien ją zawiesić tak, żeby jej krawędź była oddalona od osi toru co najmniej o

$$b_{\text{tabl}} = B_t + 20 = 1110 + 20 = 1130 \text{ mm}$$

Przykład 5

Jakie jest dopuszczalne wybrzuszenie asfaltu na torze płaskim, a jakie na pionowym łuku wypukłym o promieniu $R_v = 1000$ m?

Rozwiązanie

Z rys. 8 w 4.6 wynika, że na torze płaskim wysokość dolnej krawędzi skrajni budowli punktowych wynosi $H = 30$ mm. Zatem na torze płaskim asfalt jezdni może się wybrzuszyć do wysokości 30 mm ponad poziom główek szyn.

Na pionowym łuku wypukłym o promieniu $R_v = 1000$ m dolna krawędź skrajni budowli musi być obniżona według wzoru (5) o:

$$V = \frac{5}{R_v} = \frac{5}{1000} = 0,005 \text{ m}$$

Zatem na tym łuku pionowym wysokość dolnej krawędzi skrajni budowli ponad główką szyny wynosi

$$H_t = H - 1000V = 30 - 1000 \cdot 0,005 = 30 - 5 = 25 \text{ mm}$$

Do takiej wysokości może się wybrzuszyć asfalt na tym łuku pionowym.

Przykład 6

Jaki jest znormalizowany rozstaw torów na dwutorowej linii tramwajowej na łuku, bez obiektów stałych na międzytorzu, gdy tor położony po wklęsłej stronie łuku torowiska ma promień $R_1 = 22$ m, a tor położony po wypukłej stronie łuku torowiska ma promień $R_2 = 25$ m.

Rozwiązanie

Dla toru położonego na wklęsłej stronie łuku torowiska powiększenie półszerokości skrajni budowli na wypukłej stronie łuku toru wynosi według wzoru (2)

$$P = P_a = \frac{5}{R} + \left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{R^2}$$

Podstawiając za R wartość $R_1 = 22$ m otrzymamy

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{5}{22} + \left| \frac{25}{22} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{22^2} = \\ &= 0,2272727 + \left| 1,1363636 - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{484} = \\ &= 0,2272727 + \left| 0,1363636 \right| > 0 \cdot 0,34710 = \\ &= 0,2272727 + 0,1363636 \cdot 0,34710 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,2272727 + 0,047332 = \\ &= 0,27460 \text{ m} \approx 0,275 \text{ m} \end{aligned}$$

Dla toru położonego na wypukłej stronie łuku torowiska powiększenie półszerokości skrajni budowli na wklęsłej stronie łuku toru wynosi według wzoru (1)

$$P = P_i = \frac{5}{R}$$

Podstawiając za R wartość $R_2 = 25$ m otrzymamy

$$P_i = \frac{5}{25} = 0,2 \text{ m}$$

Znormalizowany rozstaw torów wynosi według wzoru (6)

$$\begin{aligned} A &= 2900 + 1000P_i + 1000P_a = \\ &= 2900 + 1000 \cdot 0,2 + 1000 \cdot 0,275 = \\ &= 2900 + 200 + 275 = 3375 \text{ mm} \end{aligned}$$

Przykład 7

Jaki jest znormalizowany rozstaw torów na dwutorowej linii tramwajowej na łuku ze słupami sieciowymi na międzytorzu, gdy oba tory mają promień łuku $R = 100$ m, a średnica słupa wynosi $b = 300 \pm 10$ mm.

Powiększenie półszerokości skrajni budowli dla wypukłej strony toru położonego po wklęsłej stronie łuku torowiska wynosi według wzoru (2)

$$\begin{aligned} P &= P_a = \frac{5}{R} + \left| \frac{25}{R} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{R^2} = \\ &= \frac{5}{100} + \left| \frac{25}{100} - 1 \right| > 0 \cdot \frac{168}{100^2} = \\ &= 0,05 + \left| 0,25 - 1 \right| > 0 \cdot 0,0168 = \\ &= 0,05 + \left| -0,75 \right| > 0 \cdot 0,0168 = \\ &= 0,05 + 0 \cdot 0,0168 = 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Powiększenie półszerokości skrajni budowli dla wklęsłej strony toru położonego na wypukłej stronie łuku torowiska wynosi według wzoru (1)

$$P = P_i = \frac{5}{R} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ m}$$

W średnicy słupa $b = 300 \pm 10$ mm maksymalna dodatnia tolerancja szerokości słupa wynosi

$$\Delta b = 10 \text{ mm}$$

Rozstaw torów wynosi według wzoru (9)

$$\begin{aligned} A &= 3400 + 1000P_i + 1000P_a + b + \Delta b + \Delta c + 2 \cdot (\Delta d) = \\ &= 3400 + 1000 \cdot 0,05 + 1000 \cdot 0,05 + 300 + 10 + \Delta c + 2 \cdot \Delta d = \\ &= 3400 + 50 + 50 + 300 + 10 + \Delta c + 2 \cdot \Delta d = \\ &= 3810 + \Delta c + 2 \cdot \Delta d \end{aligned}$$

Wielkości Δc i Δd powinien ustalić budowniczy linii w porozumieniu z jej użytkownikiem. Jeśli dopuszczą oni tolerancję usytuowania słupa względem środka międzytorza równą ± 20 mm, to pole tej tolerancji wynosi $\Delta c = 40$ mm, a jeśli dopuszczą możliwość przechylenia słupa podczas eksploatacji o 60 mm w jakimś dowolnym kierunku, to $\Delta d = 60$ mm. Wówczas znormalizowany rozstaw torów na łuku o promieniu $R = 100$ m może wynosić

$$A = 3810 + 40 + 2 \cdot 60 = 3970 \text{ mm}$$

Przykład 8

Na prostej dwutorowej linii tramwajowej o rozstawie znormalizowanym torów równym 2900 mm ustawiono na międzytorzu płotek o wysokości 1 m i o grubości $b = 30 \pm 2$ mm. Tolerancja ustawienia płotki w stosunku do osi symetrii międzytorza wynosi ± 5 mm. O ile może się ten płotek przechylić ze starości, żeby jeszcze nie spowodować groźby kolizji z tramwajem?

Rozwiązanie

Na wysokości 1 m = 1000 mm półszerokość konturu koniecznej przestrzeni nie zabudowanej według rys. 1 w 4.5 niniejszej normy wynosi:

$$\begin{aligned} S_{\text{kont}} &= 1385 + \frac{1450 - 1385}{3250 - 170} \cdot (1000 - 170) = \\ &= 1385 + \frac{65}{3080} \cdot 830 = 1385 + 17,516234 = 1402,5162 \approx 1403 \text{ mm} \end{aligned}$$

Oś międzytorza jest oddalona od osi każdego z torów o:

$$S_{\text{mt}} = \frac{2900}{2} = 1450 \text{ mm}$$

Odległość osi międzytorza od osi toru S_{mt} pomniejszona o połowę grubości b płotki, o połowę dodatniej tolerancji Δb grubości płotki, o połowę pola tolerancji Δc usytuowania płotki i o wielkość dopusz-

czalnego przechylenia Δd płotka nie może być mniejsza niż półszerokość koniecznej przestrzeni nie zabudowanej. Zatem

$$S_{mi} - \frac{b}{2} - \frac{\Delta b}{2} - \frac{\Delta c}{2} - \Delta d \geq S_{kont}$$

Stąd dopuszczalne przechylenie płotka ze starości wynosi

$$\Delta d \leq S_{mi} - S_{kont} - \frac{b}{2} - \frac{\Delta b}{2} - \frac{\Delta c}{2}$$

Cała tolerancja grubości płotka jest wyłącznie ujemna (patrz wymiar $b = 30_{-2}$), zatem dodatnia tolerancja tej grubości jest równa zero

$$\Delta b = 0$$

Pole tolerancji ustawienia płotka (patrz wymiar ± 5) wynosi 10 mm, a zatem

$$\Delta c = 10 \text{ mm}$$

Wobec tego

$$\Delta d \leq 1450 - 1403 - \frac{30}{2} - \frac{0}{2} - \frac{10}{2}$$

$$d \leq 27 \text{ mm}$$

Zatem płotek może się przechylić najwyżej o 27 mm, jeśli nie ma wystąpić groźba kolizji z tramwajem.

