INŻ. KAROL WĄTOREK

POŁĄCZENIA

TORÓW CZTEROSZYNOWYCH

Tadeusz Kadkowski
23/IX 1921.

LWÓW.
I. ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO 4.
1906.

INŻ. KAROL WĄTOREK

POŁĄCZENIA
TORÓW CZTEROSZYNOWYCH

Tadeusz Kadkowski
- 23/IX 1921. -

LWÓW.
I. ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO 4.
1906.

ODBITKA Z „CZASOPISMA TECHNICZNEGO“.

Tor kolei normalnej, wewnątrz którego ułożony jest tor kolei wązkiej ($s_w = 0{\cdot}76\,m$), nazywamy torem czteroszynowym.

Ustawienie ogólnych wzorów dla obliczenia najważniejszych przypadków połączeń torów czteroszynowych stanowi temat niniejszej pracy.

Z rozwojem toru wązkiego, jako dowozowego do stacyi kolei głównych, zajdzie często potrzeba stosowania takich połączeń, których następstwem będzie oszczędność miejsca, więc i zmniejszenie kosztów rozszerzenia stacyi, umożliwienie używania wspólnych budowli stacyjnych i zastosowanie urządzeń dla przeładowania na kozły (Rollschemel).

Małe chyżości na torach czteroszynowych, jako bocznych dla kolei głównej, pozwalają nam na pewne ułatwienia konstrukcyi, a mianowicie: *a)* stosowanie małych promieni; *b)* przeprowadzanie łuku przez krzyżownice; *c)* stosowanie krótkich kawałków szyn.

Na długości połączenia stosujemy jednakowy profil szyny dla obu szerokości toru, a przejście do słabszego profilu kolei wązkotorowej poza połączeniem uskuteczniamy łatwo przy zastosowaniu skombinowanych łubków.

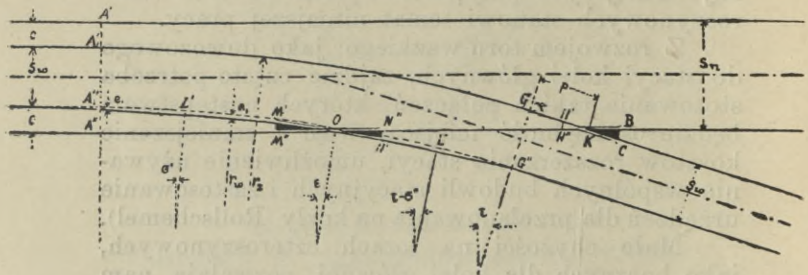
W ostatnich czasach znalazły połączenia torów czteroszynowych obszerne zastosowanie na stacyi Tryest—St. Andrae, jako początkowej dla linii wązkotorowej Tryest-Parenzo.

Sposób przeprowadzenia rachunku i znakowanie wzorowałem na znanem dziele prof. Skibińskiego: „Połączenia torów“ część I., na które to dzieło w pracy mej tak często się powołuję, że nadal nazywam je krótko: dziełem.

Dla każdego przypadku przeprowadzam obliczenie przykładu, z których kilka znajdzie czytelnik przedstawionych na arkuszu 800/*0* normaliów austryackich kolei państwowych.

I. Wyłączenie toru kolei wązkotorowej z prostego toru czteroszynowego. (Rys. 1).

Celem uzyskania jak najkrótszego układu i możliwie wielkiego kąta ε dla krzyżownicy po-



Rys. 1.

dwójnej *0* obierać będziemy dopuszczalnie małe promienie r.

Obliczenie toku zewnętrznego.

Uwzględniwszy, że $c=\frac{s_n-s_w}{2}$, otrzymamy z rzutu linii $A_1'G'K$ na kierunek $A_1'A''$ równanie:

a) ...... $s_w+c=r_z\,(1-\cos\tau)+p\sin\tau$.

Z trzech niewiadomych r_z, p i τ obierzemy r_z w najmniejszej dopuszczalnej wartości, oraz p, a obliczymy kąt τ. Podstawiając w równaniu *a)* $\operatorname{tg}\varphi=\frac{r_z}{p}$, otrzymamy wzór dla kąta τ:

$$1) \; \ldots\ldots\; \sin(\varphi-\tau)=\frac{2r_z-s_n-s_w}{2p}\cos\varphi.$$

Dla obliczonego kąta τ obliczymy na razie wartość dla przedniej prostej krzyżownicy k' z wzoru 15 *a)* dzieła i zaokrąglimy kąt τ na mniejszą lub większą liczbę, zależnie od tego, czy obliczone k' jest większe lub mniejsze od obranego p. W ten sposób ograniczymy wartość na p prawie do wielkości k', co na podstawie uwag § 6 dzieła jest dopuszczalne, a w naszym przypadku ze względu na odsunięcie punktu G'' od krzyżownicy podwójnej *0* pożądane.

Dla zaokrąglonego kąta τ (względnie stosunku skrzyżowania n) obliczymy p z wzoru *a)*.

$$2) \; \ldots\ldots\; p=\frac{s_n+s_w-2r_z(1-\cos\tau)}{2\sin\tau}.$$

Gdyby krzyżownica K, a tem samem kąt τ były dane, natenczas dla obranego promienia r_z obliczymy p wprost z wzoru 2).

Obliczenie wartości k' i k'' dla krzyżownicy pojedyńczej K przeprowadzimy podług wzorów 15 *a* i *b* dzieła.

Długość toku $A_1'H'$ obliczymy z wzoru:

$$3) \; \ldots\ldots\; A_1'H'=r_z \operatorname{arc}\tau+p-k'.$$

Obliczenie toku wewnętrznego.

Wewnętrzny tok toru wązkiego urobimy podług zasad § 8 dzieła, przy zastosowaniu stałego rozszerzenia, które nazwijmy e_1. Jeśli nazwiemy jeszcze dopuszczalne rozszerzenie prostego toru wązkiego przez e'_1, to możemy napisać wzory dla długości stycznych $A_1''L'$ i $L''G''$, oraz kątów σ' i σ'':

$$4) \; \ldots \left| \begin{array}{ll} A_1''L'=\sqrt{2r_w(e_1-e_1')}; & \operatorname{tg}\sigma'=\sqrt{\dfrac{2(e_1-e_1')}{r_w}} \\ L''G''=\sqrt{2\,r_w e_1}; & \operatorname{tg}\sigma''=\sqrt{\dfrac{2\,e_1}{r_w}}, \end{array} \right.$$

przyczem $r_w=r_z-s_w-e_1$.

Rozszerzenie e'_1 zastosowane w punkcie A_1'' zagubimy wstecz na długości jednej szyny.

Wartość dla kąta skrzyżowania ε obliczymy z wzoru:

$$5) \ldots\ldots \cos\varepsilon = \frac{2r_w - s_n + s_w + 2e_1}{2r_w}$$

a odległość punktu 0 od początku układu z wzoru:

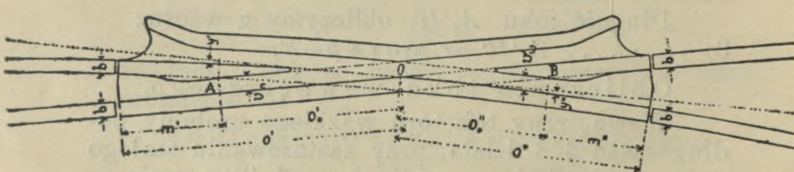
$$6) \ldots\ldots\ldots\ldots A''0 = r_w \sin\varepsilon.$$

Dla obliczenia długości toków napiszemy wzory:

$$7) \ldots\ldots \begin{cases} A''K = r_z \sin\tau + p\cos\tau. \\ A''M'' = r_w \sin\varepsilon - 0'. \\ N''H'' = A''K \quad A''0 - 0'' - k'. \\ A_1''M' = r_w \operatorname{arc}(\varepsilon - \sigma') + A_1''L' - 0'. \\ N'G'' = r_w \operatorname{arc}(\tau - \varepsilon - \sigma'') + L''G'' - 0''. \end{cases}$$

Obliczenie wymiarów krzyżownicy podwójnej 0. (Rys. 2).

Nazwijmy A i B punkty, w których dzióby uzyskują szerokość głowy szyny b; nazwijmy dalej



Rys. 2.

v_n szerokość żłobka dla prostego toru normalnego; v_w szerokość żłobka dla prostego toru wązkiego, v'_w rozszerzoną szerokość żłobka dla toru wązkiego z powodu łuku, wreszcie y' i y'' strzałki toku łukowego w punktach A i B, to z rysunku 2. odczytamy następujące relacye:

8) .... $O'_o = \frac{v_n + b + y'}{n}$; $O''_o = \frac{v'_w + b - y''}{n}$

przyczem $v'_w = v_w + e_1$; $n = \operatorname{tg}\varepsilon$; $y' = \frac{O_o'^2}{2r_w}$; $y'' = \frac{O_o''^2}{2r_w}$.

Z wzorów $O_o' = \frac{v_n + b}{n}$ i $O_o'' = \frac{v'_w + b}{n}$ obliczymy przybliżone wartości dla O_o' i O_o''; dla tak uzyskanych wartości obliczymy y' i y'', poczem O_o' i O_o'' z wzorów 8), a gdy rachunek powtórzymy, otrzymamy wyniki zadowalniające.

Aby uzyskać miejsce dla śrub na łączniki, przedłużamy krzyżownicę poza punkty A i B o pewne wymiary m' i m'', tak, że ostatecznie otrzymamy wzory na długość krzyżownicy:

9) .... $O' = O_o' + m'$; $O'' = O_o'' + m''$.

Wymiary m' i m'' bywają obierane w granicach od 50 do 350 m/m, przyczem granice te odpowiadają mniejwięcej kątom od 3 do 6^0.

P r z y k ł a d : Dana krzyżownica pojedyncza $K: \tau = 10^0$; $k' = 0{\cdot}750\,m$; $k'' = 1{\cdot}250\,m$; oraz promień zakrzywienia toru wązkiego $r = 60\,m$, $r_s = 60{\cdot}38\,m$. Z wzoru 2) obliczone $p = 1{\cdot}038\,m$. Długość toku $A_1'H'$ z wzoru 3) $A_1'H' = 60{\cdot}38\,arc\,10^0 + 1{\cdot}038 - 0{\cdot}750 = 10{\cdot}826\,m$. Przyjmijmy $e_1 = 20 m/m$, $e_1' = 6\,m/m$, to otrzymamy: $r_w = 60{\cdot}38 - 0{\cdot}760 - 0{\cdot}020 = 59{\cdot}60\,m$, a z wzorów 4) $A_1''L' = \sqrt{2 \times 59{\cdot}60\,(0{\cdot}020 - 0{\cdot}006)} = 1{\cdot}292\,m$, $\sigma' = 1^0 14' 30''$; $L''G'' = \sqrt{2 \times 59{\cdot}60 \times 0{\cdot}020} = 1{\cdot}544\,m$, $\sigma'' = 1^0 29' 2''$. Wartość dla kąta ε z wzoru 5) $\cos\varepsilon = \frac{2 \times 59{\cdot}60 - 1{\cdot}435 + 0{\cdot}760 + 0{\cdot}040}{2 \times 59{\cdot}60}$; $\varepsilon = 5^0 55' 0''$, a z wzoru 6) $A''O = 59{\cdot}60 \sin 5^0 55' = 6.144\,m$. Dla $v_n = 45 m/m$; $v_w = 35\,m/m$; $b = 57\,m/m$ otrzymujemy: $v'_w = 35 + 20 = 55\,m/m$. Przybliżone wartości dla O_0' i O_0'':

$$O_0' = \frac{0{\cdot}045 + 0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 5^0 55'} = 0{\cdot}98\,m. \quad O_0'' = \frac{0{\cdot}055 + 0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 5^0 55'} =$$

$= 1\cdot08\,m.$ $y' = \dfrac{0\cdot98^2}{2\times59\cdot60} = 9\,m/m.$ $y'' = \dfrac{1\cdot08^2}{2\times59\cdot60} =$
$= 10\,m/m.$ Z wzorów 8) dokładniejsze $0_0{}' =$
$$= \frac{0\cdot045+0\cdot057+0\cdot009}{\mathrm{tg}\ 5^0 55'} = 1\cdot07\,m.$$
$0_0{}'' = \dfrac{0\cdot055+0\cdot057-0\cdot010}{\mathrm{tg}\ 5^0 55'} = 0\cdot98\ m.$ Dokładniejsze
$y' = \dfrac{1\cdot07^2}{2\times59\cdot60} = 0\cdot010\,m.$ $y'' = \dfrac{0\cdot98^2}{2\times59\cdot60} = 0\cdot009\,m.$ Do-
kładne $0_0{}' = \dfrac{0\cdot045+0\cdot057+0\cdot010}{\mathrm{tg}\ 5^0 55'} = 1\cdot08\,m.$
$0_0{}'' = \dfrac{0\cdot055+0\cdot057-0\cdot009}{\mathrm{tg}\ 5^0 55'} = 0\cdot99\,m.$ Przyjmując
$m' = 0\cdot32\,m$; $m'' = 0\cdot31\,m$ otrzymamy z wzorów 9) $0' = 1\cdot08+0\cdot32 = 1\cdot400\,m.$ $0'' = 0\cdot99+0\cdot31 = 1\cdot300\,m.$ Długość toków z wzorów 7) $A''K = 60\cdot38 \sin 10^0 + 1\cdot038 \cos 10^0 = 11\cdot507\,m.$ $A''M'' = 59\cdot60 \sin 5^0 55' - 1\cdot400 = 4.699\ m.$ $N''H'' = 11\cdot507 - 6\cdot144 - 1\cdot300 - 0\cdot750 = 3\cdot268\ m.$ $A_1{}''M' = 59\cdot60 \operatorname{arc} (5^0 55' - 1^0 14' 30'') + 1\cdot292 - 1\cdot400 = 4\cdot710\,m.$ $N'\ G'' = 59\cdot60 \operatorname{arc} (10^0 - 5^0 55' - 1^0 29' 2'') + 1\cdot544 - 1\cdot300 = 2\ 898\ m.$

II. Wyłączenie toru normalnego z prostego toru czteroszynowego. (Rys. 3).

Zazwyczaj dana jest krzyżownica K, oraz promień zakrzywienia toru normalnego R, a obliczymy długość prostej p z wzoru 2) wprowadzając wartość R_z zamiast r_z.

Gdybyśmy mieli swobodę obioru kąta τ, natenczas obierzemy jeszcze promień R, a obliczenie przeprowadzimy dla najmniejszości p, jak w przypadku I.

Obliczenie podwójnej krzyżownicy 0.

Dla kąta skrzyżowania ε otrzymamy wzór:

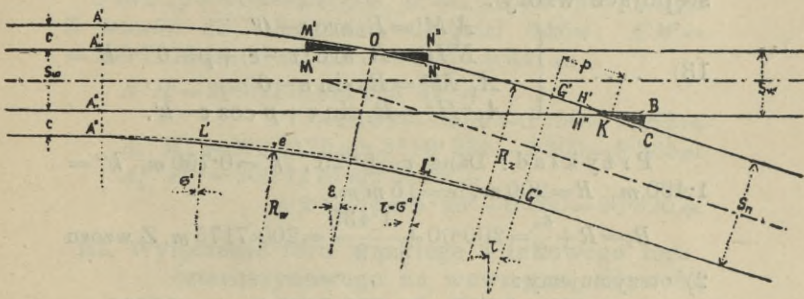
10) .... $\cos \varepsilon = \dfrac{R_z - c}{R_z}$

a odległość punktu skrzyżowania O od początku układu obliczymy z wzoru:

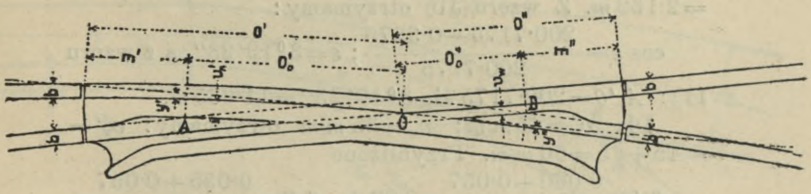
11) .... $A_1{}'O = R_z \sin \varepsilon$.

Obliczenie wymiarów krzyżownicy podwójnej O. (Rys. 4).

Mamy tu do czynienia z przecięciem łukowego toku toru normalnego z prostym tokiem toru wązkiego.



Rys. 3.



Rys. 4.

Zachowując znakowanie i tok rachunku, jak w przypadku I., gdy jeszcze nazwiemy v'_n szerokość rozszerzoną żłobka w torze normalnym:

$$v_n' = v_n + e,$$

przyczem e jest rozszerzeniem toru normalnego w łuku, to napiszemy następujące wzory:

$$12) \ldots\ldots \begin{cases} y' = \dfrac{O_0'^2}{2R_z}, & y'' = \dfrac{O_0''^2}{2\,R_z} \\ O_0' = \dfrac{v_n' + b + y'}{n}, & O_0'' = \dfrac{v_w + b - y''}{n} \\ O' = O_0' + m', & O'' = O_0'' + m''. \end{cases}$$

Tok wewnętrzny toru normalnego przeprowadzimy, jak w przypadku I., stosując stałe rozszerzenie toru e.

Dla obliczenia długości toków ustawimy następujące wzory:

$$13) \ldots\ldots \begin{cases} A'M' = R_z \operatorname{arc} \varepsilon - O' \\ N'H' = R_z \operatorname{arc} (\tau - \varepsilon) + p - O'' - k' \\ A_1'M'' = R_z \sin \varepsilon - O' \\ A_1''H'' = R_z \sin \tau + p \cos \tau - k'. \end{cases}$$

Przykład: Dane $\tau = 5^0 25'$, $k' = 0{\cdot}750\,m$, $k'' = 1{\cdot}490\,m$, $R = 200\,m$, $e = 15\,m/m$.

$$R_z = R + \frac{s_n}{2} = 200{\cdot}00 + \frac{1{\cdot}435}{2} = 200{\cdot}7175\,m.$$ Z wzoru 2) otrzymujemy:

$$p = \frac{1{\cdot}435 + 0{\cdot}760 - 2 \times 200{\cdot}7175\,(1 - \cos 5^0 25')}{2 \sin 5^0 25'} =$$

$= 2{\cdot}132\,m$. Z wzoru 10) otrzymamy:

$$\cos \varepsilon = \frac{200{\cdot}7175 - 0{\cdot}3375}{200{\cdot}7175}; \ \varepsilon = 3^0\,19'\,23'',$$ a z wzoru 11): $A_1'O = 200{\cdot}7175 \sin 3^0\,19'\,23'' = 11{\cdot}635\,m$.

Dla $v_n = 45\,m/m$; $v_w = 35\,m/m$ otrzymamy: $v_n' = 45 + 15 = 60\,m/m$. Przybliżone

$$O_0' = \frac{0{\cdot}060 + 0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 3^0\,19'\,23''} = 2{\cdot}02\,m. \quad O_0'' = \frac{0{\cdot}035 + 0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 3^0\,19'\,23''} =$$

$= 1{\cdot}58\,m$. Z wzorów 12) mamy:

$$y' = \frac{2{\cdot}02^2}{2 \times 200{\cdot}7175} = 10\,mm; \ y'' = \frac{1{\cdot}58^2}{2 \times 200{\cdot}7175} = 6\,m/m.$$

Dokładniejsze

$$O_0' = \frac{0{\cdot}060 + 0{\cdot}057 + 0{\cdot}010}{\operatorname{tg} 3^0\,19'\,23''} = 2{\cdot}19\,m.$$

$$0_0'' = \frac{0{\cdot}035 + 0{\cdot}057 - 0{\cdot}006}{\operatorname{tg} 3^0 19' 23''} = 1{\cdot}48\, m.$$

$$y' = \frac{2{\cdot}19^2}{2 \times 200{\cdot}7175} = 12\, m/m;\ y'' = \frac{1{\cdot}48^2}{2 \times 200{\cdot}7175} =$$

$= 6\, m/m$. Dokładne $0_0' = \frac{0{\cdot}060 + 0{\cdot}057 + 0{\cdot}012}{\operatorname{tg} 3^0 19' 23''} = 2\ 22\, m.$

$0_0'' = \frac{0{\cdot}035 + 0{\cdot}057 - 0{\cdot}006}{\operatorname{tg} 3^0 19' 23''} = 1{\cdot}48\, m.$ Przyjmując $m' = m'' = 8\, cm$ otrzymamy:

$$0' = 2{\cdot}22 + 0{\cdot}08 = 2{\cdot}300\, m.\quad 0'' = 1{\cdot}48 + 0{\cdot}08 = 1{\cdot}560\, m.$$

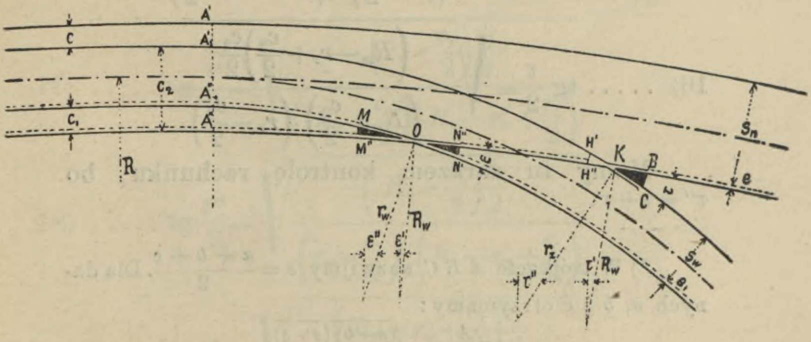
Z wzorów 13) otrzymamy długości toków: $A'M' = 200{\cdot}7175 \operatorname{arc} 3^0 19' 23'' - 2{\cdot}300 = 9{\cdot}341\, m.$

$$N'H' = 200{\cdot}7175 \operatorname{arc} 2^0 5' 37'' + 2{\cdot}132 - 1{\cdot}560 - 0{\cdot}750 = 7{\cdot}156\, m.$$

$$A_1' M'' = 200{\cdot}7175 \sin 3^0 19' 23'' - 2{\cdot}300 = 9{\cdot}335\, m.$$

$$A_1'' H'' = 200{\cdot}7175 \sin 5^0 25' + 2{\cdot}132 \cos 5^0 25' - 0{\cdot}750 = 20{\cdot}320\, m.$$

III. Wyłączenie toru wązkiego z łukowego toru czteroszynowego na wewnątrz. (Rys. 5).



Rys. 5.

Uważajmy punkt A, w którym tor wązki zmienia wielkość promienia z R na r, za początek układu, a promień R w tym punkcie wykreślony, nazwijmy promieniem głównym.

Dla rozszerzeń e toru normalnego i e_1 dla toru wązkiego napiszemy następujące równania:

$$R_z = R + \frac{s_n}{2};\ R_w = R - \frac{s_n}{2} - e;\ r_z = r + \frac{s_w}{2};\ r_w = r - \frac{s_w}{2} - e_1;$$

$$c = \frac{s_n - s_w}{2};\quad c_1 = \frac{s_n - s_w + 2e - 2e_1}{2};\quad c_2 = \frac{s_n + s_w + 2e}{2};$$

$$\Delta = R_w - r_z + c_2 = R_w - r_w + c_1.$$

Z trójkąta $K\,M\,M_1$ (rys. 5 a), w którym znane są wszystkie boki*), a mianowicie: R_w, r_z i Δ obliczymy:

$$14)\ \ldots\ldots \operatorname{tg}\frac{\tau'}{2} = \sqrt{\frac{\left(r_z - \frac{c_2}{2}\right)\frac{c_2}{2}}{\left(R_w + \frac{c_2}{2}\right)\left(R_w - r_z + \frac{c_2}{2}\right)}}$$

$$15)\ \ldots\ldots \operatorname{tg}\frac{\tau''}{2} = \sqrt{\frac{\left(R_w + \frac{c_2}{2}\right)\frac{c_2}{2}}{\left(r_z - \frac{c_2}{2}\right)\left(R_w - r_z + \frac{c_2}{2}\right)}}$$

$$16)\ \ldots\ldots \operatorname{tg}\frac{\tau}{2} = \sqrt{\frac{\left(R_w - r_z + \frac{c_2}{2}\right)\frac{c_2}{2}}{\left(R_w + \frac{c_2}{2}\right)\left(r_z - \frac{c_2}{2}\right)}}$$

Mamy tu zarazem kontrolę rachunku, bo $\tau'' = \tau + \tau'$.

---

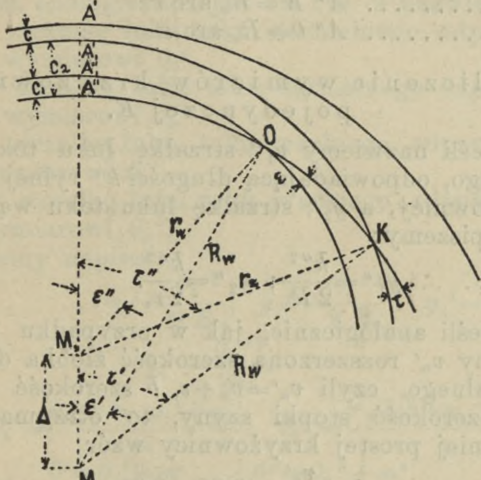
*) W trójkącie $A\,B\,C$ nazwijmy $s = \frac{a+b+c}{2}$. Dla danych a, b i c otrzymamy:

$$\operatorname{tg}\frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{s(s-a)}}$$

$$\operatorname{tg}\frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(s-a)(s-c)}{s(s-b)}}$$

$$\operatorname{tg}\frac{C}{2} = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)}{s(s-c)}}$$

Podobnie otrzymamy z trójkąta $O\,M\,M_1$ którego bokami są r_w, R_w i Δ



Rys. 5 a.

$$17) \;\ldots\ldots\; \operatorname{tg}\frac{\varepsilon'}{2}=\sqrt{\frac{\left(r_w-\frac{c_1}{2}\right)\frac{c_1}{2}}{\left(R_w+\frac{c_1}{2}\right)\left(R_w-r_w+\frac{c_1}{2}\right)}}$$

$$18) \;\ldots\ldots\; \operatorname{tg}\frac{\varepsilon''}{2}=\sqrt{\frac{\left(R_w+\frac{c_1}{2}\right)\frac{\acute{c}_1}{2}}{\left(r_w-\frac{c_1}{2}\right)\left(R_w-r_w+\frac{c_1}{2}\right)}}$$

$$19) \;\ldots\ldots\; \operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{2}=\sqrt{\frac{\left(R_w-r_w+\frac{c_1}{2}\right)\frac{c_1}{2}}{\left(R_w+\frac{c_1}{2}\right)\left(r_w-\frac{c_1}{2}\right)}}$$

skąd kontrola rachunku, bo $\varepsilon''=\varepsilon+\varepsilon'$.

Ustalenie położenia punktów K i O otrzymamy przy pomocy równań:

20) .... $A'' K = R_w \operatorname{arc} \tau'$

21) .... $A'' O = R_w \operatorname{arc} \varepsilon'$

Obliczenie wymiarów krzyżownicy pojedynczej K.

Jeśli nazwiemy y_1'' strzałkę łuku toku normalnego, odpowiadającą długości k'' tylnej prostej krzyżownicy, a y_2'' strzałkę łuku toku wązkiego, to napiszemy:

22) ...... $y_1'' = \frac{k''^2}{2 R_w}$; $y_2'' = \frac{k''^2}{2 r_z}$.

Jeśli analogicznie, jak w przypadku II. nazwiemy v_n' rozszerzoną szerokość żłobka dla toru normalnego, czyli $v_n' = v_n + e$, b szerokość głowy, a b' szerokość stopki szyny, to otrzymamy dla przedniej prostej krzyżownicy wzór:

23) .... $k' = \frac{v_n'}{n} + (0{\cdot}20 - 0{\cdot}35\, m)$

zaś dla tylnej prostej krzyżownicy

24) ...... $\begin{cases} k'' \geqq \dfrac{2b + y_1'' - y_2''}{n} \text{ albo} \\ k'' \leqq \dfrac{b + b' + y_1'' - y_2''}{n}. \end{cases}$

Dla przybliżonych wartości dla k'', obliczonych z wzorów $k'' \geqq \frac{2b}{n}$ albo $k'' \leqq \frac{b + b'}{n}$ obliczymy y_1'' i y_2'' z wzorów 22), poczem k'' z wzorów 24). Powtarzając rachunek otrzymamy wyniki dokładne.

Obliczenie wymiarów krzyżownicy podwójnej O.

Krzyżownica ta należy do typu przedstawionego na rys. 2.

Obydwa toki są zakrzywione i skręcają w tę samą stronę.

Jeśli analogicznie, jak na rys. 2 nazwiemy:

y_1' strzałkę łuku toku normalnego odpowiadającą wymiarowi $0_0'$

y_1'' strzałkę łuku toku normalnego odpowiadającą wymiarowi $0_0''$

y_2' strzałkę łuku toku wązkiego odpowiadającą wymiarowi $0_0'$

y_2'' strzałkę łuku toku wązkiego odpowiadającą wymiarowi $0_0''$,

to możemy napisać:

25) .... $y_1' = \frac{0_0'^2}{2 R_w}$; $y_1'' = \frac{0_0''^2}{2 R_w}$; $y_2' = \frac{0_0'^2}{2 r_w}$;

$$y_2'' = \frac{0_0''^2}{2 r_w}.$$

26) .. $0_0' = \frac{v_n' + b - y_1' + y_2'}{n}$; $0_0'' = \frac{v'_w + b + y_1'' - y_2''}{n}$

27) ..... $0' = 0_0' + m'$ $\quad 0'' = 0_0'' + m''$.

Tok rachunku analogiczny, jak w przypadku I.

O b l i c z e n i e d ł u g o ś c i t o k ó w przeprowadzimy według wzorów:

28) ......
$$\begin{cases} A_1'\, H' = r_z \operatorname{arc} \tau'' - k' \\ A_1''\, M' = r_w \operatorname{arc} \varepsilon'' - 0' \\ A''\, M'' = R_w \operatorname{arc} \varepsilon' - 0' \\ N''\, H'' = R_w \operatorname{arc} (\tau' - \varepsilon') - 0'' - k'. \end{cases}$$

Gdybyśmy chcieli wprowadzić krzyżownicę pojedynczą K o danym kącie skrzyżowania τ, natenczas przy danym promieniu toru normalnego R obliczymy promień toru wązkiego r.

Z trójkąta $K M M_1$ (rys. 5 *a*) otrzymamy

a) ..... $\Delta^2 = R_w^2 + r_z^2 - 2 R_w r_z \cos \tau$

Dla $\Delta = R_w - r_z + c_2$ otrzymamy po podstawieniu tej wartości w równaniu *a)* ostateczny wzór:

29) ...... $r_z = \frac{(2 R_w + c_2)\, c_2}{2 R_w (1 - \cos \tau) + 2 c_2}$

Wartość kątów τ' i τ'' otrzymamy z wzorów:

30) ...... $\operatorname{tg} \tau' = \frac{r_z \sin \tau}{R_w - r_z \cos \tau}$

31) ...... $\tau'' = \tau + \tau'$.

Obliczenie kątów ε, wymiarów krzyżownicy podwójnej i długości toków przeprowadzimy podług wzorów 17—21) i 25—28).

Przykład: Dane: $R = 300\,m$, $r = 100\,m$, $e = e_1 = 15\,m/m$.

Otrzymujemy: $R_z = 300{\cdot}000 + \frac{1{\cdot}435}{2} = 300{\cdot}7175\,m$. $R_w = 300 - \frac{1{\cdot}435}{2} - 0{\cdot}015 = 299\,2675\,m$. $r_z = 100 + \frac{0{\cdot}760}{2} = 100{\cdot}380\,m$. $r_w = 100 - \frac{0{\cdot}760}{2} - 0{\cdot}015 = 99{\cdot}605\,m$. $c_1 = \frac{1\,435 - 0{\cdot}760}{2} = 0{\cdot}3375\,m$. $c_2 = \frac{1{\cdot}435 + 0{\cdot}760 + 2 \times 0{\cdot}015}{2} = 1\,1125\,m$. Dla obliczenia kątów τ, τ' i τ'' otrzymamy: $r_z - \frac{c_2}{2} = 100{\cdot}380 - 0{\cdot}55625 = 99{\cdot}82375$; $\frac{c_2}{2} = 0{\cdot}55625\,m$; $R_w + \frac{c_2}{2} = 299{\cdot}2675 + 0{\cdot}55625 = 299{\cdot}82375\,m$. $R_w - r_z + \frac{c_2}{2} = 299{\cdot}2675 - 100{\cdot}380 + 0{\cdot}55625 = 199{\cdot}44375m$, a z wzorów 14—16):

$$\operatorname{tg} \frac{\tau'}{2} = \sqrt{\frac{99{\cdot}82375 \times 0{\cdot}55625}{299{\cdot}82375 \times 199{\cdot}44375}}; \quad \tau' = 3^0\,29'\,27'';$$

$$\operatorname{tg} \frac{\tau''}{2} = \sqrt{\frac{299{\cdot}82375 \times 0{\cdot}55625}{99{\cdot}82375 \times 199{\cdot}44375}}; \quad \tau'' = 10^0\,27'\,32''.$$

$$\operatorname{tg} \frac{\tau}{2} = \sqrt{\frac{199{\cdot}44375 \times 0{\cdot}55625}{299{\cdot}82375 \times 99{\cdot}82375}}; \quad \tau = 6^0\,58'\,5''.$$

Dla kątów ε, ε' i ε'' otrzymamy: $\frac{c_1}{2}=0{\cdot}16875\,m.$

$r_w-\frac{c_1}{2}=99{\cdot}605-0{\cdot}16875=99{\cdot}43625$; $R_w+\frac{c_1}{2}=$ $=299{\cdot}2675+0{\cdot}16875=299{\cdot}43625$; $R_w-r_w+\frac{c_1}{2}=$ $=199{\cdot}83125.$

$$\mathrm{tg}\,\frac{\varepsilon'}{2}=\sqrt{\frac{99{\cdot}43625\times0{\cdot}16875}{299{\cdot}43625\times199{\cdot}83125}},\quad \varepsilon'=1^0 55'\,07'';$$

$$\mathrm{tg}\,\frac{\varepsilon''}{2}=\sqrt{\frac{299{\cdot}43625\times0{\cdot}16875}{99{\cdot}43625\times199{\cdot}83125}},\quad \varepsilon''=5^0 46'\,25'';$$

$$\mathrm{tg}\,\frac{\varepsilon}{2}=\sqrt{\frac{199{\cdot}83125\times0{\cdot}16875}{299{\cdot}43625\times99{\cdot}43625}},\quad \varepsilon=3^0 51'\,18''.$$

Dla ustalenia położenia punktów K i O mamy z wzorów 20) i 21): $A''K=299{\cdot}2675\times\mathrm{arc}\,3^0 29'\,27''=18{\cdot}233\,m.$ $A''O=299{\cdot}2675\times\mathrm{arc}\,1^0 55'\,7''=10{\cdot}021\,m.$

Dla krzyżownicy pojedynczej otrzymamy z wzoru 23): $k'=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}015}{\mathrm{tg}\,6^0 58'\,5''}+0{\cdot}31=0{\cdot}800\,m.$

Przybliżona wartość dla $k''=\frac{0{\cdot}057+0{\cdot}110}{\mathrm{tg}\,6^0 58'\,5''}=$ $=1{\cdot}37\,m.$ Z wzorów 22) otrzymamy

$$y_1''=\frac{1{\cdot}37^2}{2\times299{\cdot}2675}=3\,m/m.\quad y_2''=\frac{1{\cdot}37^2}{2\times100{\cdot}380}=$$

$=9\,m/m.$ Z wzoru 24) otrzymamy

$$k''=\frac{0{\cdot}057+0{\cdot}110+0{\cdot}003-0{\cdot}009}{\mathrm{tg}\,6^0 58'\,5''}=1{\cdot}32\,m.$$

Wartości y_1'' i y_2'' się nie zmienią, więc $k''=1{\cdot}320\,m$ pozostaje.

Dla krzyżownicy podwójnej O otrzymamy przybliżone wartości dla $O_0'=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}015+0{\cdot}057}{\mathrm{tg}\,3^0 51'\,18''}=$ $=1{\cdot}74\,m.$ $O_0''=\frac{0{\cdot}035+0{\cdot}015+0{\cdot}057}{\mathrm{tg}\,3^0 51'\,18''}=1{\cdot}59\,m.$

Z wzorów 25) otrzymujemy: $y_1' = \frac{1 \cdot 74^2}{2 \times 299 \cdot 27} = 5\, m/m.$ $y_1'' = \frac{1 \cdot 59^2}{2 \times 299 \cdot 27} = 4\, m/m;$ $y_2' = \frac{1 \cdot 74^2}{2 \times 99 \cdot 605} = 15\, m/m;$ $y_2'' = \frac{1 \cdot 59^2}{2 \times 99 \cdot 605} = 13\, m/m.$ Z wzorów 26) otrzymamy: $0_0' = \frac{0 \cdot 060 + 0 \cdot 057 - 0 \cdot 005 + 0 \cdot 015}{\operatorname{tg} 3^0 51' 18''} = 1 \cdot 88\, m;$ $0_0'' = \frac{0 \cdot 050 + 0 \cdot 057 + 0 \cdot 004 - 0 \cdot 013}{\operatorname{tg} 3^0 51' 18''} = 1 \cdot 45\, m.$

Powtarzając rachunek otrzymamy: $y_1' = \frac{1 \cdot 88^2}{2 \times 299 \cdot 27} = 6\, m/m;$ $y_1'' = \frac{1 \cdot 45^2}{2 \times 299 \cdot 27} = 4\, m/m.$ $y_2' = \frac{1 \cdot 88^2}{2 \times 99 \cdot 605} = 18\, m/m;$ $y_2'' = \frac{1 \cdot 45^2}{2 \times 99 \cdot 605} = 11\, m/m.$

$$0_0' = \frac{0 \cdot 117 - 0 \cdot 006 + 0 \cdot 018}{\operatorname{tg} 3^0 51' 18''} = 1 \cdot 91\, m;$$

$$0_0'' = \frac{0 \cdot 107 + 0 \cdot 004 - 0 \cdot 011}{\operatorname{tg} 3^0 51' 18''} = 1 \cdot 48\, m..$$ Dokładność wystarczająca. Przyjmując $m' = 0 \cdot 09\, m;$ $m'' = 0 \cdot 12\, m,$ otrzymamy z wzorów 27): $0' = 1 \cdot 91 + 0 \cdot 09 = 2 \cdot 000\, m;$ $0'' = 1 \cdot 48 + 0 \cdot 12\, m = 1 \cdot 600\, m.$ — Długości toków, obrachowane z wzorów 28):

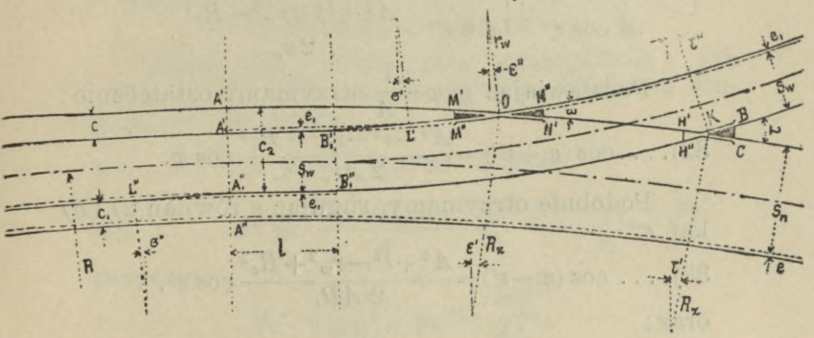
$A_1' H' = 100 \cdot 38 \operatorname{arc} 10^0 27' 32'' - 0 \cdot 800 = 17 \cdot 524\, m;$
$A_1'' M' = 99 \cdot 605 \operatorname{arc} 5^0 46' 25'' - 2 \cdot 000 = 8 \cdot 036\, m;$
$A'' M'' = 299 \cdot 2675 \operatorname{arc} 1^0 55' 7'' - 2 \cdot 000 = 8 \cdot 021\, m;$
$N'' H'' = 299 \cdot 2675 \operatorname{arc} (3^0 29' 27'' - 1^0 55' 7'') - 1 \cdot 600 - 0 \cdot 800 = 5 \cdot 812\, m.$

Dla danego $\tau = 7^0$ otrzymamy z wzoru 29): $r_s = \frac{(2 \times 299 \cdot 2675 + 1 \cdot 1125)\, 1 \cdot 1125}{2 \times 299 \cdot 2675\, (1 - \cos 7^0) + 2 \times 1 \cdot 1125} = 99 \cdot 65\, m,$ podobnie z wzoru 30): $\operatorname{tg} \tau' = \frac{99 \cdot 65 \sin 7^0}{299 \cdot 2675 - 99 \cdot 65 \cos 7^0};$ $\tau' = 3^0 28' 6'',$ a z wzoru 31): $\tau'' = 7^0 + 3^0 28' 6'' =$

$=10^{0} 28' 6''$. — Obliczenie kątów ε, położenia punktów K i O, wymiarów krzyżownic i długości toków, jak powyżej.

IV. Wyłączenie toru wązkiego z łukowego toru czteroszynowego na zewnątrz. (Rys. 6).

Tor normalny przebiega bez zmiany łukiem o promieniu R z rozszerzeniem toru e. Odchyle-



Rys. 6.

nia toru wązkiego dokonamy za pośrednictwem prostej l, poprowadzonej stycznie do łuku w punkcie A. Długość tej prostej podług norm Związku wynosić ma co najmniej 6 *m*. Z końca tej prostej odchylamy tor wązki łukiem o promieniu r, przyczem rozszerzenie toru wynosi e_1.

Z rysunku 6. czytamy: $R_z = R + \frac{s_n}{2}$; $R_w = R - \frac{s_n}{2} - e$; $r_z = r + \frac{s_w}{2}$ $r_w = r - \frac{s_w}{2} - e_1$; $c = \frac{s_n - s_w}{2}$;

$$c_1 = \frac{s_n - s_w + 2e - 2e_1}{2};\quad c_2 = \frac{s_n + s_w}{2}.$$

Z rzutu linii $A'\,O\,A_1'$ na kierunek $A'\,A_1'$ otrzymamy:

a) ..... $c - e_1 = R_z (1 - \cos \varepsilon') + r_w (1 - \cos \varepsilon'')$,
a z rzutu tejże linii na kierunek l równanie:
b) .... $R_z \sin \varepsilon' = l + r_w \sin \varepsilon''$.

Napiszmy to równanie w formie:
a') .... $R_z \cos \varepsilon' = R_z + r_w - c + e_1 - r_w \cos \varepsilon''$,
b) .... $R_z \sin \varepsilon' = l + r_w \sin \varepsilon''$,
podstawmy $A = R_z + r_w - c + e_1$, kwadrujmy obydwa równania i dodajmy, to otrzymamy równanie:

$$A \cos \varepsilon'' - l \sin \varepsilon'' = \frac{A^2 + l^2 + r_w^2 - R_z^2}{2\, r_w}.$$

Podstawiając $tg\, \varphi = \frac{l}{A}$ otrzymamy ostatecznie:

$$32) \ldots \cos(\varphi + \varepsilon'') = \frac{A^2 + l^2 + r_w^2 - R_z^2}{2\, A r_w} \cos \varphi.$$

Podobnie otrzymamy, rugując z równań *a)* i *b)* kąt ε''

$$33) \ldots \cos(\varphi - \varepsilon') = \frac{A^2 + l^2 - r_w^2 + R_z^2}{2\, A R_z} \cos \varphi,$$

oraz:
34) .... $\varepsilon = \varepsilon' + \varepsilon''$, jako kąt skrzyżowania dla krzyżownicy podwójnej 0.

Z rzutu linii $A' K A_1''$ na kierunek $A' A_1''$ otrzymamy:
a) ...... $c_2 = R_z (1 - \cos \tau') + r_z (1 - \cos \tau'')$,
zaś z rzutu tejże linii na kierunek prostej l równanie:
b) ..... $R_z \sin \tau' = r_z \sin \tau'' + l$.

Porządkując równania *a)* i *b)* raz podług τ' a drugi raz podług τ'', kwadrując i sumując po podstawieniu $A = R_z + r_z - c_2$, oraz $\operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{A}$ otrzymamy wzory:

$$35) \ldots \cos(\varphi + \tau'') = \frac{A^2 + l^2 + r_z^2 - R_z^2}{2\, A r_z} \cos \varphi,$$

36) .... $\cos(\varphi-\tau')=\dfrac{A^2+l^2-r_z^2+R_z^2}{2\,AR_z}\cos\varphi$; oraz

37) .... $\tau=\tau'+\tau''$, jako kąt skrzyżowania dla krzyżownicy pojedynczej K.

Dla ustalenia położenia punktów 0 i K napiszemy wzory:

38) .... $A'\,0=R_z\,\mathrm{arc}\,\varepsilon'$

39) .... $A'\,K=R_z\,\mathrm{arc}\,\tau'$.

Obliczenie wymiarów krzyżownicy pojedynczej K.

Zachowując znakowanie analogicznie, jak w przypadku III., otrzymamy dla obliczenia długości k' i k'' wzory:

40) .... $k'=\dfrac{v_n'}{n}+(0{\cdot}20 \quad 0{\cdot}35\,m)$.

41) ...... $k''\geqq\dfrac{2\,b-y_1''-y_2''}{n}\leqq\dfrac{b+b'-y_1''-y_2''}{n}$

przyczem

$$y_1''=\frac{k''^2}{2\,R_z},\quad y_2''=\frac{k''^2}{2\,r_z},$$

a dla przybliżonych wartości na k'' wzór

$$k''\geqq\frac{2\,b}{n}\leqq\frac{b+b'}{n}.$$

Obliczenie wymiarów krzyżownicy podwójnej 0.

Zachowując znakowanie i tok rachunku, jak w przypadku III., otrzymamy dla obliczenia długości $0'$ i $0''$ wzory:

42) ...... $y_1'=\dfrac{0_o'^2}{2\,R_z}$, $y_1''=\dfrac{0_o''^2}{2\,R_z}$, $y_2'=\dfrac{0_o'^2}{2\,r_w}$,

$$y_2''=\frac{0_o''^2}{2\,r_w}.$$

43) .. $0_o'=\dfrac{v_n'+b+y_1'+y_2'}{n}$, $0_o''=\dfrac{v_w'+b+y_1''-y_2''}{n}$

44)....... $0'=0_o'+m'$, $\quad 0''=0_o''+m''$ przyczem dla wyznaczenia przybliżonych wartości na O_o' i O_o'' użyjemy wzorów:

$$O_o' = \frac{v_n' + b}{n}, \quad O_o'' = \frac{v_w' + b}{n}.$$

Na długości prostej l ma być normalna szerokość toru dochowana. Przejście do rozszerzonej szerokości uskutecznimy wprzód zapomocą stycznej $B_1' L'$ a wstecz za pomocą stycznej $A_1'' L''$. Dla długości tych stycznych i odpowiadających im kątów σ' i σ'' otrzymamy wzory:

$$45) \; \ldots\ldots \; B_1' L' = \sqrt{2 r_w e_1}, \quad \operatorname{tg} \sigma' = \sqrt{\frac{2 e_1}{r_w}}.$$

$$46) \; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; A_1'' L'' = \sqrt{2 \left(R - \frac{s_w}{2} - e_1\right) e_1}$$

$$\operatorname{tg} \sigma'' = \sqrt{\frac{2 e_1}{R - \frac{s_w}{2} - e_1}}.$$

Dla obliczenia długości toków napiszemy wzory:

$$47) \; \ldots\ldots \; \begin{cases} A' M' = R_z \operatorname{arc} \varepsilon' - O'. \\ N' H' = R_z \operatorname{arc} (\tau' - \varepsilon') \quad O'' - k'. \\ A_1' M'' = l + B_1' L' + r_w \operatorname{arc} (\varepsilon'' - \sigma') - o'. \\ A_1'' H'' = l + r_z \operatorname{arc} \tau'' - k'. \end{cases}$$

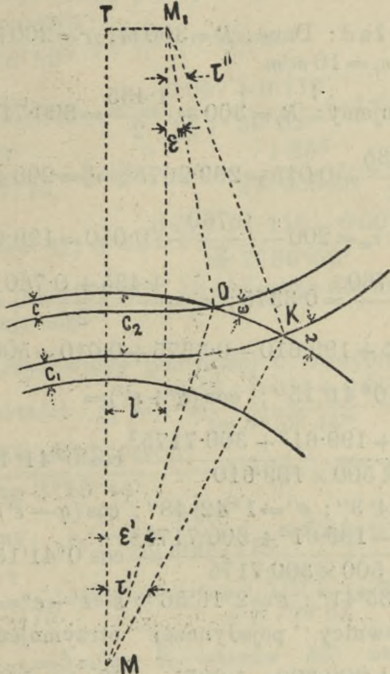
Co do obioru wielkości promienia r należy zauważyć, że ze względu na pożądaną długość układu i wielkość kątów ε i τ przyjmować należy wartości większe, np. 150—200 *m*. Skrócenia długości odgałęzienia dokonamy, stosując poza układem małe promienie r jako łuki koszowe.

Zadanie to może być i tak postawione:

Dla danej krzyżownicy K, a więc danego kąta τ, oraz danego promienia R przeprowadzić rachunek dla stycznej l przy zaokrągleniu promienia r.

Jak z rysunku 6 *a)* widoczne, otrzymujemy z trójkątów $M M_1 T$ i $M M_1 K$ następujące równości:

$$\overline{MM_1}^2 = l^2 + (R_z + r_z - c_2)^2$$
$$\overline{MM_1}^2 = R_z^2 + r_z^2 + 2 R_z r_z \cos \tau.$$



Rys. 6 a.

Z porównania tych dwóch ilości otrzymamy wzór:

$$48) \ldots\ldots r_z = \frac{2 R_z c_2 - l^2 - c_2^2}{2 R_z (1 - \cos \tau) - 2 c_2}.$$

Ponieważ dla obliczenia r_z z równania 48) wprowadzamy l w najmniejszej dopuszczalnej wartości, zaokrąglimy r_z na mniejszą liczbę, a długość l obliczymy z wzoru:

49) ..... $l=\sqrt{2R_z c_2 - c_2{}^2 - r_z[2R_z(1-\cos\tau)-2c_2]}$.

Dalszy rachunek pozostaje niezmieniony, jak wyżej.

Przykład: Dane: $R=300\,m$, $r=200\,m$, $l=6\,m$, $e=15\,m/m$, $e_1=10\,m/m$.

Otrzymujemy: $R_z=300+\frac{1{\cdot}435}{2}=300{\cdot}7175$ $R_w=$ $=300-\frac{1{\cdot}435}{2}-0{\cdot}015=299{\cdot}2675$; $r_z=200+\frac{0{\cdot}760}{2}=$ $=200{\cdot}380$; $r_w=200-\frac{0{\cdot}760}{2}-0{\cdot}010=199{\cdot}610$; $c=$ $=\frac{1{\cdot}435-0{\cdot}760}{2}=0{\cdot}3375$; $c_2=\frac{1{\cdot}435+0{\cdot}760}{2}=1{\cdot}0975$; $A=300{\cdot}7175+199{\cdot}610-0{\cdot}3375+0{\cdot}010=500$; $\operatorname{tg}\varphi=$ $=\frac{6}{500}$; $\varphi=0^0\,41'\,15''$; $\cos(\varphi+\varepsilon'')=$

$$=\frac{500^2+6^2+199{\cdot}61^2+300{\cdot}7175^2}{2\times500\times199{\cdot}610}\cos 0^0\,41'\,15'';$$

$\varphi+\varepsilon''=2^0\,24'\,3''$; $\varepsilon''=1^0\,42'\,48''$; $\cos(\varphi-\varepsilon')=$

$$=\frac{500^2+6^2-199{\cdot}61^2+300{\cdot}7175^2}{2\times500\times300{\cdot}7175}\cos 0^0 41'15'';$$

$-\varphi+\varepsilon'=1^0 35'41''$; $\varepsilon'=2^0 16'56''$; $\varepsilon=\varepsilon'+\varepsilon''=3^0 59'44''$.

Dla krzyżownicy pojedynczej otrzymujemy: $A=$ $=300{\cdot}7175+200{\cdot}380-1{\cdot}0975=500$; $\operatorname{tg}\varphi=\frac{6}{500}$; $\varphi=0^0\,41'\,15''$; $\cos(\varphi+\tau'')=$

$$=\frac{500^2+6^2+200{\cdot}38^2-300{\cdot}7175^2}{2\times500\times200{\cdot}38}\times\cos 0^0 41'15'';$$

$\varphi+\tau''=4^0\,34'\,15''$; $\tau''=3^0\,53'\,0''$; $\cos(\varphi-\tau')=$

$$=\frac{500^2+6^2-200{\cdot}38^2+300{\cdot}7175^2}{2\times500\times300{\cdot}7175}\times\cos 0^0\,41'\,15'';$$

$-\varphi+\tau'=3^0 2' 37''$; $\tau'=3^0 43' 52''$; $\tau=\tau'+\tau''=$ $=7^0 36' 52''$. Dla ustalenia położenia punktów O i K mamy z wzorów 38) i 39):

$$A'O=300{\cdot}7175 \text{ arc } 2^0 16' 56''=11{\cdot}978\,m;$$
$$A'K=300{\cdot}7175 \text{ arc } 3^0 43' 52''=19{\cdot}583\,m.$$

Dla krzyżownicy pojedynczej K mamy z wzoru 40):

$$k'=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}015}{\operatorname{tg} 7^0 36' 52''}+0{\cdot}35=0{\cdot}800\,m.$$

Przybliżone $k''=\dfrac{0{\cdot}057+0{\cdot}110}{\operatorname{tg} 7^0 36' 52''}=1{\cdot}25\,m$; $y_1''=$ $=\dfrac{1{\cdot}25^2}{2\times 300{\cdot}7175}=3\,m/m$; $y_2''=\dfrac{1{\cdot}25^2}{2\times 200{\cdot}38}=4\,m/m.$

Z wzoru 41) $k''=\dfrac{0{\cdot}057+0{\cdot}110-0{\cdot}007}{\operatorname{tg} 7^0 36' 52''}=1{\cdot}200\,m.$ Wartość tę pozostawimy, bo obliczone dla niej y_1'' i y_2'' nie zmieniają się.

Dla krzyżownicy podwójnej O otrzymujemy przybliżone wartości $O_0'=\dfrac{0{\cdot}045+0{\cdot}015+0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 3^0 59' 44''}=1{\cdot}68\,m$; $O_0''=\dfrac{0{\cdot}035+0{\cdot}010+0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 3^0 59' 44''}=1{\cdot}46\,m.$ Z wzorów 42) otrzymujemy: $y_1'=\dfrac{1{\cdot}68^2}{2\times 300{\cdot}7175}=5\,m/m$; $y_1''=$ $=\dfrac{1{\cdot}46^2}{2\times 300{\cdot}7175}=4\,m/m$; $y_2'=\dfrac{1{\cdot}68^2}{2\times 199{\cdot}61}=7\,m/m$; $y_2''=$ $=\dfrac{1{\cdot}46^2}{2\times 199{\cdot}61}=5\,m/m.$ Z wzorów 43) otrzymujemy:

$$O_0'=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}015+0{\cdot}057+0{\cdot}005+0{\cdot}007}{\operatorname{tg} 3^0 59' 44''}=1{\cdot}85\,m;$$
$$O_0''=\frac{0{\cdot}035+0{\cdot}010+0{\cdot}057-0{\cdot}004-0{\cdot}005}{\operatorname{tg} 3^0 59' 44''}=1{\cdot}33\,m.$$

Poprawione: $y_1'=\dfrac{1{\cdot}85^2}{2\times 300{\cdot}7175}=6\,m/m$; $y_1''=$

$= \frac{1 \cdot 33^2}{2 \times 300 \cdot 7175} = 3\, m/m;\ y_2' = \frac{1 \cdot 85^2}{2 \times 199 \cdot 61} = 8\, m/m;\ y_2'' =$
$= \frac{1 \cdot 33^2}{2 \times 199 \cdot 61} = 4\, m/m$. Poprawione:

$$O_0' = \frac{0 \cdot 045 + 0 \cdot 015 + 0 \cdot 057 + 0 \cdot 006 + 0 \cdot 008}{\operatorname{tg}\, 3^0 59' 44''} = 1 \cdot 88\, m;$$

$$O_0'' = \frac{0 \cdot 035 + 0 \cdot 010 + 0 \cdot 057 - 0 \cdot 003 - 0 \cdot 004}{\operatorname{tg}\, 3^0 59' 44''} = 1 \cdot 36\, m.$$

Wartości te pozostawimy.

Dla $m' = 0 \cdot 12\, m$; $m'' = 0 \cdot 14\, m$ otrzymamy z wzorów 44) $O' = 1 \cdot 88 + 0 \cdot 12 = 2 \cdot 000\, m$; $O'' = 1 \cdot 36 + 0 \cdot 14 = 1 \cdot 500\, m$. — Z wzorów 45) i 46) otrzymujemy:

$$B_1' L' = \sqrt{2 \times 199 \cdot 61 \times 0 \cdot 010} = 1 \cdot 998\, m,$$

$$\operatorname{tg} \sigma' = \sqrt{\frac{2 \times 0 \cdot 010}{199 \cdot 61}}, \quad \sigma' = 0^0 34' 25'';$$

$$A_1'' L'' = \sqrt{2 \times 299 \cdot 61 \times 0 \cdot 010} = 2 \cdot 448\, m,$$

$$\operatorname{tg} \sigma'' = \sqrt{\frac{2 \times 0 \cdot 010}{299 \cdot 61}}, \quad \sigma'' = 0^0 28' 5''.$$

Z wzorów 47) mamy długości toków:

$$A' M' = 300 \cdot 7175 \operatorname{arc} 2^0 16' 56'' - 2 \cdot 000 = 9 \cdot 978\, m;$$

$$N' H' = 300 \cdot 7175 \operatorname{arc} (3^0 43' 52'' - 2^0 16' 56'') - 1 \cdot 500 - 0 \cdot 800 = 5 \cdot 305\, m;$$

$$A_1' M'' = 6 \cdot 000 + 1 \cdot 998 + 199 \cdot 61 \times \operatorname{arc} (1^0 42' 48'' - 0^0 34' 25'') - 2 \cdot 000 = 9 \cdot 969 m;$$

$$A_1'' H'' = 6 \cdot 000 + 200 \cdot 38 \operatorname{arc} 3^0 53' 0'' - 0 \cdot 800 = 18 \cdot 781\, m.$$

Dla danego kąta $\tau = 8^0$ otrzymamy przy przyjęciu $R = 300\, m$ i $l = 6\, m$ z wzoru 48)

$$r_z = \frac{2 \times 300 \cdot 7175 \times 1 \cdot 0975 - 6^2 - 1 \cdot 0975^2}{2 \times 300 \cdot 7175 (1 - \cos 8^0) - 2 \times 1 \cdot 0975} = 170 \cdot 48\, m.$$

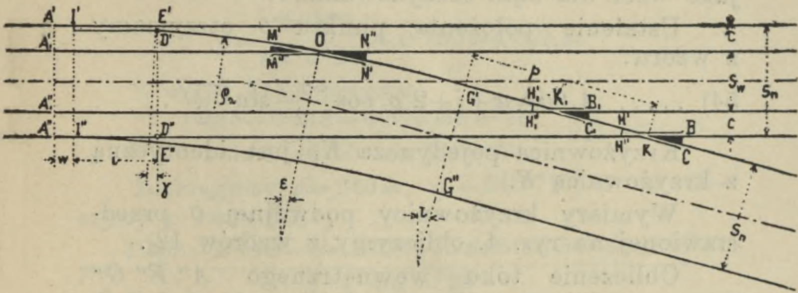
Dla zaokrąglonego $r = 170\, m$, $r_z = 170 \cdot 38\, m$, otrzymamy z wzoru 49)

$$l = \sqrt{2 \times 300 \cdot 7175 \times 1 \cdot 0975 - 170 \cdot 38 [2 \times 300 \cdot 7175 (1 - \cos 8^0) - 2 \times 1 \cdot 0975]} = 6 \cdot 066\, m.$$

Dalszy rachunek jak powyżej.

V. Włożenie toru wązkiego w zasadniczy tor prostego rozjazdu kolei normalnotorowej.

Dla urobienia prostego rozjazdu kolei normalnotorowej mamy dane zwrotnicę $A\,D$ i krzyżownicę K.



Rys. 7.

Najmniejszą długość prostej p otrzymamy z wzoru:

$$50) \ldots\ldots\ p = \frac{c}{\sin\tau} + k'.$$

Z rzutu linii $D'\,0\,G'\,K$ na kierunek $D'\,D''$ otrzymamy równanie:

$$a) \ldots\ldots\ s_n - g_z = \varrho_z(\cos\gamma - \cos\tau) + p\sin\tau.$$

Z tego równania otrzymamy wzór na promień toku zewnętrznego

$$51) \ldots\ldots\ \varrho_z = \frac{s_n - g_z - p\sin\tau}{2\sin\frac{\tau+\gamma}{2}\sin\frac{\tau-\gamma}{2}}.$$

Ponieważ wartość na p wprowadziliśmy tu obliczoną z wzoru 50), a więc dopuszczalną najmniejszą, zaokrąglimy promień ϱ_z na mniejszą liczbę, a zmienioną długość p obliczymy z wzoru:

$$52) \ldots\ldots\ p = \frac{(s_n - g_z) - 2\varrho_z\sin\frac{\tau+\gamma}{2}\sin\frac{\tau-\gamma}{2}}{\sin\tau}.$$

Z rzutu linii $D' O$ na kierunek $D' D''$ otrzymujemy równanie:

$$c - g_z = \varrho_z (\cos \gamma - \cos \varepsilon), \text{ a stąd}$$

53) .... $$\cos \varepsilon = \frac{\varrho_z \cos \gamma - c + g_z}{\varrho_z}.$$

jako wzór dla kąta skrzyżowania ε.

Ustalenie położenia punktu O otrzymamy z wzoru:

54) ..... $$A_1' O = w + i + 2\, \varrho_z \cos \frac{\varepsilon + \gamma}{2} \sin \frac{\varepsilon - \gamma}{2}.$$

Krzyżownica pojedyncza K_1 jest identyczną z krzyżownicą K.

Wymiary krzyżownicy podwójnej O przedstawionej na rys. 4. obliczymy z wzorów 12).

Obliczenie toku wewnętrznego $A'' E'' G''$ przeprowadzimy podług zasad i wzorów § 2. i 8. dzieła

Dla obrachowania długości toków otrzymamy z rys. 7. następujące wzory:

55) ...... $$\left\{ \begin{array}{l} D' M' = \varrho_z \operatorname{arc} (\varepsilon \;\; \gamma) - O'. \\ N' H_1' = \varrho_z \operatorname{arc} (\tau - \varepsilon) + p - \dfrac{c}{\sin \tau} - \\ \qquad - O'' - k'. \\ A_1' M'' = A_1' O \;\; O'. \\ A_1'' H_1'' = w + i + 2\, \varrho_z \cos \dfrac{\tau + \gamma}{2} \sin \dfrac{\tau - \gamma}{2} + \\ \qquad + p \cos \tau - \dfrac{c}{\operatorname{tg} \tau} - k'. \\ D'' H'' = 2\, \varrho_z \cos \dfrac{\tau + \gamma}{2} \sin \dfrac{\tau \;\; \gamma}{2} + \\ \qquad + p \cos \tau - k'. \\ C_1 H' = \dfrac{c}{\sin \tau} - k' - k''. \end{array} \right.$$

P r z y k ł a d. Dane dla rozjazdu kolei normalnotorowej: $w=0{\cdot}302$, $g_s=0{\cdot}118$, $\gamma=2^0 8' 50''$, $i=4{\cdot}700$, $\tau=5^0 25'$, $k'=0{\cdot}750$, $k''=1{\cdot}490$, $e=20\,m/m$

$$c=\frac{1{\cdot}435-0{\cdot}760}{2}=0{\cdot}3375.$$

Z wzoru 50) otrzymujemy:

$$p=\frac{0{\cdot}3375}{\sin 5^0 25'}+0{\cdot}750=4{\cdot}325\,m.$$

Z wzoru 51) obliczymy

$$\varrho_s=\frac{1{\cdot}435-0{\cdot}118-4{\cdot}325 \sin 5^0 25'}{2 \sin 3^0 46' 55'' \sin 1^0 38' 5''}=241{\cdot}46\,m.$$

Zaokrąglimy $\varrho=240\,m$, $\varrho_s=240{\cdot}7175\,m$ a obliczymy z wzoru 52):

$$p=\frac{1{\cdot}435-0{\cdot}118-2\times 240{\cdot}7175 \sin 3^0 46' 55'' \sin 1^0 38' 5''}{\sin 5^0 25'}$$
$$=4{\cdot}355\,m.$$

Z wzoru 53) obliczymy kąt skrzyżowania dla krzyżownicy podwójnej O:

$$\cos \varepsilon=\frac{240{\cdot}7175 \cos 2^0 8' 50'' - 0{\cdot}3375 + 0{\cdot}118}{240{\cdot}7175};\ \varepsilon=$$

$=3^0 15' 21''$, a położenie punktu O z wzoru 54): $A_1' O = 0{\cdot}302+4{\cdot}700+2\times 240{\cdot}7175 \cos 2^0 42' 5{\cdot}5'' \sin 0^0 33' 15_5''=9{\cdot}654\,m.$

Przybliżone wartości dla O_0' i O_0'': $O_0'=$ $=\dfrac{0{\cdot}045+0{\cdot}020+0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 3^0 15' 21''}=2{\cdot}14\,m$; $O_0''=\dfrac{0{\cdot}035+0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 3^0 15' 21''}=$ $=1{\cdot}62\,m$. Z wzorów 12): $y'=\dfrac{2{\cdot}14^2}{2\times 240{\cdot}7175}=10\,m/m$;

$$y''=\frac{1{\cdot}62^2}{2\times 240{\cdot}7175}=5\,m/m.$$

Dokładniejsze: $O_0'=\dfrac{0{\cdot}065+0{\cdot}057+0{\cdot}010}{\operatorname{tg} 3^0 15' 21''}=2{\cdot}32\,m$;

$O_0''=\dfrac{0{\cdot}035+0{\cdot}057-0{\cdot}005}{\operatorname{tg} 3^0 15' 21''}=1{\cdot}53\,m$. Dokładniejsze:

$$y' = \frac{2{\cdot}32^2}{2 \times 240{\cdot}7175} = 11\, m/m; \quad y'' = \frac{1{\cdot}53^2}{2 \times 240{\cdot}7175} = 5\, m/m.$$

Dokładne: $O_0{}' = \frac{0{\cdot}065 + 0{\cdot}057 + 0{\cdot}011}{\operatorname{tg} 3^0 15' 21''} = 2{\cdot}34\, m$; $O_0{}''$ jak przedtem $1{\cdot}53\, m$. Dla $m' = 0{\cdot}06\, m$; $m'' = 0{\cdot}07\, m$, otrzymujemy: $O' = 2{\cdot}34 + 0{\cdot}06 = 2{\cdot}400\, m$; $O'' = 1{\cdot}53 + 0{\cdot}07 = 1{\cdot}600\, m$. Długości toków z wzorów 55): $D'M' = 240{\cdot}7175 \operatorname{arc} 1^0 6' 31'' - 2{\cdot}400 = 2{\cdot}257\, m$; $N'H'_1 = 240{\cdot}7175 \operatorname{arc} 2^0 9' 39'' + 4{\cdot}355 - 4{\cdot}325 - 1{\cdot}600 = 7{\cdot}508\, m$; $A_1{}'M'' = 9{\cdot}654 - 2{\cdot}400 = 7{\cdot}254\, m$; $A_1{}''H_1{}'' = 0{\cdot}302 + 4{\cdot}700 + 2 \times 240{\cdot}7175 \cos 3^0 46' 55'' \sin 1^0 38' 5'' + 4{\cdot}355 \cos 5^0 25' - \frac{0{\cdot}3375}{\operatorname{tg} 5^0 25'} - 0{\cdot}750 = 18{\cdot}733\, m$; $D''H'' = 2 \times 240{\cdot}7175 \cos 3^0 46' 55'' \sin 1^0 38' 5'' + 4{\cdot}355 \cos 5^0 25' - 0{\cdot}750 = 17{\cdot}290\, m$; $C_1 H' = \frac{0{\cdot}3375}{\sin 5^0 25'} - 0{\cdot}750 - 1{\cdot}490 = 1{\cdot}335\, m$.

VI. Włożenie rozjazdu kolei wązkotorowej w prosty tor kolei normalnotorowej.

Obliczenie rozjazdu wązkotorowego przeprowadzimy podług zasad i wzorów § 2—8 dzieła, stosując dla urobienia wewnętrznego toku toru zwrotnego stałe rozszerzenie e_1, czyli, że promień tego toku $\varrho_w = \varrho_z - s_w - e_1$.

Z rysunku 8. widzimy, że, nazywając analogicznie do poprzednich przypadków:

$$c = \frac{s_n - s_w}{2},$$

$$56) \quad \ldots\ldots\ldots \quad p = p_1 + \frac{c}{\sin \tau}.$$

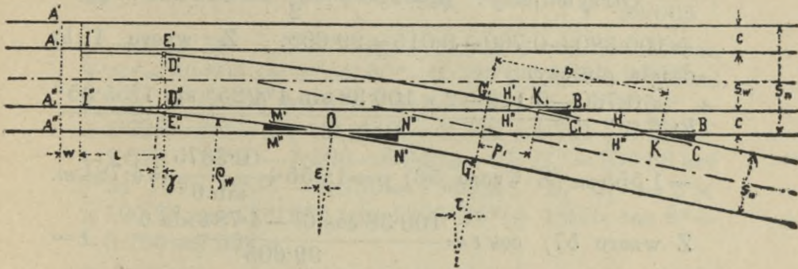
Przedłużmy obydwa toki toru zwrotnego aż do przecięcia się z prostopadłą na tory proste ze środka łuków wykreśloną, to możemy napisać równanie:

$$s_w + e_1 = \varrho_z (1 - \cos \tau) + p \sin \tau \quad \varrho_w (1 - \cos \varepsilon),$$

skąd obliczymy:

$$57) \ldots\ldots \cos \varepsilon = \frac{\varrho_z \cos \tau - p \sin \tau}{\varrho_w}$$

jako wzór dla obliczenia kąta skrzyżowania ε dla krzyżownicy podwójnej 0.



Rys. 8.

Podobnie otrzymamy:

$$58) \ldots\ldots 0\,K = \varrho_s \sin \tau + p \cos \tau - \varrho_w \sin \varepsilon$$

jako wzór dla wyznaczenia położenia punktu 0.

Wymiary krzyżownicy podwójnej 0, przedstawionej na rys. 2 obliczymy podług wzorów 8) i 9).

Długość toków obliczymy podług wzorów:

$$59) \ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} C_1 H' = \dfrac{c}{\sin \tau} - k' - k''. \\ A'' M'' = w + i + 2\,\varrho_z \cos \dfrac{\tau+\gamma}{2} \sin \dfrac{\tau-\gamma}{2} + \\ \quad + p \cos \tau - 0\,K - 0'. \\ N'' H'' = 0\,K - 0'' - k'. \\ N' G'' = \varrho_w \operatorname{arc} (\tau - \varepsilon - \sigma'') + L''\,G'' - 0''. \\ \quad \text{przyczem } \sigma'' \text{ i } L''\,G'' \text{ obliczymy} \\ \quad \text{z wzorów } 18\,a) \text{ i } 18\,b) \text{ dzieła} \\ A_1'' M' = w + i' + E_1'' G'' - N' G'' - 0' - 0'' \\ \quad \text{przyczem } E_1''\,G'' \text{ obrachujemy} \\ \quad \text{z wzoru } 18\,c) \text{ dzieła.} \end{array} \right.$$

Długości toków $D_1' H_1'$ i $D_1'' H_1''$ obliczymy z wzorów 16 *c)* i 17) dzieła.

Przykład. Dane dla rozjazdu kolei wązkotorowej: $w=0{\cdot}302$; $i=4{\cdot}700$; $g_z=0{\cdot}118$; $\gamma=2^0 8' 50''$; $\tau=6^0$; $k'=0{\cdot}750$; $k''=1{\cdot}450$; $e_1=15\,m/m$; $\varrho=100\,m$.—

Otrzymujemy: $\varrho_z=100+\frac{0{\cdot}760}{2}=100{\cdot}380$; $\varrho_w=$ $=100{\cdot}380-0{\cdot}760-0{\cdot}015=99{\cdot}605$. Z wzoru 16 *b)* dzieła obliczymy:

$$p_1=\frac{0{\cdot}760-0{\cdot}118-2\times100{\cdot}38\sin 4^0 4' 25''\sin 1^0 55' 35''}{\sin 6^0}$$

$=1{\cdot}555\,m$. Z wzoru 56) $p=1{\cdot}555+\frac{0{\cdot}3375}{\sin 6^0}=4{\cdot}784\,m$.

Z wzoru 57) $\cos\varepsilon=\frac{100{\cdot}38\cos 6^0-4{\cdot}784\sin 6^0}{99{\cdot}605}$, $\varepsilon=$ $=4^0 15' 31''$. Z wzoru 58) $OK=100{\cdot}38\sin 6^0+$ $+4{\cdot}784\cos 6^0-99{\cdot}605\sin 4^0 15' 31''=7{\cdot}854\,m$.

Dla krzyżownicy podwójnej obliczymy przybliżone wartości na O_0' i O_0''; $O_0'=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 4^0 15' 31''}=1{\cdot}37\,m$; $O_0''=\frac{0{\cdot}035+0{\cdot}015+0{\cdot}057}{\operatorname{tg} 4^0 15' 31''}=1{\cdot}44\,m$. Z wzorów 8) $y'=$ $=\frac{1{\cdot}37^2}{2\times99{\cdot}605}=10\,m/m$; $y''=\frac{1{\cdot}44^2}{2\times99{\cdot}605}=10\,m/m$; $O_0'=$ $=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}057+0{\cdot}010}{\operatorname{tg} 4^0 15' 31''}=150\,m$; $O_0''=$ $=\frac{0{\cdot}050+0{\cdot}057-0{\cdot}010}{\operatorname{tg} 4^0 15' 31''}=1{\cdot}30\,m$. Dokładniejsze $y'=$ $=\frac{1{\cdot}50^2}{2\times99{\cdot}605}=11\,m/m$; $y''=\frac{1{\cdot}30^2}{2\times99{\cdot}605}=8\,m/m$. Dokładne $O_0'=\frac{0{\cdot}045+0{\cdot}057+0{\cdot}011}{\operatorname{tg} 4^0 15' 31''}=1{\cdot}52\,m$; $O_0''=$ $=\frac{0{\cdot}050+0{\cdot}057-0{\cdot}008}{\operatorname{tg} 4^0 15' 31''}=1{\cdot}33\,m$. Dla $m'=0{\cdot}18\,m$; $m''=0{\cdot}17\,m$, otrzymamy: $O'=1{\cdot}52+0{\cdot}18=1{\cdot}700\,m$;

$O'' = 1{\cdot}33 + 0{\cdot}17 = 1{\cdot}500\,m$. Długości toków z wzorów 59):
$C_1H' = \frac{0{\cdot}3375}{\sin 6^0} - 0{\cdot}750 - 1{\cdot}450 = 1{\cdot}029\,m$; $N''H'' =$
$= 7{\cdot}854 - 1{\cdot}500 - 0{\cdot}750 = 5{\cdot}604\,m$; $A''M'' = 0{\cdot}302 +$
$+ 4{\cdot}700 + 2 \times 100{\cdot}38 \cos 4^0 4' 25'' \sin 1^0 55' 35'' + 4{\cdot}784$
$\cos 6^0 - 7{\cdot}854 - 1{\cdot}700 = 6{\cdot}938\,m$; $\operatorname{tg} \sigma'' = \sqrt{\frac{2 \times 0{\cdot}015}{99{\cdot}605}}$,
$\sigma'' = 0^0 59' 39''$; $L''G'' = \sqrt{2 \times 99{\cdot}605 \times 0{\cdot}015} = 1{\cdot}729\,m$.
$N'G'' = 99{\cdot}605$ arc $0^0 44' 50'' + 1{\cdot}729 - 1{\cdot}500 = 1{\cdot}528\,m$;
$E_1''G'' = 99{\cdot}605$ arc $2^0 51' 31'' - 0{\cdot}775 \sin 2^0 8' 50'' +$
$+ 1{\cdot}729 = 6{\cdot}669\,m$; $A_1''M' = 0{\cdot}302 + 4{\cdot}701 + 6{\cdot}669 -$
$- 1{\cdot}528 - 1{\cdot}700 - 1{\cdot}500 = 6{\cdot}943\,m$; $D_1'H_1' = 100{\cdot}38$ arc
$3^0 51' 10'' + 1{\cdot}555 - 0{\cdot}750 = 7{\cdot}555\,m$; $D_1''H_1'' = 2 \times$
$\times 100{\cdot}38 \cos 4^0 4' 25'' \sin 1^0 55' 35'' + 1{\cdot}555 \cos 6^0 -$
$- 0{\cdot}750 = 7{\cdot}528\,m$.

VII. Włożenie prostego rozjazdu kolei wązkotorowej w prosty rozjazd kolei normalnotorowej.

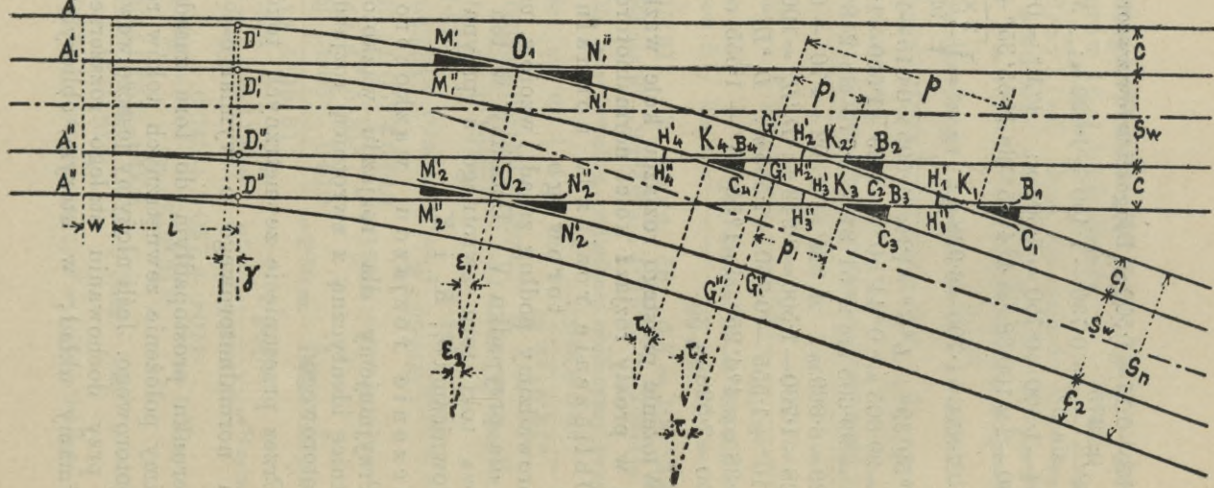
Obliczenie rozjazdu normalnotorowego

przeprowadzimy podług zasad i wzorów, ustawionych dla przypadku V. Ustalimy w ten sposób obydwa toki toru zwrotnego z przynależnemi krzyżownicami O_1, K_2 i K_1.

Obliczenie rozjazdu wązkotorowego.

Przyjmujemy dla rozjazdu wązkotorowego zwrotnicę identyczną z zwrotnicą rozjazdu normalnotorowego.

Przez przesunięcie zewnętrznych toków rozjazdu normalnotorowego o wymiar $c = \frac{s_n - s_w}{2}$ w kierunku prostopadłym do toru zasadniczego ustalimy położenie zewnętrznych toków rozjazdu wązkotorowego. Jeśli ułożymy jeszcze wewnętrzne toki przy dochowaniu stałego rozszerzenia e_1, otrzymamy układ, w którym obliczyć należy



A'
A'₁
A''₁
A''
W
i
γ
D'
D'₁
D''₁
D''
M'₁
M''₁
M'₂
M''₂
O₁
O₂
N''₁
N'₁
N''₂
N'₂
ε₁
ε₂
K₁
K₂
K₃
K₄
B₁
B₂
B₃
B₄
C₁
C₂
C₃
C₄
P
p₁
c
Sw
Sn
c₁
c₂
τ

Rys. 9.

tylko położenie i wymiary krzyżownicy K_4 i 0_2, oraz długości toków.

Z rzutu linii $D_1' K_4$ na kierunek $D_1' D_1''$ otrzymamy równanie:

$$s_w - g_z = \varrho_z (\cos \gamma - \cos \tau_4)$$

a stąd wzór dla obliczenia kąta skrzyżowania τ_4:

$$60) \ldots\ldots \cos \tau_4 = \frac{\varrho_z \cos \gamma - s_w + g_z}{\varrho_z}.$$

Ustalenie położenia punktu K_4 otrzymamy z wzoru:

$$61) \ldots\ldots A_1'' K_4 = w + i + 2 \varrho_z \cos \frac{\tau_4 + \gamma}{2} \sin \frac{\tau_4 - \gamma}{2}.$$

Jeśli rozszerzoną szerokość żłobka w krzyżownicy K_4 nazwiemy v_w', a strzałkę łuku o promieniu ϱ_z odpowiadającą długości k_4'' przez y'' to możemy napisać analogicznie, jak w przypadku III:

$$v_w' = v_w + e_1; \quad y'' = \frac{k_4''^2}{2 \varrho_z}$$

oraz wzory dla obliczenia wymiarów krzyżownicy K_4:

$$62) \ldots\ldots k_4' = \frac{v_w'}{n} + (0{\cdot}20 - 0{\cdot}35\, m)$$

$$63) \ldots\ldots k_4'' \underset{>}{=} \frac{2\, b - y''}{n} \underset{<}{=} \frac{b + b' - y''}{n}$$

przyczem dla obliczenia wartości na y'' użyjemy wzoru przybliżonego:

$$k_4'' \underset{>}{=} \frac{2\, b}{n} \underset{<}{=} \frac{b + b'}{n}.$$

Dla promienia toku wewnętrznego toru zwrotnego rozjazdu wązkotorowego $\varrho_w' = \varrho_z - s_w - e_1$ otrzymamy analogicznie, jak w przypadku VI. wzór dla kąta skrzyżowania krzyżownicy podwójnej 0_2.

$$64) \ldots\ldots \cos \varepsilon_2 = \frac{\varrho_z \cos \tau - p_1 \sin \tau}{\varrho_w'}$$

a dla ustalenia położenia punktu 0_2 wzór:

65) .... $0_2 K_3 = \varrho_z \sin \tau + p_1 \cos \tau - \varrho_w' \sin \varepsilon_2$.

Wymiary krzyżownicy 0_2 obliczymy z wzorów 8) i 9) (rys. 2).

Dla obliczenia długości toków napiszemy wzory:

$$66) \ldots\ldots \left\{ \begin{aligned}
& D' M_1' = \varrho_z \operatorname{arc} (\varepsilon_1 - \gamma) - 0_1' \\
& N_1' H_2' = \varrho_z \operatorname{arc} (\tau - \varepsilon_1) + p_1 - 0_1'' - k' \\
& C_2 H_1' = \frac{c}{\sin \tau} - k' - k'' \\
& A_1' M_1'' = w + i + 2 \varrho_z \cos \frac{\varepsilon_1 + \gamma}{2} \\
& \qquad \sin \frac{\varepsilon_1 - \gamma}{2} - 0_1' \\
& D_1' H_4' = \varrho_z \operatorname{arc} (\tau_4 - \gamma) - k_4' \\
& C_4 H_3' = \varrho_z \operatorname{arc} (\tau - \tau_4) + p_1 - k_4'' - k' \\
& D_1'' H_4'' = 2 \varrho_z \cos \frac{\tau_4 + \gamma}{2} \sin \frac{\tau_4 - \gamma}{2} - k_4' \\
& B_4 H_2'' = 2 \varrho_z \cos \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\tau - \gamma}{2} + \\
& \qquad + p_1 \cos \tau - D_1'' H_4'' - k_4' - k_4'' - k' \\
& D'' M_2'' = 2 \varrho_w' \cos \frac{\varepsilon_2 + \gamma}{2} \sin \frac{\varepsilon_2 - \gamma}{2} - 0_2' \\
& N_2'' H_3'' = 0_2 K_3 \quad 0_2'' - k' \\
& B_3 H_1'' = c \operatorname{cotg} \tau - k' - k'' \\
& N_2' G_1'' = \varrho_w' \operatorname{arc} (\tau - \varepsilon_2 - \sigma'') + \\
& \qquad + L'' G_1'' - 0_2''
\end{aligned} \right.$$

przyczem σ'' i $L'' G_1''$ obliczymy z wzorów 18 *a)* i *b)* dzieła

$$A_1'' M_2' = w + i' + E_1'' G_1'' - N_2' G_1'' - 0_2' - 0_2''$$

przyczem $E_1'' G_1''$ obliczymy z wzoru 18 *c)* dzieła.

Uwaga. Niektóre z wzorów 66) są identyczne z wzorami dla przypadków V. i VI. Zestawiliśmy je tu raz jeszcze dla przejrzystości z powodu zmienionego znakowania.

W partyi krzyżownic K_1, K_2 i K_3 nastąpiło przesunięcie osi toru wązkiego względem osi toru normalnego takie, że

$$c_1 = c \cos \tau \qquad c_2 = c\,(2 - \cos \tau)$$

Przesunięcie to zagubimy łatwo w najbliższym łuku poza układem.

Krzyżownice K_1 K_2 i K_3 są jednakowe, dlatego wymiary ich w powyższych wzorach piszemy bez znaczków.

Przykład: Dane dla obu rozjazdów: $w = 0{\cdot}302$; $i = 4{\cdot}700$; $\gamma = 2^0 8' 50''$; $g_z = 0{\cdot}118$; $\tau = 6^0$; $k' = 0{\cdot}750$; $k'' = 1{\cdot}450$; $e = e_1 = 15\, m/m$; $\varrho_z = 170{\cdot}7175$.

Z wzoru 52) obliczymy:

$$p = \frac{1{\cdot}435 - 0{\cdot}118 - 2 \times 170{\cdot}7175 \sin 4^0 4' 25'' \sin 1^0 55' 35''}{\sin 6^0}$$

$$= 4{\cdot}800\, m; \quad c = \frac{1{\cdot}435 - 0{\cdot}760}{2} = 0{\cdot}3375\ ; \quad p_1 = 4{\cdot}800 -$$

$$- \frac{0{\cdot}3375}{\sin 6^0} = 1{\cdot}571.$$

Dla krzyżownicy O_1 otrzymujemy z wzoru 53)

$$\cos \varepsilon_1 = \frac{170{\cdot}7175 \cos 2^0 8' 50'' - 0{\cdot}3375 + 0{\cdot}118}{170{\cdot}7175}\ ;$$

$\varepsilon_1 = 3^0 36' 47''$; zaś z wzoru 54) $A_1' O_1 = 0{\cdot}302 + {} + 4{\cdot}700 + 2 \times 170{\cdot}7175 \cos 2^0 52' 48{\cdot}_5'' \sin 0^0 43' 58_5'' = {} = 9{\cdot}364\, m$. Wymiary krzyżownicy O_1 liczone podług wzorów 12) są: $O_1' = O_0' + m' = 2{\cdot}04 + 0{\cdot}11 = 2{\cdot}150\, m$; $O_1'' = O_0'' + m'' = 1{\cdot}36 + 0{\cdot}14 = 1{\cdot}500\, m$.

Dla krzyżownicy K_4 otrzymamy z wzoru 60)

$$\cos \tau_4 = \frac{170{\cdot}7175 \cos 2^0 8' 50'' - 0{\cdot}760 + 0{\cdot}118}{170{\cdot}7175}\ ;$$

$\tau_4 = 5^0 24' 54''$, zaś z wzoru 61) $A_1'' K_4 = 0{\cdot}302 + 4{\cdot}700 + {} + 2 \times 170{\cdot}7175 \cos 3^0 46' 52'' \sin 1^0 38' 2'' = 14{\cdot}716\, m$. Wymiary krzyżownicy K_4: — Z wzoru 62)

$k_4' = \frac{0{\cdot}035 + 0{\cdot}015}{\operatorname{tg} 5^0 24' 54''} + 0{\cdot}22 = 0{\cdot}750\,m.$ Wartość przybliżona $k_4'' = \frac{0{\cdot}057 + 0{\cdot}110}{\operatorname{tg} 5^0 24' 54''} = 1{\cdot}76\,m,\ y'' = \frac{1{\cdot}76^2}{2 \times 170{\cdot}7175} = 9\,m/m$; a z wzoru 63) $k_4'' = \frac{0{\cdot}057 + 0{\cdot}110 - 0{\cdot}009}{\operatorname{tg} 5^0 24' 54''} = 1{\cdot}67\,m;\ y'' = \frac{1{\cdot}67^2}{2 \times 170{\cdot}7175} = 8\,m/m;$

$k_4'' = \frac{0{\cdot}057 + 0{\cdot}110 - 0{\cdot}008}{\operatorname{tg} 5^0 24' 54''} = 1{\cdot}68\,m \doteq 1{\cdot}700\,m.$ — Promień toku wewnętrznego dla rozjazdu wązkotorowego $\varrho_w' = 170{\cdot}7175 - 0{\cdot}760 - 0{\cdot}015 = 169{\cdot}9425\,m.$ Z wzoru 64) $\cos \varepsilon_2 = \frac{170{\cdot}7175 \cos 6^0 - 1{\cdot}571 \sin 6^0}{169{\cdot}9425}$; $\varepsilon_2 = 3^0 32' 28''$; zaś z wzoru 65) $O_2K_3 = 170{\cdot}7175 \sin 6^0 + 1{\cdot}571 \cos 6^0 - 169{\cdot}9425 \sin 3^0 32' 28'' = 8{\cdot}911\,m.$ Wymiary krzyżownicy O_2 liczone z wzorów 8) i 9) otrzymujemy: $O_2' = 1{\cdot}81 + 0{\cdot}09 = 1{\cdot}900\,m$; $O_2'' = 1{\cdot}60 + 0{\cdot}10 = 1{\cdot}700\,m.$ Długości toków, liczone z wzorów 66):

$D'M_1' = 170{\cdot}7175 \operatorname{arc} 1^0 27' 57'' - 2{\cdot}150 = 2{\cdot}217\,m;$

$N_1'H_2' = 170{\cdot}715 \operatorname{arc} 2^0 23' 13'' + 1{\cdot}571 - 1{\cdot}450 - 0{\cdot}750 = 6{\cdot}483\,m;$

$C_2H_1' = \frac{0{\cdot}3375}{\sin 6^0} - 0{\cdot}750 - 1{\cdot}450 = 1{\cdot}029\,m;$

$A_1'M_1'' = 0{\cdot}302 + 4{\cdot}700 + 2 \times 170{\cdot}7175 \cos 2^0 52' 48_5'' \sin 0^0 43' 58_5'' - 2{\cdot}150 = 7{\cdot}214\,m;$

$D_1'H_4' = 170{\cdot}7175 \operatorname{arc} 3^0 16' 4'' - 0{\cdot}750 = 8{\cdot}987\,m;$

$C_4H_3' = 170{\cdot}7175 \operatorname{arc} 0^0 35' 6'' + 1{\cdot}571 - 1{\cdot}700 - 0{\cdot}750 = 0{\cdot}864\,m;$

$D_1''H_4'' = 2 \times 170{\cdot}7175 \cos 3^0 46' 52'' \sin 1^0 38' 2'' - 0{\cdot}750 = 8{\cdot}964\,m;$

$B_4H_2'' = 2 \times 170{\cdot}7175 \cos 4^0 4' 25'' \sin 1^0 55' 35'' + 1{\cdot}571 \cos 6^0 - 8{\cdot}964 - 0{\cdot}750 - 1{\cdot}700 - 0{\cdot}750 = 0{\cdot}847\,m;$

$D''M_2'' = 2 \times 169{\cdot}9425 \cos 2^0 50' 39'' \sin 0^0 41' 49'' - 1{\cdot}900 = 2{\cdot}229\,m;$

$N_2''H_3'' = 8{\cdot}911 - 1{\cdot}700 - 0{\cdot}750 = 6{\cdot}461\,m;$

$B_3H_1'' = 0\cdot3375 \text{ cotg } 6^0 - 0\cdot750 - 1\cdot450 = 1\cdot011\, m$;
$N_2'G_1'' = 169\cdot9425 \text{ arc } 1^0 41' 52'' + 2\cdot258 - 1\cdot700 =$
$= 5\cdot595\, m$;

$$\text{tg } \sigma'' = \sqrt{\frac{2\times0\cdot015}{169\cdot9425}},\quad \sigma'' = 0^0 45' 40'':$$

$$L_1''G_1'' = \sqrt{2\times169\cdot9425\times0\cdot015} = 2\cdot258\, m;$$

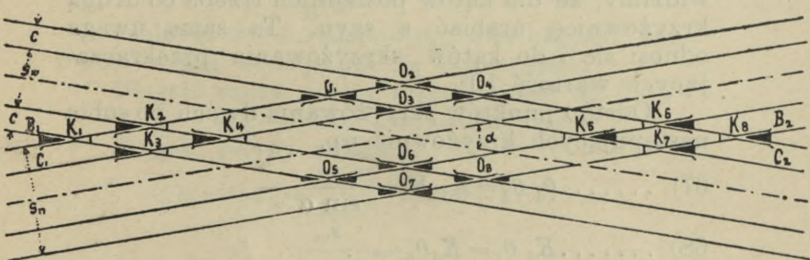
$E_1''G_1'' = 169\cdot9425 \text{ arc } 3^0 5' 30'' - 0\cdot775 \sin 2^0 8' 50'' +$
$+ 2\cdot258 = 11\cdot402\, m$;
$A_1''M_2' = 0\cdot302 + 4\cdot701 + 11\cdot402 - 5\cdot595 - 1\cdot900 -$
$- 1\cdot700 = 7\cdot210\, m.$

Przesunięcie osi toru wązkiego od osi toru normalnego wynosi dla $c_1 = 0\cdot3375 \cos 6^0 = 0\cdot3357\, m$;

$$c_2 = 0\cdot3375\,(2 - \cos 6^0) = 0\cdot3393\, m;$$
$$0\cdot3375 - 0\cdot3357 = 0\cdot3393 - 0\cdot3375 = 0\cdot0018\, m.$$

VIII. Skrzyżowanie torów czteroszynowych.

Rozpatrzymy tu przypadek najogólniejszy, przedstawiony na rys. 10., w nim bowiem mieszczą



Rys. 10.

się obydwa przypadki skrzyżowania toru czteroszynowego z dwuszynowym.

Mamy tu 8 krzyżownic pojedynczych K_1 — K_8, których wymiary obliczymy dla danego kąta α podług wzorów 15 *a)* i *b)* dzieła. Krzyżownice symetryczne $0_1 - 0_8$ dzielą się na trzy kategorye:

a) powstałe przez skrzyżowanie dwu toków toru normalnego; *b)* przez skrzyżowanie toku toru normalnego z tokiem toru wązkiego; *c)* przez skrzyżowanie dwu toków toru wązkiego.

Wymiary krzyżownicy podwójnej obliczymy podług wzoru:

$$0=\frac{v+b}{n}+m.$$

przyczem v jest szerokością żłobka, b szerokością głowy szyny, a m wymiarem, o którym mówiliśmy w przypadku I.

Wielkość kąta α może być dowolną, ale jeśli chcemy użyć krzyżownic lanych, natenczas granice wartości kąta α określone będą warunkiem, aby między krzyżownicami po sobie następującemi dała się ułożyć szyna dostatecznie długa, albo, aby krzyżownice stykały się bezpośrednio.

Pierwszemu warunkowi odpowiada kąt 4^0, dla którego długość szyny wynosi około 1·80 *m*, drugiemu warunkowi kąt 10^0. Z tego rozważania widzimy, że dla kątów pośrednich trzeba co drugą krzyżownicę urabiać z szyn. Ta sama uwaga odnosi się i do kątów skrzyżowania przekraczających wartość 10^0.

Odstęp punktów skrzyżowania dwóch po sobie następujących krzyżownic np.

67) .... $0_1\,0_2=K_1\,K_2=\dfrac{c}{\sin\alpha}$

68) .... $K_2\,0_1=K_4 0_6=\dfrac{s_w}{\sin\alpha}$

zaś długość połowy układu:

69) .... $C_1\,0_2=0_2\,C_2=\dfrac{s_n}{\sin\alpha}+k''.$

Przykład. Dany kąt skrzyżowania $\alpha=8^0$. Dla $c=\dfrac{s_n-s_w}{2}=\dfrac{1{\cdot}435-0{\cdot}760}{2}=0{\cdot}3375\,m$, otrzymujemy:

$$O_1 O_2 = K_1 K_2 = \frac{0{\cdot}3375}{\sin 8^0} = 2{\cdot}425\, m;$$

$$K_2 O_1 = K_4 O_6 = \frac{0{\cdot}760}{\sin 8^0} = 5{\cdot}461\, m.$$

Dla krzyżownic pojedynczych obliczymy wymiary:

$$k' = \frac{0{\cdot}045}{\operatorname{tg} 8^0} + 0{\cdot}280 = 0{\cdot}600\, m;$$

$$k'' = \frac{0{\cdot}057 + 0{\cdot}110}{\operatorname{tg} 8^0} = 1{\cdot}188 \doteq 1{\cdot}200\, m.$$

Długości szyn między krzyżownicami K wynoszą:

$$2{\cdot}425 - 0{\cdot}600 - 1{\cdot}200 = 0{\cdot}625\, m.$$

Ponieważ kawałki za krótkie, więc albo powiększymy wymiary k' i k'' tak, by krzyżownice lane się stykały
($k' = 0{\cdot}600 + 0{\cdot}200 = 0{\cdot}800\, m$; $k'' = 1{\cdot}200 + 0{\cdot}420 = 1{\cdot}620\, m$), albo urobimy krzyżownice K_2, K_3, K_6 i K_7 z szyn.

Dla krzyżownic podwójnych obliczymy wymiary:

$$O' = O'' = \frac{0{\cdot}045 + 0{\cdot}110}{\operatorname{tg} 8^0} + 0{\cdot}484 = 1{\cdot}210\, m.$$

Ponieważ $2\,O' + 5\, m/m = O_1 O_2$, więc użyjemy krzyżownic lanych, stykających się bezpośrednio.

Długość szyny między krzyżownicami K_2 i O_1

$$5{\cdot}461 - 0{\cdot}600 - 1{\cdot}210 = 3{\cdot}651\, m.$$

Długość połowy układu:

$$C_1 O_2 = O_2 C_2 = \frac{1{\cdot}435}{\sin 8^0} + 1{\cdot}200 = 11{\cdot}511\, m.$$