

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA TOM IV.

KAROL SKIBIŃSKI

PROFESOR SZKOŁY POLITECHNICZNEJ.

BUDOWA KOLEI ŻELAZNYCH. POŁĄCZENIA TORÓW.

Część I.: Obrachowanie połączeń torów.

163 rysunków w tekście.

Karol Skibiński
Arch. inż.

Cena 3 zlr.

1970

LWÓW.

Nakładem komisji wydawniczej biblioteki politechnicznej.

Główny skład w szkole politechnicznej.

I. Związkowa drukarnia we Lwowie.

1897.

PRZEDMOWA.

Niniejsze dzieło obejmuje w rozszerzonej formie jedną partję wykładów autora o budowie kolei żelaznych, mianowicie połączenie torów. Obecna część I. teoretyczna, poprzedza część II., konstrukcyjną, której wydanie później się okaże. W części teoretycznej uwzględniono li tylko połączenia torów za pomocą rozjazdów nowszej konstrukcyi, o dwóch jednakowo długich iglicach.

W obrobieniu tematu opierałem się na najnowszych i najlepszych podręcznikach i monografiach, dotyczących połączeń torów, — jakoteż na najnowszych normaljach nawierzchni, które miałem do dyspozycyi, uwzględniając konstrukcye zarówno w Austrii, jakoteż w innych państwach stosowane. Jednakże różne względy, poniżej wyłuszczone, nakazały mi traktować temat obszerniej niż w istniejących podręcznikach.

I tak w pierwszym rzędzie starałem się wypełnić lukę w obrobieniu zwrotnic i rozjazdów, których obrachowanie ogranicza się w podręcznikach na zewnętrzny tok zwrotnego toru, z pominięciem wewnętrznego. A przecież dostosowanie wewnętrznego toku podług pewnych praktycznych wymogów powinno być uskutecznione, a nadto dokładne obrachowanie przebiegu tego toku jest niezbędne, skoro, jak to na głównych liniach kolejowych coraz częściej się wykonuje, rozjazdy są układane na żelaznych podkładach, na których położenie otworów na łączniki z wszelką precyzją powinno być wyznaczone.

Następnie starałem się wyczerpująco przedstawić łukowe rozjazdy, które z powodu ułatwienia i skrócenia układu połączeń torów, powinny być częściej niż dotychczas stosowane.

Po trzeciej przyczyniło się do rozszerzenia tematu wprowadzenie nowych rzeczy, dotychczas w podręcznikach nie omawianych. Są to: jednostronne skupienia rozjazdów i ich stosowanie do dróg zwrotniczych; badania w jakich warunkach łukowe tory mogą się krzyżować; nareszcie połączenia torów łukowych niewspółśrodkowych, w celu swobodnego rozwiązywania zagadnień, dotyczących łukowych torów.

Po czwarte, podałem na końcu dzieła zbiór przezemnie rachowanych przykładów, zastosowanych zarówno dla szerokiego jak dla wąskiego toru, w których każdy ważniejszy przypadek znalazł praktyczne zastosowanie. Sądzę że taki zbiór odda dobre usługi dla ćwiczenia uczącego się, jak też dla zorientowania się w zawilszych przypadkach praktyki.

Co do traktowania przedmiotu, to przyjąłem układ tematu taki, jaki w wykładach okazał się najpraktyczniejszy, dla wprowadzenia słuchaczy w przedmiot dla nich zupełnie obcy.

Z reguły podaję tylko dokładne wzory, pomimo że nieraz dałoby się ustawić wzór przybliżony, skracający rachunek. Czynię to raz dla tego, że niektóre wymiary, np. w zwrotnicach i rozjazdach, muszą być na milimetry dokładnie obrachowane; powtóre, że przybliżone wzory mają wartość tylko dla praktyka,

dokładnie z tematem obznajomionego, nie zaś dla uczącego się, który nie umie sobie zdać sprawy, jaka jest dopuszczalna granica popełnionego błędu. Wszelako w zawilszych konstrukcyach przypuszczam posługiwanie się pomocniczym wykresem, tak w celu uzyskania najkorzystniejszego układu, jak też dla uproszczenia rachunku.

Oddając do ogólnego użytku tę pierwszą część dzieła, które w dalszym ciągu ma objąć całość budowy kolei żelaznych, upraszam fachowych kolegów o cenne wskazówki, w celu ich zużytkowania czy to w wykładach, czy też w następnym wydaniu, — przytem zwracam się do nich z prośbą, żeby zechcieli w praktyce stosować techniczne wyrazy, od kilkunastu lat utarte w Szkole politechnicznej. W tym celu umieściłem na końcu dzieła słowniczek wyrazów, w tem dziele użytych.

W końcu poczuwam się do obowiązku podziękować Komisji wydawniczej biblioteki politechnicznej, utworzonej w gronie profesorów Szkoły politechnicznej, za całkowite pokrycie kosztów wydawnictwa, — jakoteż I. Związkowej drukarni we Lwowie, za piękne i staranne wykonanie druku.

Mniej szczęśliwie wypadły cynkotypie rycin; o ile litery na rycinach wyszły nieczytelne, są one określone w sprostowaniach, na str. IX.

We Lwowie w lipcu 1897 r.

Autor.

Poniżej podaję chronologicznie zestawiony spis dzieł, traktujących o obracowaniu połączeń torów, które miałem do dyspozycji; przytem zauważyć muszę, że z tych dzieł najobszerniej zużytkowałem do moich wykładów dziełko prof. Liphaya.

1871. Ernst u. Gottsleben. *Handbuch für Geleiseanlagen*. Wien.
1872. Paulus R. *Der Eisenbahnoberbau*. Wien.
1873. Leuschner G. *Berechnung von Bahnhofgeleisen*. Wien.
" Pinzger L. *Die geometrische Construction von Weichen-Anlagen*. Aachen.
1874. Winkler E. *Weichen u. Kreuzungen*. Wien.
1877. Heusinger v. Waldegg. *Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik*. Leipzig.
1879. Susemihl J. A. *Gleisberechnungen*. Berlin.
1876—1880. Heusinger v. Waldegg. *Musterconstructionen für Eisenbahnbau*. Hannover.
1882. Steiner F. *Allgemeine Theorie der Curvenweichen etc.* Sep. Abd. a. d. Techn. Bl.
1887. Ekama P. E. *Die mathem. Berechnung u. geom. Construction von Weichen u. Kreuzungen in gekrümmten Eisenbahngeleisen*. Wien.
1888. *Einheitliche Weichen der preuss. Staatseisenbahnen*. Organ f. d. F. d. E.
1890. Deharme E. *Chemins de fer, superstructure*. Paris.
1892. Liphay von Kisfalud (bearb. v. Thiering). *Die Berechnung der Weichen u. Geleiseanlagen*. Budapest.
1890—1894. *Encyklopädie des gesammten Eisenbahnwesens*. Wien.
1895. Goehring. *Eine neue Weichenform*. *Glaser's Annalen*, Bd. 36.
" Ledig u. Ulbricht. *Die schmalspurigen Staatseisenbahnen im Königr. Sachsen*. Leipzig.
1897. Loewe F. *Ueber Weichen in Gleiskrümmungen, Zweibogenweichen*. Organ f. d. F. d. E.
1897. *Technische Vereinbarungen über den Bau u. die Betriebseinrichtungen der Haupt-, Neben- u. Localeisenbahnen, herausgegeben vom Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen.**)
Normalia nawierzchni kolei Karola Ludwika
" " kolei Lwowsko-Czerniowieckiej
" " Austriackich kolei państwowych
" " Węgierskich kolei państwowych
" " Styryjskich lokalnych kolei żelaznych
" " Pruskich państwowych kolei żelaznych.

*) Gdzie w niniejszem dziele jest mowa o normach Związku, odnosi się to do powyższej publikacji. Do tego związku należą wszystkie główne linie państwa austriackiego; z kolei państwa rosyjskiego jedynie linia warszawsko-wiedeńska.



SPIS RZECZY.

	Str.
Przedmowa	III
Sprostowania i uzupełnienia	XI
Wstęp. Metoda rzutów	1
§. 1. Opis rozjazdu	2

Obrachowanie zwrotnic.

§. 2. Znakowanie. Wymiar g_z	4
§. 3. Zwrotnice o zakrzywionych iglicach	5
§. 4. Zwrotnice o prostych iglicach	10
§. 5. Zwrotnice o iglicach po części prostych po części zakrzywionych	11

Obrachowanie prostych rozjazdów.

§. 6. Stosunek skrzyżowania. Wymiary krzyżownicy	12
§. 7. Obrachowanie zewnętrznego toku zwrotnego toru	14
§. 8. Obrachowanie wewnętrznych toków	15
§. 9. Ułożenie rozjazdu z całych szyn	18
§. 10. Obrachowanie rozjazdu wspólnie ze zwrotnicą	20
§. 11. Szesmat rozjazdu	21
§. 12. Porównanie rozjazdów o prostych i zakrzywionych iglicach	22
§. 13. Zestawienie obrachowanych rozjazdów	23

Obrachowanie łukowych rozjazdów.

§. 14. Ogólne omówienie łukowych rozjazdów	23
§. 15. Różne metody obrachowania	24
§. 16. Obrachowanie jednostronnego łukowego rozjazdu	26
§. 17. Toki wewnętrzne do §. 16.	28
§. 18. Obrachowanie dwustronnego łukowego rozjazdu	29
§. 19. Toki wewnętrzne do §. 18.	31
§. 20. Rozjazd symetryczny	31
§. 21. Szematy łukowych rozjazdów	33
§. 22. Powołanie się na tabele, podane na str. 131. do 133.	34

Następstwo rozjazdów.

§. 23. Ogólne omówienie. Obrachowanie najmniejszego odstepu rozjazdów w skupieniach	35
§. 24. Dwustronne skupienie rozjazdów	37
§. 25. Szemat dwustronnego skupienia	40
§. 26. Rozjazd podwójny (trójdzielny)	40
§. 27. Rodzaje jednostronnych skupień	42
§. 28. Pierwszy sposób jednostronnego skupienia rozjazdów	43
§. 29. Drugi sposób jednostronnego skupienia rozjazdów	45
§. 30. Szematy skupienia rozjazdów	47

Sprostowania i uzupełnienia.

Na rys. 2 a. b. i 4 c. oznacza g_z odstęp punktów D' i E' .

W wzorze 3 d. jest η' wartością obrachowaną z wzoru 3 c.

Pierwszy rysunek na str. 11. ma otrzymać nr. 7.

Niewyraźna litera, mająca oznaczyć na rys. 9. odstęp punktu skreśtu D_o' od linii kreskowanej, jest literą y .

Na rys. 13. oznacza g_z odstęp $E'D'$ zaś g_w odstęp $D''E''$, gdy brakującą literę E'' umieścimy na przecięciu się prostej $E'D''$ z wewnętrznym tokiem zwrotnego toru. Punkt przecięcia promienia w D' z wewnętrznym tokiem zwrotnego toru, ma być oznaczony literą a .

Str. 16. wiersz 14. z dołu ma być aE'' , zamiast aE' .

Str. 17. w. 14. z dołu: Długość łuku $E''G''$ znajdzie się podług wz. 18 c., który w tym celu tak się przekształci:

$$E''G'' = (\rho_z - s) \text{arc}(\tau - \gamma) - (s + e) \sin \gamma$$

W wz. 25. pierwszy wyraz ma być: $g_z = i \left(\sin \omega + \frac{i}{2 \rho_z} \right)$.

Na rys. 19. zawiera promień $G_2'G_2''$ z prostopadłą do osi AT kąt $\tau + \beta$, zamiast τ .

W wzorze 29. ma być $\sin \frac{\beta}{2}$, zamiast $\sin 2$.

Str. 28. w. 6. z góry ma być w nawias wzięte zdanie: lub promień w osi $\rho = \rho_z - \frac{s}{2}$.

Na rys. 21. zawiera promień $G_2'G_2''$ z prostopadłą do osi AT kąt $\tau - \beta$, zamiast τ .

Str. 30. w. 13. z dołu, zamiast: a krzyżownicą, ma być: a końcem rozjazdu.

Str. 31. w. 7. z góry zamiast rys. 21. ma być: rysunek podobny do rys. 20.

W wz. 41 a. ma być $2r_z \sin \frac{\tau + \gamma}{4} \sin \frac{\tau - \gamma}{4}$ zamiast $2r_z \sin \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\tau - \gamma}{2}$.

Wzór 47. nie może być z wz. 46. wprost urobiony. Powinien być wyprowadzony z rys. 23., a wtedy tak się przedstawi:

$$47. \quad \left\{ \begin{array}{l} a = w + i + 2r_z \cos \frac{\tau + \gamma}{4} \sin \frac{\tau - \gamma}{4} + p \cos \frac{\tau}{2} - \frac{s}{2} \operatorname{cosec} \frac{\tau}{2} \\ b = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau}{2} + k'' \\ c = b \end{array} \right.$$

Str. 35. w. 17., 22. i 23. z góry, zam. rys. 31. i 36., ma być 31 a. i 36 a.

„ w. 13. z dołu zamiast 11., ma być 10.

Na rys. 31 a. wymiar v sięga tylko po linię $I'I''$.

Str. 38. w. 11. z dołu ma być krótką, zam. krótsza.

Na rys. 32. odstęp krawędzi przy D_1' ma być g_{z1} , zam. g_z .

Nieoznaczone na tym rysunku punkta P i P_1 , mają być tak wstawione, jak punkt P na rys. 29.

Na rys. 36 a. ma być długość $G_1'K_1$ oznaczona literą p_1 , a na prostopadłej z K_1 niewyraźnie zaznaczona litera K_1' .

Str. 44. w. 7. i 8. z góry. To co tam powiedziano, odnosi się do rozjazdów, oznaczonych nr. I.

Str. 44. Wyznaczenie długości m może być w prostszy sposób przeprowadzone, jak to podano na str. 46.

Str. 45. w. 14. z góry, ma być ε zamiast ε_1 .
 „ w. 19. z góry, po słowach: długość skupienia, dodać: mie-
 rzona w torze zasadniczym.

Str. 46. w. 3. z góry, po słowie poprzednio, dodać: wzorem 48 e (str. 36.).

Str. 46. w. 11. i 9. z dołu w wzorach ma być $+g_2 \sin \delta$, zamiast $-g_2 \sin \delta$.

Str. 47. w. 9. z dołu, ma być 36 a. zamiast 36.

Str. 49. pierwszy przypisek nie odnosi się do uwagi, lecz do §. 30.

Str. 49. w. 1. z góry, ma być $i_1 \cos \delta$, zam. $i \cos \delta$.

Na I. torze rys. 44. ma być N' zam. N .

W wzorze 90. można także prościej przedstawić:

$$KK_1' = d_1 \cotg \alpha; K_1 W' = d_2 \cotg \alpha;$$

zaś w wyrazie dla $W_1 W_1'$ ma być $\sin \tau$ zam. $\sin \alpha$.

Str. 57. po pierwszym ustępie dodać: Rozjazdy w torze rdzennym posiadają kąt τ_1 i długości szematu a_1, b_1, c_1 .

W rys. 48. zamiast litery A_2 , umieszczonej między literami S_2 i B_2 , ma być b_2 .

W wyrazie dla WA wzoru 106. ma być a_3 zam. a .

W rys. 49 c. ma być kąt przy U''' oznaczony literą τ_1 .

W rys. 50. ma być promień łuku DE oznaczony literą r_0 , zaś mały rysunek obok ma otrzymać nr. 50 a.

W rys. 52. ma być punkt wierzchołkowy na przecięciu przedłużenia V. toru i toru $S'D_4$, oznaczony literą W_4 .

Str. 71. w. 13. z dołu, po $\frac{B}{2}$ dodać: z wzoru 128.

Wzór 159., w wyrazie $(l_1 + c_1) \cos(\tau + \alpha)$, ma być τ_1 zam. τ .

Na rys. 70. są kąty przy M i M_1 niewyraźnie oznaczone. Otóż oznaczają kąty:
 $PMM_1 = \varphi'$; $PM_1M = \varphi''$; $P_1MM_1 = \varphi''$; $P_1M_1M = \varphi_1'$; $O'MM_1 = \delta'$; $O'M_1M = \delta_1'$;
 $O''MM_1 = \delta''$; $O''M_1M = \delta_1''$; $OMM_1 = \nu$; $OM_1M = \nu_1$.

Na rys. 72. ma odpaść litera ε w kącie EPO' .

Na rys. 76. niewyraźnie oznaczony kąt $EM_3C = \frac{\mu - \sigma}{2}$.

Str. 93. w mianowniku wyrazu dla $\tg \varphi$ i w wzorze 194. ma być $(R-r) \sin \frac{\sigma}{2}$,
 zamiast $R-r$.

Str. 93. w. 1. z dołu odpada liczba 2 w mianowniku $2(R-v)(R_1-v_1)$.

Na rys. 84. kąt przy G ma być oznaczony literą ϑ zam. δ .

Na rys. 92. kąt zawarty między głównym, a promieniem M_1H , ma być ozna-
 czony literą σ .

Wzór 243. w ostatnim wyrazie ma być $\sin \delta_1$.

Na rys. 111. i 113. kąty oznaczone literą ε , mają być oznaczone literą σ .

Na rys. 116. promień wychodzący z H_2 ma być oznaczony literą R_2 , zaś
 prosta B_2A_3 literą m_2 .

Na rys. 130 a. oznacza α kąt zawarty między prostymi ST i P_1S_1 , zaś l_1
 oznacza prostą między E_1 a szematem rozjazdu, a τ_1 kąt skrzyżowania tego szematu.

Na rys. 130 b. oznacza α kąt zawarty między prostymi SB i P_1S_1 .

W ostatnim wyrazie wzoru 301. ma być (R_1-v_1) zam. $(R-v)$.

Str. 130. w. 1. z góry ma być l zam. P_1S_1 .

„ „ 2. „ po literze δ dodać: a kąt δ_1 wyznaczymy z wzoru

$$301 a. \dots \delta_1 = \delta + \tau - \frac{\beta}{2} - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2} - \varepsilon.$$

Str. 130. w. 10. z dołu po słowach kąt δ dodać: a wyznaczmy kąt δ_1 z wz.
 301 a.,

Do przykładów, rozpoczynających się na str. 135. wypada zauważyć, że tłus-
 tym drukiem uwydatniono wszelkie ustalone ilości, czy to z góry obrane, czy też
 rachunkiem wyznaczone.

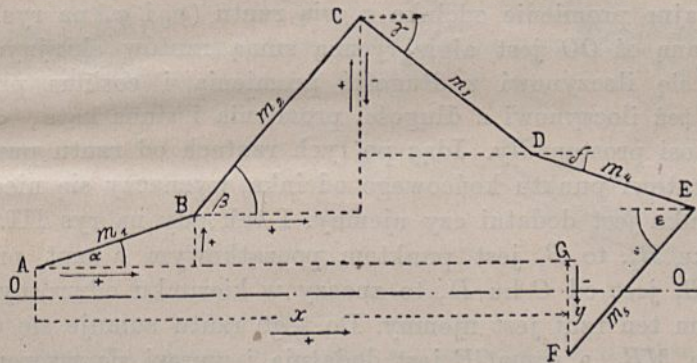


W s t ę p.

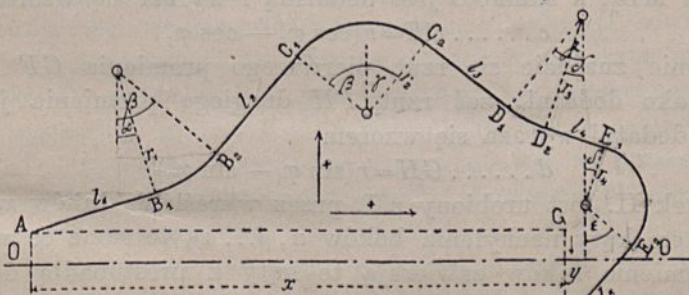
Przeważną część wzorów potrzebnych do wyznaczania niewiadomych ilości uzyskamy z równań rzutów wieloboków na kierunki stosownie dobrane. Trzeba zatem zapoznać się z metodą ustawiania tych równań.

W zagadnieniach, z którymi będziemy mieli do czynienia, boki wieloboków są albo proste, albo składają się kolejno z prostych i łuków kołowych, stycznie przechodzących w proste (rys. I. lub II.).

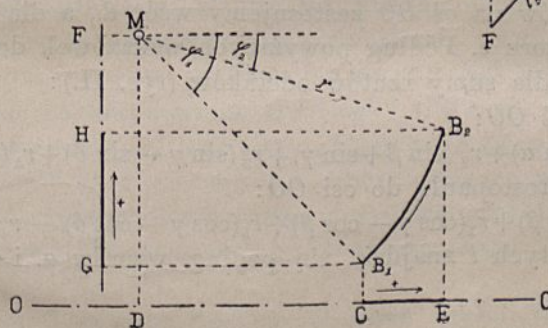
Rys. I.



Rys. II.



Rys. III.



Jeżeli oś OO' jest kierunkiem, na który mamy wykonać rzuty, to przedewszystkiem trzeba wyznaczyć kąty, które proste boki wieloboku z tym kierunkiem zawierają; rzut boku (rys. I.) równa się wtedy długości boku pomnożonej przez cosinus kąta. Pewien kierunek rzutów oberzemy jako do-

datni (na rys. I. od lewej ku prawej), wtedy odwrotny kierunek jest ujemny. Rzut boku jest wtedy dodatni lub ujemny, jeżeli idąc od rzutu punktu początkowego do rzutu punktu końcowego posuwamy się w kierunku dodatniej strzałki lub też w odwrotnym kierunku. To zważywszy nie trudno wyznaczyć rzut wieloboku przedstawionego na I. rysunku na kierunek OO , którego wynikiem jest długość $+x$:

$$a \dots x = m_1 \cos \alpha + m_2 \cos \beta + m_3 \cos \gamma + m_4 \cos \delta - m_5 \cos \epsilon.$$

Rzut boku na kierunek prostopadły do OO jest iloczynem z długości boku i sinus kąta zawartego z kierunkiem OO . Jeżeli kierunek rzutu ku górze obierzemy jako dodatni, to rzut wieloboku, (na rysunku ujemny) przedstawi się wzorem:

$$b \dots y = m_1 \sin \alpha + m_2 \sin \beta - m_3 \sin \gamma - m_4 \sin \delta - m_5 \sin \epsilon.$$

Jeżeli wielobok jest zamknięty, natenczas długość rzutu wieloboku równa zeru, zatem $x=y=0$.

W celu wyznaczenia rzutu odcinka koła, trzeba znać kąty, które zawierają skrajne promienie odcinka z osią rzutu (φ_1 i φ_2 na rys. III.). Rzut odcinka na daną oś OO jest algebryczną sumą rzutów skrajnych promieni, równających się iloczynowi z długości promienia i cosinus przynależnego kąta, — lub też iloczynowi z długości promienia i sinus kąta, dla rzutu na kierunek do osi prostopadły. Idąc po tych rzutach od rzutu punktu początkowego ku rzutowi punktu końcowego odcinka, wyznaczy się niedwuznacznie czy rzut odcinka jest dodatni czy ujemny. I tak gdy na rys III. idziemy po łuku od B_1 ku B_2 , to B_1 jest punktem początkowym a rzut przynależnego promienia MB_1 jest od C ku D , to znaczy w kierunku odwrotnym dodatniej strzałki, zatem ten rzut jest ujemny. Do tego rzutu sumuje się dodatni rzut DE promienia MB_2 , a suma CE jest dodatnią i wyrazi się wzorem

$$c \dots CE = r(\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1)$$

Podobnie znajdzie się rzut pierwszego promienia GF na kierunek prostopadły jako dodatni, zaś rzut FH drugiego promienia jako ujemny, a wynik GH dodatni wyraża się wzorem

$$d \dots GH = r(\sin \varphi_1 - \sin \varphi_2)$$

Rysunek II. jest urobiony z I. przez wkreślenie łuków w kąty wierzchołkowe, zatem kąty nachylenia boków α, β, \dots są te same co w I. rysunku. Ponieważ promienie łuków zawierają te kąty z prostopadłą do osi OO , to dla rzutów odcinków na oś OO zastosujemy wzór d ., a dla rzutów na prostopadłą użyjemy wzoru c . Podług powyższych wskazówek dojdziemy do następujących wzorów dla sumy rzutów odcinków (rys. II.):

Rzut na oś OO :

$$r_1(\sin \beta - \sin \alpha) + r_2(\sin \beta + \sin \gamma) + r_3(\sin \gamma - \sin \delta) + r_4(\sin \epsilon - \sin \delta)$$

Rzut na prostopadłą do osi OO :

$$r_1(\cos \alpha - \cos \beta) + r_2(\cos \gamma - \cos \beta) + r_3(\cos \gamma - \cos \delta) - r_4(\cos \delta + \cos \epsilon)$$

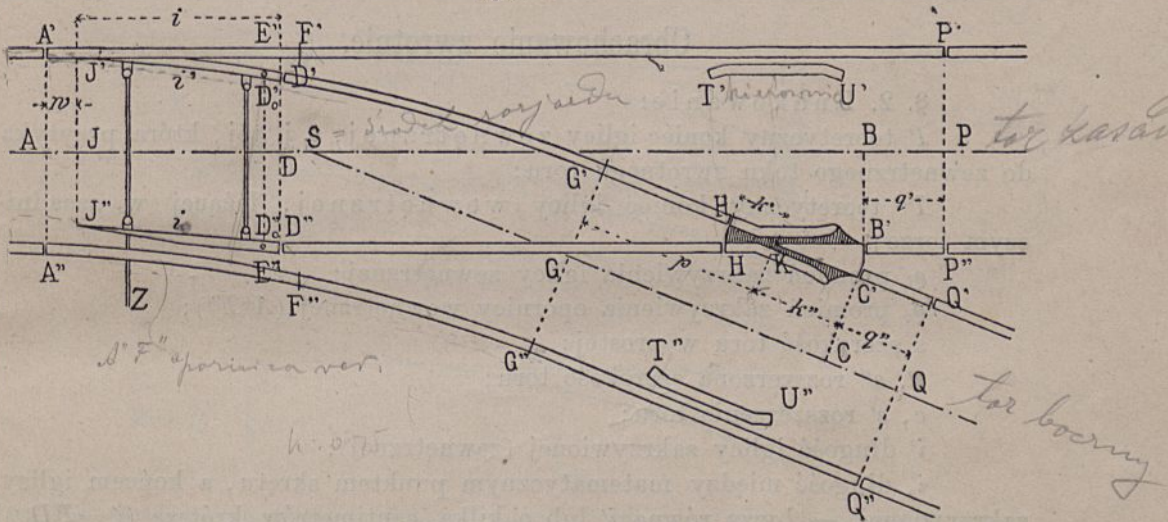
Suma rzutów prostych l znajdzie się podług wzorów a . i b . skoro się w nie wstawi l za m .

§. 1. Elementem połączenia torów jest rozjazd. Na rysunku 1., *) przedstawiającym prosty rozjazd, widzimy prosty tor zasadniczy

*) Rysunki rozjazdów są wykonane w skali dla długości znacznie mniejszej niż dla szerokości.

AP , z którego następuje odgałęzienie toru bocznego lub zwrotnego AQ , zakrzywionego po części w łuku. Część AD zwiemy zwrotnicą, gdyż na niej następuje zwrot na odgałęzieniu. Zwrotnica składa się z opornicy $A'F'$ zawsze prostej, należącej do toru zasadniczego; z opornicy $A''F''$ leżącej w torze zwrotnym, prostej albo zakrzywionej; z iglicy $I'D'$ leżącej w torze zasadniczym, zawsze prostej; z iglicy $I'D''$ prostej lub zakrzywionej, leżącej w torze zwrotnym; nareszcie z rozpór łączących obie iglice i ciągła Z , służącego do nastawiania iglic za pomocą przyrządu zwrotniczego. Punkta T , T' zowią się ostrza lub końce iglicy; one są o pewien wymiar $AI=w$

Rys. 1.



cofnięte od punktów A' i A'' , które są na styku opornic. Od styku opornic rachuje się początek rozjazdu. Punkt D zowie się osada, skretem lub też początkiem iglicy. Właściwy skręt, to jest matematyczny punkt D_0 obrotu iglicy, jest w niektórych konstrukcyach cokolwiek cofnięty od początku iglicy. Końce opornic F' , F'' są zazwyczaj po za początek iglicy przesunięte. Stycznie do iglicy w punkcie D' przytyka zewnętrzny tok łuku zwrotnego*); do końca F'' opornicy przytyka wewnętrzny tok tego łuku. W punktach G' , G'' przechodzi łuk zwrotny w prostą skrzyżowania GQ , w której znajduje się krzyżownica $HB'C'$. Prosta skrzyżowania składa się z części $G'K$ przed skrzyżowaniem o długości p , w której zawarta jest przednia prosta krzyżownicy $HK=k'$, - z tylnej prostej krzyżownicy KB' lub KC' o długości k'' , nareszcie z prostej za krzyżownicą $B'P''=q'$ i $C'Q''=q''$. Proste k' i k'' mierzą się od matematycznego punktu skrzyżowania K do końców krzyżownicy. $T'U'$ i $T''U''$ są kierownice, ubezpieczające pociąg od wykolejenia podczas przejazdu przez krzyżownicę. Jeżeli się przedłuży oś prostego toru GQ do przecięcia z osią toru zasadniczego, to punkt przecięcia S zwiemy środkiem rozjazdu.

Rozjazd łukowy posiada te same części składowe a tem tylko się różni od rozjazdu prostego, że tor zasadniczy jest również zakrzywiony, z wyjątkiem partyi AD (względnie AF') zwrotnicy, która pozostaje niezmie-

*) W niektórych konstrukcyach dopuszcza się załom w D' , w celu zwiększenia kąta skrzyżowania toków (przy K).

niona, i z wyjątkiem prostej skrzyżowania, która w torze zasadniczym również znajdować się musi. (Ob. rys. 17 i 18.).

Wszystkie znakowania użyte na rys. 1. będą w dalszym ciągu bez zmiany stosowane.

Do obrachowania połączeń torów wprowadza się jako linie teoretyczne wewnętrzne krawędzie toków (a nie środki szyn), między którymi rachuje się szerokość toru s .

Obrachowanie rozpoczniemy zwrotnicą, potem przejdziemy do rozjazdów prostych i łukowych, a nareszcie do połączeń torów prostych i łukowych.

Obrachowanie zwrotnic.

§. 2. Znakowanie:

I' teoretyczny koniec iglicy zewnętrznej, t. j. tej, która przytyka do zewnętrznego toku zwrotnego toru;

I'' teoretyczny koniec iglicy wewnętrznej, leżącej w zasadniczym torze;

ρ_i promień zakrzywienia iglicy zewnętrznej;

ρ_o promień zakrzywienia opornicy wewnętrznej ($A''I''$);

s szerokość toru w prostej;

s' , s'' rozszerzona szerokość toru;

e , e' rozszerzenie toru;

i' długość iglicy zakrzywionej (zewnętrznej);

i'_o długość między matematycznym punktem skreću, a końcem iglicy zakrzywionej, — bywa równą i' lub o kilka centymetrów krótszą ($i'_o = I'D'_o$);

i , i_o rzuty powyższych długości na opornicę (np. $i = IE'$), a także długości iglicy wewnętrznej ($i = I''D''$, $i_o = I''D''_o$);

w odstęp końców iglic od styku opornic;

$i+w$ jest długością zwrotnicy;

ω , γ kąty, które zawiera opornica ze stycznymi poprowadzonymi na końcu i na skreću iglicy zakrzywionej;

g_z odstęp linii teoretycznych na skreću iglicy zewnętrznej;

g_w " " " " " " " wewnętrznej;

b szerokość głowy opornicy (i szyn użytych do rozjazdu);

b_i szerokość głowy iglicy.

Początek zwrotnicy, jakoteż rozjazdu, rachuje się od styku opornic (A , A' , A'') a nie od końców iglic, które ze względów konstrukcyjnych są cofnięte o wymiar $w=0.3$ do 1.0 m. Na odstęp g_z składa się szerokość żłobka między iglicą i opornicą (ob. rys. 2 a.) tak wielka, aby koło poruszające się po opornicy nie ocierało rąbkami o iglicę, — i szerokość głowy iglicy. W praktyce stosuje się następujące najmniejsze wymiary żłobków:

52 mm na kolejach normalnotorowych ($s=1.435$ m)

44 " " " o 1.0 m szerokości toru

42 " " " " 0.75 m " "

Zwyczajnie obiera się cokolwiek większe wymiary.

Wymiar g_z wynosi 108 do 125 mm dla kolei normalnotorowych, 75 do 90 mm dla kolei wąskotorowych.

Rozróżniamy trzy rodzaje zwrotnic:

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

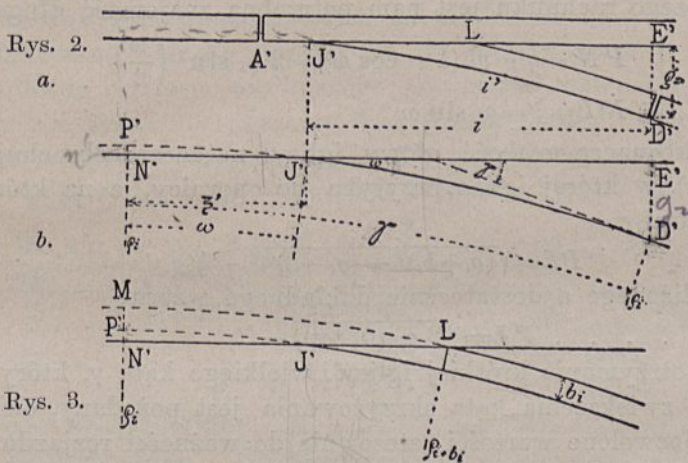
I. Takie, w których iglica i opornica należące do zwrotnego toru są zakrzywione.

II. rodzaj zwrotnic, w których obie iglice i obie opornice są proste.

III. rodzaj podobny do I., jednakże iglica zewnętrzna jest tylko w części zakrzywiona a w części prosta.

§ 3. Pierwszy rodzaj zwrotnic, w których iglica i opornica, należące do toru zwrotnego, są zakrzywione. Rys. 2. do 6.

Koniec iglicy zewnętrznej nie przeprowadza się stycznie do opornicy, boby wypadł zbyt słaby, a obrobiona długość iglicy (jak $I'L$ na



Obrano: g_z, ω, γ
 Szukano: i, γ

rys. 2 a.) byłaby za wielka. Zatem jeżeli sobie pomyślimy krawędź iglicy przedłużoną, to ona przetnie opornicę w punkcie I' pod kątem ω (rys. 2 b), który wykonuje się na $30'$ do $50'$.

W celu obrachowania iglicy obiera się zazwyczaj g_z , ω i q_i a obrachowuje kąt γ na osadzie i długość i (rys. 2 b.).

Z rzutu iglicy na prostopadłą do opornicy uzyska się równanie:

$$g_z = q_i (1 - \cos \gamma) - q_i (1 - \cos \omega) \quad \text{czyli}$$

$$= q_i (\cos \omega - \cos \gamma), \quad \text{a ztąd wzór}$$

1. $\cos \gamma = \cos \omega - \frac{g_z}{q_i}$

dla obrachowania kąta γ . Skoro ten kąt jest znany, wtedy wyznaczy się długość iglicy $I'D'$ z wzoru

2 a. $i' = q_i \operatorname{arc} (\gamma - \omega)$

a długość jej rzutu $I'E'$ na opornicę z wzoru

2 b. $i = q_i (\sin \gamma - \sin \omega) = 2 q_i \cos \frac{\gamma + \omega}{2} \sin \frac{\gamma - \omega}{2}$

Wartość i' obrachowaną z wzoru 2 a. zaokrągla się na decimetry lub centymetry a wtedy, skoro dla ω pozostawimy pierwotnie obraną wartość, zmieni się γ i g_z , które obrachujemy w następujący sposób: Z wzoru 2 a. wyznaczy się

2 c. $\operatorname{arc} \gamma = \operatorname{arc} \omega + \frac{i'}{q_i}$

zaś z wzoru 1. znajdziemy

1 a. $g_z = q_i (\cos \omega - \cos \gamma) = 2 q_i \sin \frac{\gamma + \omega}{2} \sin \frac{\gamma - \omega}{2}$

Jeżeliby zaś wymiary i' i g_z były ustalone, to przez skombinowanie wzorów 2 a. i 1 a. wyznaczymy kąt ω i γ . Mianowicie z wz. 2 a. otrzymamy

$$3 a. \dots \dots \dots \text{arc}(\gamma - \omega) = \frac{i'}{\rho_i}$$

a skoro w ten sposób wyznaczoną wartość kąta $\gamma - \omega$ wstawimy w wz. 1 a., to znajdziemy

$$3 b. \dots \dots \dots \sin \frac{\gamma + \omega}{2} = \frac{g_z}{2 \rho_i \sin \frac{\gamma - \omega}{2}}$$

Tymi dwoma wzorami są obydwie kąty wyznaczone.

Dla dalszego rachunku jest nam potrzebna znajomość długości

$$3 c. \dots \dots \dots \begin{cases} PN' = \eta' = \rho_i (1 - \cos \omega) = 2 \rho_i \sin^2 \left(\frac{\omega}{2} \right) \\ NT = \xi' = \rho_i \sin \omega \end{cases}$$

Jeżeli b_i oznacza grubość głowy iglicy, natenczas obrachuje się długość IL (rys. 3.), w której iglica przytyka do opornicy, a na którą ma być obrobiona, z wzoru

$$IL = \sqrt{(\rho_i + b_i)^2 - (\rho_i - \eta')^2} - \xi'$$

lub też z przybliżonego a dostatecznie dokładnego wzoru

$$4. \dots \dots \dots IL = \sqrt{2 \rho_i (b_i + \eta')} - \xi'$$

W celu otrzymania krótkiej iglicy i wielkiego kąta γ , który dla skrócenia rozjazdu i zwiększenia kąta skrzyżowania jest pożądany, obiera się za ρ_i najmniejsze dozwolone wartości, stosownie do ważności rozjazdu. Te wartości są następujące:

	co najmniej 180	aż do 300 m	na normalnotorowych	głównych	kolejach *)
"	100	" 200	" "	"	lokalnych "
"	60	" 100	" "	1 m	szerokich kolejach
"	40	" 70	" "	0.75 m	" "
"	12	" 50	" "		tramwayach.

Na głównych kolejach uzyskuje się długość iglicy 4.6 do 6.0 m, a kąt γ od 1°40' do 2°15'. Na drugorzędnych kolejach schodzi długość iglicy poniżej 3 m.

Powyższym rachunkiem wyznaczono iglicę zewnętrzną.

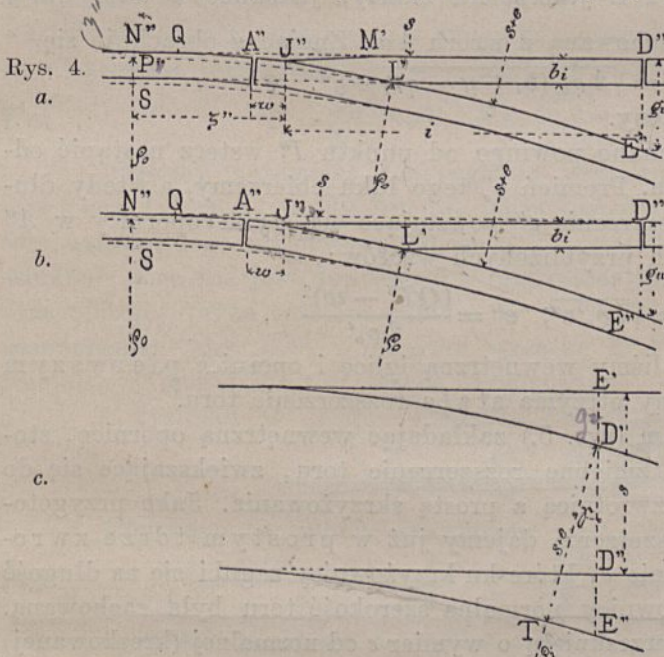
Położenie iglicy prostej, leżącej w zasadniczym torze, jakoteż wewnętrznej opornicy, zawisło od rozszerzenia, które zamierzamy zastosować w łuku toru zwrotnego rozjazdu, gdyż to rozszerzenie bodaj częściowo już w zwrotnicy przeprowadzone być powinno. Co do wielkości rozszerzenia toru e , to z powodu, że chyżość pociągów na rozjazdach jest w ogóle mniejsza, jakoteż z przyczyn konstrukcyjnych, wykonujemy ją mniejszą niżby wymagał promień zakrzywienia zwrotnego toru. Rozszerzenie wykonuje się w wymiarze 12 do 25 mm na głównych kolejach, a jeszcze mniejsze na kolejach o wąskim torze; ten wymiar zmniejsza się w zwrotnicy ku

*) Austriackie państwowe koleje 190 m, pruskie państwowe koleje 245 i 190 m. Podług norm Związku może być promień zmniejszony do 60 m na tych normalnotorowych lokalnych kolejach, na które wozy głównej kolei nie przechodzą. Zresztą można na kolejach drugorzędnych powyższe wartości jeszcze zmniejszyć, jeżeli tabor kolejowy jest urządzony na przejazd przez takie ostre łuki.

końcowi iglicy, gdzie może osiągnąć co najwyżej 10 mm (8–6 mm na wąskotorowych), jako wymiar dozwolony dla prostego toru.*)

Rozważymy dwa różne sposoby urobienia wewnętrznej opornicy i do niej przylegającej prostej iglicy.

Pierwszym sposobem (rys. 4.) przeprowadzamy nie wielkie rozszerzenie $e = 12$ do 15 mm ale zato stale w torze zwrotnym zwrotnicy i rozjazd. Uzyskujemy przez takie zarządzenie tę korzyść, że już blisko początku rozjazdu, bo w punkcie L' (rys. 4.), mamy to samo rozszerzenie co w dalszym ciągu łuku zwrotnego, zarazem jest od tego punktu łuk opornicy równoległy do łuku zewnętrznej iglicy, zakreślony promieniem $(Q_0 = \rho_z - s - e)$. Jeżeli byśmy ten łuk dalej przeprowadzili od punktu L' na lewo, jak to wskazuje linia kreskowana, aż do punktu P'' , w którym promień ρ_0 tego łuku stoi prostopadle do osi toru zasadniczego, natenczas zażwycząj nie mógłby koniec I'' iglicy przytykać do opornicy bez przekroczenia owego wymiaru 10 mm, o którym powyżej była mowa. Jeżeli z warunkiem nieprzekraczalności tego wymiaru połączymy drugi, aby linia $I''L'$ przylegania iglicy była prostą, to



przebieg opornicy od L' wstecz musi być nieregularny; partya $L'I''$ będzie prosta a od I'' wstecz odgnie się opornica łagodnym łukiem, który zakończy się dopiero w pewnym punkcie Q na toku poprzedzającym styk opornicy A'' .

Przejęcie z rozszerzonej szerokości toru w I'' do normalnej uskuteczni się albo tak jak to wskazuje rys. 4 a. przez ścięcie iglicy od I'' do dowolnego punktu M' , od którego tor zasadniczy już nie ma rozszerzenia; albo jak na rys. 4 b. przez odchylenie całej

iglicy, a wtedy rozszerzenie zniknie dopiero na osadzie iglicy. To drugie ułożenie iglicy wymaga cokolwiek mniejszej długości obrobienia.

Oznaczmy stałe rozszerzenie w łuku zwrotnym literą e , to dla układu podług rys. 4 a. znajdziemy, jeżeli odstęp $P''N''$ oznaczmy literą η'' ,

$$e = P'N' + P''N'' = \eta' + \eta'', \text{ zatem}$$

$$3 d. \dots \dots \dots \eta'' = e - \eta'$$

η' obrotowa z wzoru 3c.

*) Podług norm Związku największa szerokość toru nie może przekroczyć w prostej 1.445 m, zaś w łuku 1.465 m. W wąskim torze dla szerokości toru 1.0, 0.75, 0.60 m, zaleca się nie wprowadzać rozszerzenia toru w łukach po nad 25, 20 i 18 mm.

Długość $N''I'' = \xi''$ równa się długości ξ' obrachowanej poprzednio dla zewnętrznej iglicy (wz. 3 c.).

Jak widać z rysunku wyrazi się rzut długości obrabianej wzorem

$$4a. \dots \dots \dots I''L' = SL' - \xi'' = \sqrt{2 \rho_o (b_i - \eta'')} - \xi''$$

w którym $\rho_o = \rho_i - s - e$. Tu podstawiono rzut za rzeczywistą długość.

Jeżeli na rys. 4 c. poprowadzimy z punktu D' promień, który wewnętrzną opornicę trafi w punkcie T , to on zawiera z prostą $D'E''$ kąt γ , a długość $D'T$ równa się $s + e$, zatem

$$D'E'' = \frac{s+e}{\cos \gamma}, \text{ zaś } E'E'' = g_z + \frac{s+e}{\cos \gamma} = s + g_w$$

Z tego wzoru wyznaczymy

$$5. \dots \dots \dots g_w = g_z + \frac{s+e}{\cos \gamma} - s$$

Dla układu podług rys. 4 b. zmieni się długość obrabiana iglicy $I''L'$. Nazwijmy rozszerzenie toru w punkcie I'' literą e' , to koło L' wyniesie ono $y = e' \frac{i - I''L'}{i}$. Długości $I''L'$ jeszcze nie znamy, jednakże w wzór dla y można wstawić długość obrachowaną z wzoru 4 a. Znając y obrachuje się

$$4b. \dots \dots \dots I''L' = \sqrt{2 \rho_o (b_i + y - \eta'')} - \xi''.$$

Wzór 5. pozostaje niezmienny.

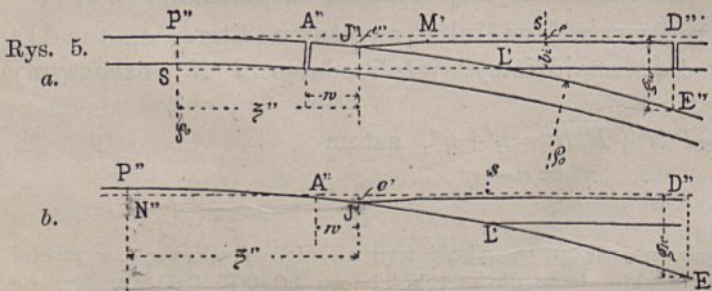
Jak powyżej wspomniano powinno od punktu I'' wstecz nastąpić odgięcie toku łagodnym łukiem. Promień ρ_o' tego łuku oberzemy, a wtedy długość łuku QI'' , jakoteż rozszerzenie e'' powstające na styku opornicy w A'' obrachujemy z następujących przybliżonych wzorów:

$$6. \dots \dots \dots QI'' = \sqrt{2 \rho_o' e''}; \quad e'' = \frac{(QI'' - w)^2}{2 \rho_o'}$$

W powyższym ustaliliśmy wewnętrzną iglicę i opornicę pierwszym sposobem, gdy tor zwrotny otrzyma stałe rozszerzenie toru.

Drugim sposobem (rys. 5.) zakładając wewnętrzną opornicę, stosujemy w zwrotnym torze zmienne rozszerzenie toru, zwiększające się do pewnego maximum między zwrotnicą a prostą skrzyżowania. Jako przygotowanie do tego większego rozszerzenia dajemy już w prostym torze zwrotnicy nie wielkie rozszerzenie e , które ku krzyżownicy zagubi się na długość jednej szyny, aby na krzyżownicy normalna szerokość toru była zachowana. Na rys. 5 a. widzimy iglicę przesuniętą o wymiar e od normalnej (kreskowanej) krawędzi, a na końcu iglicy rozszerzenie e' większe niż e , jednakże nie przekraczające owego wymiaru 10 mm. Wymiar g_w oberzemy co najmniej o e

większy niż wymiar g_z , aby w punkcie E'' mieć również tor rozszerzony, i stawiamy sobie zadanie wygiąć opornicę w łuk kołowy, przechodzący przez ustalony punkt E'' , przez koniec iglicy I'' , a stycznie do normalnej krawędzi toru zasadniczego. Promień ρ_o tego łuku, jakoteż odstęp promienia w punkcie



styczności P'' od końca iglicy, trzeba wyznaczyć. Z rysunku znajdziemy dwie następujące relacje:

$$e' = \frac{(\xi'')^2}{2 \varrho_0}; \quad g_w = \frac{(i + \xi'')^2}{2 \varrho_0}$$

Podzieliwszy jedną przez drugą uzyskamy równanie:

$$(\xi'')^2 - \frac{2 e' i}{g_w - e'} \xi'' - \frac{e' i^2}{g_w - e'} = 0$$

z którego wyznaczmy niewiadomą ξ'' :

$$7. \quad \xi'' = \frac{i}{g_w - e'} [e' + \sqrt{e' g_w}] = \frac{i \sqrt{e'}}{g_w - e'} [\sqrt{e'} + \sqrt{g_w}]$$

Z pierwszej relacji, po wstawieniu za ξ'' wartości z wz. 7. otrzymamy wzór:

$$8. \quad \varrho_0 = \frac{i^2 [\sqrt{e'} + \sqrt{g_w}]^2}{2 (g_w - e')^2}$$

Obrachowaną wartość promienia ϱ_0 można zaokrąglić. Jeżeli to zaokrąglenie może nastąpić na mniejszą liczbę, to pozostawimy obraną wartość dla g_w , a obrachujemy zmienioną długość ξ'' , zmienione rozszerzenie e' , a nareszcie rozszerzenie e'' w punkcie A'' podług wzorów:

$$7 a. \quad \xi'' = \frac{g_w^2}{2 \varrho_0} - i; \quad e' = \frac{(\xi'')^2}{2 \varrho_0}; \quad e'' = \frac{(\xi'' - w)^2}{2 \varrho_0}$$

Jeżeliby natomiast zaokrąglenie promienia ϱ_0 musiało nastąpić na większą liczbę, wtedy łuk nie może być styczny do normalnej krawędzi toru zasadniczego, z powodu że w I'' powstałoby ewentualnie większe rozszerzenie toru niż jest dopuszczalne. Zatrzymamy więc wymiary g_w i e' a łuk przechodzący przez ustalone punkta E'' i I'' przetnie normalną krawędź toru zasadniczego (rys. 5 b.) i otrzyma strzałkę $P''N'' = \eta''$, którą, jak również zmienione długości ξ'' i e'' trzeba wyznaczyć.

Z rysunku nie trudno wyczytać następującą relację:

$$g_w - e' + \frac{(\xi'')^2}{2 \varrho_0} = \frac{(i + \xi'')^2}{2 \varrho_0}$$

Użytkując tę relację znajdziemy następujące równania:

$$7 b. \quad \xi'' = \frac{\varrho_0 (g_w - e')}{i} - \frac{i}{2}; \quad \eta'' = \frac{(\xi'')^2}{2 \varrho_0} - e'; \quad e'' = \frac{(\xi'' - w)^2}{2 \varrho_0}$$

Nareszcie pozostaje do wyznaczenia długość obrobienia iglicy:

$$9. \quad I''L' = \sqrt{2 \varrho_0 (b_i + e' + \eta'')} - \xi''$$

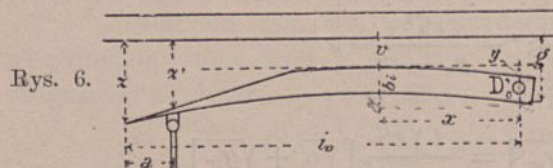
W tym wzorze podstawia się $\eta'' = 0$ jeżeli łuk jest styczny do normalnej krawędzi toru zasadniczego.

Strzałka η'' powoduje zwięźenie toru przed zwrotnicą, które nie może przekroczyć dozwolonej granicy zwięźenia (3 mm dla głównych kolei); zazwyczaj jest ono mniejsze, a zagubi się na odległość jednej szyny. Koniec iglicy będzie o różnicę $e' - e$ ścięty. Rozszerzenie e zagubi się na długość szyny następującej po iglicy.

Przez założenie wewnętrznej opornicy drugim sposobem powstaje w zwrotnym torze zwrotnicy zmienne rozszerzenie toru, które w dowolnym punkcie wyznaczy się, skoro się obrachuje rzędne łuków zewnętrznej iglicy $P'D'$ i wewnętrznej opornicy $A''E''$. Dokładne obrachowanie tych rzędnych jest niezbędne w celu ustalenia otworów na łączniki, przypadających czy to

na żelazne podkłady, czy też na blachy, układane pod zwrotnice na drewniane podkłady.

Pozostaje jeszcze obrachować wielkość przesunięcia iglicy całkowicie od opornicy odsuniętej. To obrachowanie przeprowadzimy dla zewnętrznej zakrzywionej iglicy. Wielkość odsunięcia końca iglicy (z na rys. 6.)



nie powinna przekroczyć poniżej pewnego, ze względu na bezpieczeństwo ruchu ustanowionego wymiaru. Zazwyczaj obiera się najmniejszy odstęp v między iglicą a opornicą tak wielki, aby koło toczące się na opornicy nie ocierało się o iglicę.*) Jeżeli na rys. 6. odstęp krawędzi teoretycznych na rzeczywistym skręcie D_0' nazwiemy literą g , a długość iglicy od końca do tego skrętu nazwiemy literą i_0 , to w przybliżeniu jest $g = g_z - (i - i_0) \sin \gamma$. Oznaczmy $g - v - b_i = y$, to największe miejsce między iglicą a opornicą ma od D_0' odstęp $x = \sqrt{2 \rho_i y}$, a skoro ten odstęp się obrachuje, to przesunięcie z końca iglicy, jakoteż gra z' cięgła, przytwierdzonego do iglicy w odstępie a od jej końca, wyznaczy się z następujących wzorów:

$$10. \dots \dots z = v + b_i + \frac{(i_0^2 - x)^2}{2 \rho_i}; \quad z' = \frac{i_0^2 - a}{i_0^2} z \quad z'; z = (i_0 - a) : i_0$$

Jeżeli skręt nie jest cofnięty od początku iglicy, to w obrachowaniu ilości z i z' wprowadzi się g_z za g i i za i_0 .**)

Uwaga. Wymiary i , g_z , g_w i γ wprowadzone do wzorów §. 3. odnoszą się do początku iglicy D' , D'' . Jeżeli te wymiary podane są dla skrętu (D_0' , D_0'' na rys. 1.) to muszą być na początek iglicy przerachowane nie tylko dla powyższych wzorów, lecz także dla obrachowania rozjazdów (§. 6. i dalsze). Jeżeli skręt jest o wymiar c cofnięty od początku, to $i' = i_0' + c$. a znając i obrachuje się γ z wz. 2 c., g_z z wz. 1 a. i t. d.

Jeżeli zwrotnica posiada proste iglice i opornice (§. 4.) to kąt γ pozostaje niezmienny, natomiast wymiary g_z i g_w mają być pomnożone przez $\frac{i}{i_0}$.

§. 4. Drugi rodzaj zwrotnic, w których obie iglice i obie opornice są proste, (Rys. 7. 8. 9.).

Obie iglice są symetrycznie odwrotne o równej długości i' . Kąt przylegania ω na końcu iglicy równa się kątowi γ na skręcie, z tego powodu powinien być ten kąt mały. Wykonuje się go na $1^{\circ}10'$ do $1^{\circ}50'$. Z góry obiera się g_z podług wskazówek §. 3., poczem obiera się kąt γ w granicach powyżej podanych i obrachowuje długość iglicy i' i długość rzutu i z wzoru 11. $i' = g_z \operatorname{cosec} \gamma$, $i = g_z \operatorname{cotg} \gamma$

Wartość i' zaokrągla się na decymetry lub centymetry, poczem z tego samego wzoru rachuje się γ i i .

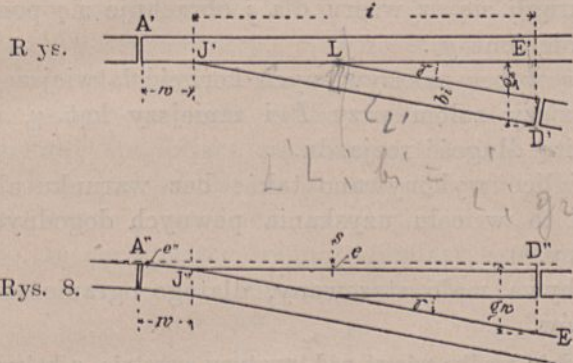
Długość obrobiona iglicy $PL = b_i \operatorname{cosec} \gamma$, lub

$$12. \dots \dots \dots PL = \frac{b_i}{g_z} i'$$

*) Podług §. 40. norm Związku dla głównych kolei ma wynosić przesunięcie końca iglicy co najmniej 100 mm, a zresztą odsunięcie iglicy ma być tak wielkie, aby koła o nią nie ocierały.

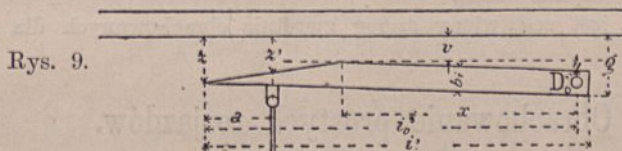
**) Do tego paragrafu odnoszą się przykłady 1. i 2. w zbiorze przykładów.

Z powodu, że iglice i opornice są proste, jest rozszerzenie toru w zwrotnicy zbędne; wykonuje się je nie wielkie, na kilka milimetrów, w tym celu, aby na początku łuku zwrotnego mieć już jakie takie rozszerzenie. O wymiar e tego rozszerzenia przesuwają się wewnętrzną opornicę wraz z iglicą toru zasadniczego (rys. 8.) równoległe do osi toru zasadniczego, tak że $g_w = g_z + e$. Jeżeli punkt A'' ma leżeć na normalnej (kreskowanej) krawędzi toru zasadniczego, wtedy wymiar w powinien równać się $e \cot \gamma$. Jeżeli w jest większe lub mniejsze od tej wartości o Δw , to w A'' nastąpi zwięźenie lub rozszerzenie toru równe $\Delta w \tan \gamma$. Zwięźenie nie



powinno przekroczyć 3 mm. Jeżeli zwięźenie jest większe, to część $A''I''$ odegnie się łukiem. Rozszerzenie e zagubi się między osadą iglicy a krzyżownicą na długość jednej szyny.

Przesunięcie końca iglicy wskazane dla zewnętrznej iglicy na rys. 9. podlega wymogom ustawionym w §. 3. Znakowanie jest to samo co na rys. 6.



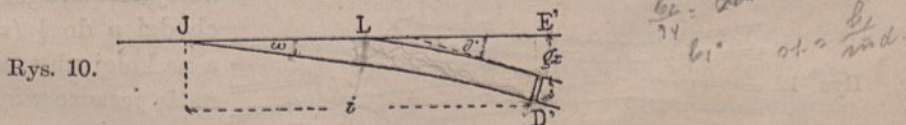
W przybliżeniu jest $x = i_0' - l \cos \gamma$ z wz. 12. W celu wyznaczenia wymiaru y obrachujemy naprzód g na skrajce D_0' z wzoru $g = g_z - (i' - i_0') \sin \gamma$, poczem znajdziemy $y = g - b_i - v$ i wyznaczymy

$$13. \dots \dots \dots \begin{cases} z = v + b_i - (i_0' - x) \frac{y}{x} \\ z' = \frac{i_0' - a}{i_0'} z \end{cases}$$

Zwykle wykonuje się większe wymiary niż te które się otrzyma z wz. 13.*)

§. 5. Trzeci rodzaj zwrotnic, w których iglica zewnętrzna jest po części prosta, po części zakrzywiona.

Prostą wykonamy ściętą część iglicy aby ułatwić obrobienie, resztę zakrzywimy łukiem, który z powodu że jest krótki, może otrzymać promienie nawet mniejsze niż te, które podano w §. 3.



Kąt przylegania ω nie powinien być zbyt mały, aby obrobiona część iglicy nie wypadła długa.

*) Ob. nr. 3. zbioru przykładów. Ob. także uwagę przy końcu §. 3.

Związek pomiędzy poszczególnymi wymiarami otrzyma się z rys 10.:

$$14. \quad \begin{cases} I'L = b_i \operatorname{cosec} \omega; & LE' = \rho_i (\sin \gamma - \sin \omega) \\ g_z = b_i + \rho_i (\cos \omega - \cos \gamma); & i = \rho_i (\sin \gamma - \sin \omega) + b_i \operatorname{cosec} \omega \end{cases}$$

Zwykle obierze się g_z , ω i ρ_i , poczem z wzoru dla g_z obrachuje się γ a potem i . Tę ostatnią wartość zaokrągla się, z wzoru dla i obrachuje się ponownie γ , poczem wyznaczy się zmienione g_z .

Takie iglice przedstawiają wobec zakrzywionych korzyść łatwiejszego obrobienia, mają jednakże silniejszy załom przy I' i mniejszy kąt γ , co wpływa niekorzystnie na całkowitą długość rozjazdu.

Po części zakrzywione iglice wykonywano także bez warunku aby część obrobiona była prostą, a to w celu uzyskania pewnych dogodnych stosunków w wymiarach zwrotnicy. *)

Trzeci rodzaj zwrotnic bywa mało stosowany, dlatego ograniczamy się na podaniu powyższych wzorów.

Uwaga. Zarządy kolejowe posiadają rzadko więcej nad trzy typy zwrotnic, z których dwa dla głównych a jeden dla bocznych linii, — i te typy stosują do wszelkich prostych i łukowych rozjazdów. Ważniejsze zwrotnice (n. p. w wjazdowych rozjazdach na stacjach) posiadają dłuższe iglice zakrzywione większym promieniem; do mniej ważnych rozjazdów i do linii podrzędnych stosuje się iglice krótsze, ostrzej zakrzywione, albo proste iglice. Zauważyć jednak należy, że do pewnych konstrukcji, jak n. p. do skupień rozjazdów lub do angielskich rozjazdów, zachodzi potrzeba iglic zakrzywionych o większym kącie γ , gdyż iglicami prostymi wykonać się nie dadzą.

Na tablicy I. jest zestawiony szereg zwrotnic obrachowanych dla różnych szerokości toru.

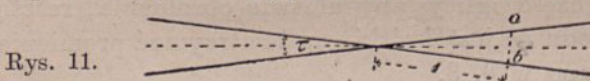
Obrachowanie prostych rozjazdów.

§. 6. W §. 1. powiedziano, że zwrotnica jest częścią rozjazdu, do której przytyka tor zwrotny. Zazwyczaj jest zwrotnica daną jakoteż promień łuku zwrotnego, a wtedy z tych danych wynika już kąt skrzyżowania, pod którym wewnętrzny tok toru zasadniczego krzyżuje się z wewnętrznym tokiem toru zwrotnego (rys. 1.). Kąt skrzyżowania, który oznaczamy stale literą τ , podaje się albo w stopniach, albo jako stosunek skrzyżowania $n = \tan \tau$ (rys. 11.). Liczba n bywa podawana albo jako ułamek o liczniku 1, albo jako ułamek dziesiętny. Stosunki na głównych kolejach używane są następujące:

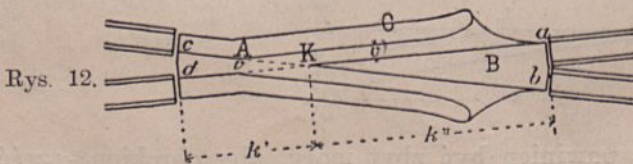
$$n = \frac{1}{8} \frac{1}{9} \frac{1}{10} \frac{1}{11} \frac{1}{12}$$

$$n = 0.12 \ 0.11 \ 0.10 \ 0.09 \ 0.08,$$

Odpowiadają im kąty skrzyżowania τ w granicach od $4^0 - 34' - 20''$ do



$7^0 - 7' - 30''$. Najbardziej używane są stosunki $\frac{1}{9}$ i $\frac{1}{10}$. Na kolejach drugorzędnych dochodzi n do $\frac{1}{8}$ (τ do $9^0 - 28'$), a na kolejach trzeciorzędnych może jeszcze większą wartość otrzymać.



Na skrzyżowaniu toków układamy krzyżownicę urobioną z szyn lub jako laną tarczę żelazną lub sta-

*) Naprzykład w Heusingera „Musterconstructionen für Eisenbahnbau Serie C“ rozjazdy projektowane przez inż. Vojacka.

lową. Taką tarczę wraz z szynami przytykających toków przedstawia rys. 12., na którym z umysłu opuszczono podkłady i części służące do wzajemnego połączenia. Linie ad i bc są to linie teoretyczne (wewnętrzne krawędzie toków) przecinające się w matematycznym punkcie skrzyżowania K . Są one zawsze proste i leżą w t. zw. prostej skrzyżowania (§. 1.). Główne części składowe krzyżownicy: Szyny kolankowe A , dziób B i skrzydła C . W kolanie wykonuje się najmniejszą szerokość żłobka, która jest dopuszczalna dla przeprowadzenia rąbka koła, a to dlatego, aby ile możności skrócić przerwę, znajdującą się między kolaniem a ostrzem dzioba K . W tej przerwie koło przejeżdżające przez krzyżownicę niema należytego podparcia i musi być pewnie prowadzone przez przeciwległe kierownice (§. 1. i rys. 1.). Stosuje się następujące średnie wymiary szerokości v żłobka:

46 mm	na	kolejach	normalnotorowych
39 "	"	"	" o 1.0 m szerokości toru
37 "	"	"	" 0.76 m " "

Szerokość żłobka v' między dziobem a skrzydłem wykonuje się bliżej ostrza równą v a zwiększającą się ku końcowi skrzydła. Długość krzyżownicy zależy od n , od v i od wymogów konstrukcyjnych. Wymiar od kolana na lewo (rys. 12.) ma być tak wielki, aby wygodne połączenie krzyżownicy z przytykającymi tokami nastąpić mogło; wypada on na 200 do 350 mm, tak że długość przedniej prostej krzyżownicy wynosi

$$15 a. \dots \dots \dots k' = \frac{v}{n} + (0.20 \text{ do } 0.35 \text{ m}).$$

Długość k'' tylnej prostej krzyżownicy wyznaczy się z warunku, aby tylna szerokość dzioba ab wystarczyła na dwie szyny przytykające do krzyżownicy. Mianowicie można żądać żeby obie szyny w całości znalazły miejsce, albo tylko obie głowy, po zestruganiu wewnętrznych stopek szyn, albo też, w celu jeszcze wydatniejszego skrócenia krzyżownicy, można oprócz stopek także głowy cośkolwiek zestrugać. Jeżeli b i b' oznaczają szerokość głowy i szerokość stopki szyny, to powyższym warunkom odpowiadają wymiary

$$15 b. \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} k'' \geq \frac{b+b'}{n}, \text{ albo} \\ k'' = \frac{2b}{n}, \text{ albo} \\ k'' < \frac{2b}{n} \end{array} \right.$$

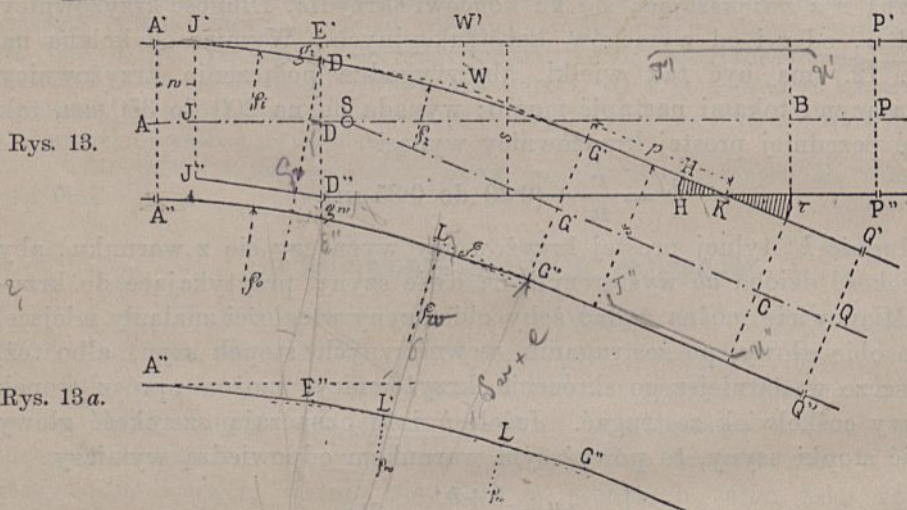
Dla głównych kolei wykonano k'' w granicach od 970 do 2 200 mm; dla podrzędnych znacznie krótsze. Całkowita długość krzyżownicy równa $k'+k''$.

W §. 1. powiedziano, że łuk zewnętrznego toku zwrotnego toru przechodzi w punkcie G' (rys. 1.) w prostą skrzyżowania, sięgającą po końcowy styk rozjazdu w Q' . Prostą $G'K$ poprzedzającą punkt skrzyżowania oznaczyliśmy literą p . Daje się jej długość, dochodzącą do 6 m w tym celu, aby wóz na pewnej długości $G'H=p-k'$ stał już w prostej i w prostym kierunku wjechał swobodnie na krzyżownicę, na której z różnych przyczyn istnieje niebezpieczeństwo wykolejenia. Gdy jednakże wóz podczas przejazdu łuku zwrotnego jest z powodu siły odśrodkowej party na zewnątrz, to z powodu bezwładności to parcie pozostanie podczas przejazdu przez krzyżownicę, po-

mimo kilkumetrowej prostej $G'H$, a niebezpieczeństwo wjechania rąbkiem koła na dziób usuwa dokładnie ułożona i silnie przytwierdzona kierownica $T''U''$. To też gdy prosta przed krzyżownicą $G'H=p-k'$ nie jest w stanie zapobiedz parciu kół na zewnątrz, dajemy jej w nowszych konstrukcjach mały wymiar, a w rozjazdach kolei podrzędnych możemy ją całkiem opuścić, to znaczy ograniczymy wymiar p przedniej prostej skrzyżowania na długość k' . Uzyskujemy przez to skrócenie rozjazdu. Przeciwnie może być ze względów konstrukcyjnych, jak n. p. dla skupienia rozjazdów (§§. 24—30), większa długość p pożądana.

Co do promienia ρ_z dla zewnętrznego toku zwrotnego toru, to — w celu skrócenia rozjazdu — może otrzymać takie małe wartości, jak dla zakrzywionej iglicy (§. 3.). Promień ρ_w dla wewnętrznego toku może otrzymać większą lub mniejszą wartość niż ρ_z , zależnie od sposobu założenia tego toku.

§. 7. Obrachowanie zewnętrznego toku toru zwrotnego.
Zwrotnica AD jest dana, zatem znany kąt γ , jakoteż wymiary g_z i g_w . Je-



Rys. 13.

Rys. 13a.

żeli wykonamy rzut linii $D'G'K$ na kierunku prostopadły do osi toru zasadniczego, to długość tego rzutu równa się $D'D''=s-g_z$, zatem

$$a. \dots s-g_z = \rho_z (\cos \gamma - \cos \tau) + p \sin \tau.$$

Równanie a . pokazuje nam związek, jaki zachodzi między niewiadomymi ilościami ρ_z , p i τ . Ze zwiększeniem lub zmniejszeniem promienia ρ_z zmniejsza się lub zwiększa kąt τ , a z nim stosunek skrzyżowania.

Ponieważ mamy tylko jedno równanie, zatem możemy tylko jedną niewiadomą obrachować, a dwie pozostałe ilości stosownie obrać.

Podług tego którą ilość chcemy uważać jako niewiadomą będzie tok rachunku różny. Sądzę, że najlepiej postąpimy, jeżeli obierzemy ρ_z i p odpowiednio do wymogów, stosując się do wskazówek podanych w poprzednim paragrafie, a obrachujemy τ . W tym celu napiszemy wzór a . w tej formie

$$\rho_z \cos \tau - p \sin \tau = \rho_z \cos \gamma - (s-g_z), \text{ lub}$$

$$\frac{\rho_z}{p} \cos \tau - \sin \tau = \frac{\rho_z \cos \gamma - (s-g_z)}{p}$$

Wprowadźmy kąt pomocniczy φ , podstawiając $\tan \varphi = \frac{q_z}{p}$, a otrzymamy wzór

$$16 a. \dots \sin(\varphi - \tau) = \frac{q_z \cos \gamma - (s - g_z)}{p} \cos \varphi$$

który posłuży do obrachowania kąta τ .

Na tem możnaby rachunek ukończyć. Jednakże zwykle żąda się, żeby albo kąt τ w okrągłej liczbie stopni, albo stosunek skrzyżowania $\tan \tau$ w okrągłej liczbie był podany. Natenczas zaokrąglimy jedno lub drugie. Zmiana kąta τ powoduje zmianę długości q_z lub p . Ponieważ nam na tem zależy, aby q_z było wyrażone w liczbie całkowitej, to pozostawimy pierwotnie obraną wartość a i obrachujemy zmienioną długość prostej p . Jeżeli nie chcemy, aby pierwotna wartość p była zmniejszoną, natenczas powyższe zaokrąglenie kąta lub stosunku skrzyżowania trzeba na mniejszą liczbę skutecznici. Długość p obrachujemy z równania a . podług wzoru

$$16 b. \dots \left\{ \begin{array}{l} p = \frac{(s - g_z) - q_z (\cos \gamma - \cos \tau)}{\sin \tau}, \text{ lub} \\ p = \frac{(s - g_z) - 2 q_z \sin \frac{\tau + \gamma}{2} \cdot \sin \frac{\tau - \gamma}{2}}{\sin \tau} \end{array} \right.$$

Druga forma wzoru nadaje się lepiej do rachowania logarytmami.

W celu ułożenia zewnętrznego toku z szyn trzeba znać jego długość. Obrachujemy przedewszystkiem dla znalezionej stosunku skrzyżowania, podług wskazówek §. 6, długości k' i k'' , poczem znajdzie się długość $D'H$ z wzoru

$$16 c. \dots D'H = q_z \arccos(\tau - \gamma) + p - k'$$

Nareszcie mogą być pożądane spólrzędne punktu wierzchołkowego W łuku zwrotnego. Do tego posłużą wzory

$$16 d. \dots \left\{ \begin{array}{l} E'W' = q_z \tan \frac{\tau - \gamma}{2} \cos \gamma; \quad A'W' = w + i + E'W'; \\ W'W = g_z + (E'W') \tan \gamma. *) \end{array} \right.$$

§. 8. Obrachowanie wewnętrznych toków. Wewnętrzny tok $D''H$ toru zasadniczego (rys. 13.) ma od zewnętrznego toku odstęp równy zwykłej szerokości toru s , albo zwiększonej w punkcie D'' , a stąd przechodzącej przed krzyżownicą w zwykłą szerokość zależnie od tego, którym ze sposobów podanych w §§. 3. i 4. urobiono wewnętrzny tok zwrotnicy. W celu ułożenia z szyn obrachujemy jego długość z wzoru

$$17. \dots D''H = 2 q_z \cos \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\tau - \gamma}{2} + p \cos \tau - k' = L_o$$

Wewnętrzny tok toru zwrotnego urobi się różnie zależnie od tego, w jaki sposób w łuku toru zwrotnego ma być przeprowadzone rozszerzenie toru. Jeżeli je przeprowadzimy pierwszym sposobem, podanym w §. 3., t. j. w stałej wartości e' , natenczas łuk przytykający stycznie w E'' do końca

*) Do tego §. odnoszą się nr. 4. 5. i 6. w zbiorze przykładów.

wewnętrznej zakrzywionej opornicy jest współśrodkowy z łukiem toku zewnętrznego, a jego promień $q_w = q_z - s - e$.

Ponieważ już przed krzyżownicą, a więc powiedzmy w początku G prostej skrzyżowania, powinna być normalna szerokość dochowana, zatem punkt G'' ma od owego łuku odstęp równy e . Przejście z łuku w prostą skrzyżowania, a zarazem zagubienie rozszerzenia toru uskutecznimy najprościej w ten sposób, że z punktu G'' poprowadzimy prostą styczną do łuku. Jeżeli L jest punktem styczności, to z trójkąta prostokątnego, którego wierzchołkami są punkta L , G'' i środek łuku M_o , znajdziemy długość

$$LG'' = \sqrt{(q_w + e)^2 - q_w^2}, \text{ lub dostatecznie dokładnie}$$

$$18 a. \dots \dots \dots LG'' = \sqrt{2} q_w e$$

zaś kąt odchylenia stycznej od prostej skrzyżowania wyznaczy się z wzoru

$$18 b. \dots \dots \dots \text{tang } \sigma = \frac{LG''}{q_w} = \sqrt{\frac{2e}{q_w}}$$

Załom powstały przez to odchylenie o σ w punkcie G'' nie jest dla ruchu szkodliwy; po pierwsze bo jest niewielki (dla głównych kolei nie osiąga 1^0), po drugie dlatego, bo rąbki kół nie dotykają w tem miejscu szyny, gdyż albo wóz jest party na zewnątrz gdy wjeżdża na zwrotnicę, albo jest w kierunku prostej dokładnie prowadzony gdy jedzie ze zwrotnicy.

Jeżeli do konstrukcyi zwrotnicy użyto prostych iglic i opornic, a chcemy w łuku toru zwrotnego dać stałe rozszerzenie e' , w ogóle większe niż rozszerzenie e wprowadzone do zwrotnicy (§. 4.), natenczas wykonamy przejście z wewnętrznego toku łuku zwrotnego do prostej skrzyżowania w G'' w ten sposób jak to powyżej podano, zaś połączenie tego toku z opornicą w punkcie E'' (rys. 13 a.) wykona się również za pomocą stycznej $E''L'$, poprowadzonej z E'' do łuku, tylko w wzory 18 a. i 18 b. wprowadzi się za e różnicę pomiędzy rozszerzeniem e a rozszerzeniem wprowadzonym do zwrotnicy (§. 4.). Załom w E'' będzie znacznie mniejszy niż w G'' .

W celu ułożenia z szyn wewnętrznego toku, musimy znać jego długość od E'' do G'' . Jeżeliby promień q_w poprowadzony w E'' zawierał z prostopadłą do osi AB (rys. 13.) ten sam kąt γ , co promień q_z w punkcie D' , to długość łuku między E'' i L wynosiłaby $q_w \text{ arc } (\tau - \gamma - \sigma)$. Gdy jednak promień w D' wyprowadzony trafia łuk wewnętrzny nie w E'' lecz w innym punkcie a , to powyższa długość jest krótszą o wymiar aE' , który się równa $(s+e) \sin \gamma$. Zatem długość toku między E'' i G'' wynosi

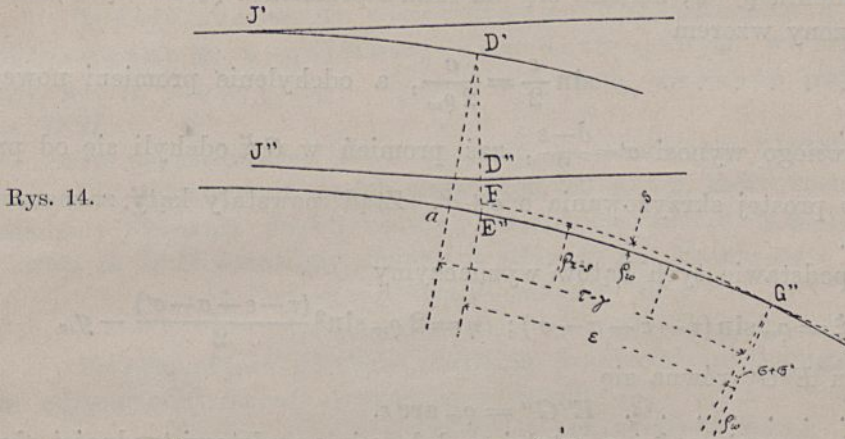
$$18 c. \dots \dots \dots E''G'' = q_w \text{ arc } (\tau - \gamma - \sigma) - (s+e) \sin \gamma + LG''.$$

Podług tego samego wzoru obrachujemy tę długość w zastosowaniu do rys. 13 a.

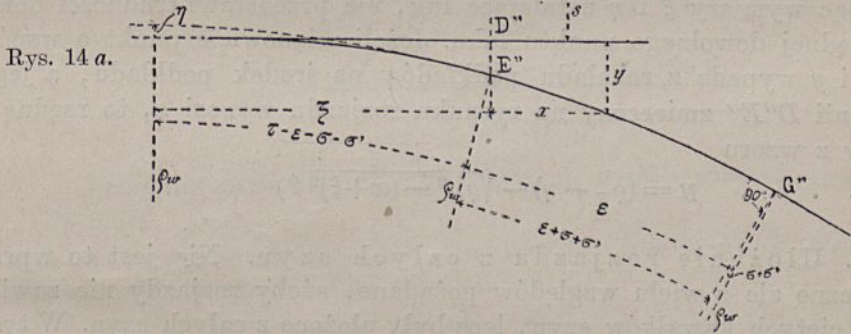
Zupełnie inaczej rzecz się przedstawi, jeżeli urabiamy wewnętrzną zakrzywioną opornicę drugim sposobem podanym w §. 3. i chcemy w łuku toru zwrotnego zastosować zmienne, ku środkowi tego łuku aż do wymiaru e_o zwiększające się rozszerzenie toru. Wtedy włożymy między punkta E'' i G'' łuk, który ani do opornicy w E'' , ani do prostej skrzyżowania w G'' nie będzie styczny, a którego promień q_w wyznaczymy z warunku, że w środku łuku toru zwrotnego rozszerzenie toru ma wynosić e_o . Pomyślmy sobie z punktu G'' poprowadzony łuk współśrodkowy z zewnętrznym tokiem (linia kreskowana na rys. 14.), zatem opisany promieniem

$\varrho_2 - s$, i skreśmy go około punktu G'' aż wpadnie na E'' , to koniec F' tego łuku posunął się o rozszerzenie e obrane w zwrotnicy, wynoszące $g_w - g_z$, zaś środkowy punkt łuku posunął się o $\frac{e}{2}$.

Przedewszystkiem wyznaczmy długość cięciwy FG'' . Długość łuku



Rys. 14.



Rys. 14 a.

$FG'' = E''G''$ znajdziemy podług wzoru 18 c., w którym za ϱ_w wstawimy wartość $\varrho_2 - s$, poczem kąt środkowy δ tego łuku obrachuje się jako arc $\delta = \frac{E''G''}{\varrho_2 - s}$, a znając δ obrachujemy długość cięciwy $FG'' = c$ z wzoru

$$c = 2(\varrho_2 - s) \sin \frac{\delta}{2}.$$

Nazwijmy strzałkę łuku FG'' literą y , to $y = \frac{c^2}{8(\varrho_2 - s)}$. Ponieważ po skreśleniu tego łuku w położeniu $E''G''$ nastąpiło w środku łuku rozszerzenie $\frac{e}{2}$, a chcemy mieć rozszerzenie e_0 , więc łuk który chcemy wykreślić niewiadomym promieniem ϱ_w otrzyma strzałkę $y' = y - \left(e_0 - \frac{e}{2}\right)$. Z powodu, że strzałka y' jest mała, zatem łuk płaski, możemy promień ϱ_w wyznaczyć z uproszczonego wzoru

$$19 a. \dots \dots \dots \varrho_w = \frac{c^2}{8y'} = (\varrho_2 - s) \frac{y}{y'}$$

poczem zaokrąglimy go na całkowitą liczbę.

Aby umożliwić wyrachowanie rzędnej łuku w dowolnym punkcie (na środkach podkładów), ustalimy łuk za pomocą wymiarów ξ i η , odno-

szących się do promienia prostopadłego do toru zasadniczego (rys. 14 a.). W tym celu wyznaczmy naprzód kąty, odpowiadające promieniom łuku w punktach E'' i G'' . Otóż skrócenie kreskowanego łuku w położenie $E''G''$ nastąpiło o kąt σ , dla którego jest $\text{arc } \sigma = \frac{e}{c}$. Pierwotny kąt środkowy δ łuku o promieniu $\rho_s - s$, zmienił się dla łuku o promieniu ρ_w na kąt ε , który jest wyznaczony wzorem

19 b. $\sin \frac{\varepsilon}{2} = \frac{c}{2\rho_w}$, a odchylenie promieni nowego

łuku od dawnego wynosi $\sigma' = \frac{\delta - \varepsilon}{2}$, zaś promień w G'' odchylił się od prostopadłej do prostej skrzyżowania o $\sigma + \sigma'$. Ztąd powstały kąty zaznaczone na rys. 14 a.

Na podstawie tych kątów wyznaczymy

19 c. . . $\xi = \rho_w \sin(\tau - \varepsilon - \sigma - \sigma')$; $\eta = 2\rho_w \sin^2 \frac{(\tau - \varepsilon - \sigma - \sigma')}{2} - g_w$

Długość toku $E''G''$ równa się

19 d. $E''G'' = \rho_w \text{arc } \varepsilon$.

Znając wymiary ξ i η ustalające łuk, nie przedstawi trudności obrachowanie rzędnej dowolnego punktu łuku. Jeżeli mianowicie punkt o współrzędnych x i y wypada z rozkładu podkładów na środek podkładu, a jego odstęp od linii $D''E''$ zmierzony na rysunku rozjazdu wynosi x , to rzędny y obrachujemy z wzoru

19 e. $y = (\rho_w - \eta) - \sqrt{\rho_w^2 - (x + \xi)^2}$ *)

§. 9. Ułożenie rozjazdu z całych szyn. Nie jest to wprowadzić konieczne ale z wielu względów pożądane, ażeby rozjazdy nie zawierały osobno ciętych kawałków szyn, lecz były ułożone z całych szyn. W tym celu posiadają zarządy kolejowe obok szyn normalnej długości, także szyny a normalne o mniejszej lub większej długości niż normalne, nareszcie t. zw. szyny skrócone, o kilka centymetrów od powyższych krótsze.

Jeżeli się zamierza ułożyć rozjazd z całych szyn, natenczas trzeba obrachowanie rozjazdu na razie ograniczyć na wzory 16 a., b., c. i 17. Przedewszystkiem będziemy się starali ułożyć toki $D'H$ i $D''H$, stykające się z iglicami. Zauważyć należy, że nawet nowsze, a zresztą racjonalnie projektowane rozjazdy, wykazują w tokach zawierających iglice krótkie kawałki szyn.

Otóż kombinując długościami szyn, któremi rozporządzamy, ułożymy długość $D'H$ tak, aby suma długości szyn, zwiększona szparami 4—6 mm szerokiemi, ile możliwości do tej długości się zbliżyła. Gdy jedną z tych szyn zastąpimy odpowiadnią skróconą, to otrzymamy długość zbliżoną do $D''H$, gdyż $D'H$ i $D''H$ różnią się tylko o kilka centymetrów. Tę długość $D''H$ ułożoną z całych szyn oznaczymy literą L_0 . Ona jest zasadniczą tak dla dalszego rachunku, jakoteż, jak później zobaczymy, dla urobienia rozjazdów łukowych.

*) Ob. nr. 4., 5. i 6. w zbiorze przykładów.

Otóż L_0 wypadnie mniejsze lub większe niż pierwotna długość $D''H$. Przypatrzysz się rysunkowi 13. nie trudno zauważyć, że w pierwszym przypadku prosta WK przesunie się równolegle ku iglicom, przezco prosta $D'W$ się skróci, a w dalszej konsekwencji musi się ϱ_z zmniejszyć, zaś p się zwiększy; w drugim przypadku ϱ_z się zwiększy a p zmniejszy.

Jeżeli zatem do pierwotnego obrachowania rozjazdu zastosowano ϱ_z w najmniejszym dozwolonym wymiarze, natenczas L_0 może mieć tylko większą wartość niż pierwotne $D''H$.

To poprzedziwszy przystępujemy do ponownego obrachowania rozjazdu. Dla wyznaczenia dwóch niewiadomych ϱ_z i p , które doznają zmiany, posiadamy równania dwóch rzutów, mianowicie wzór a. w §. 7. i wzór 17., w który za $D''H$ wstawimy zmienioną długość L_0 . Zatem

$$\begin{aligned} s - g_z &= \varrho_z' (\cos \gamma - \cos \tau) + p' \sin \tau \\ L_0 &= \varrho_z' (\sin \tau - \sin \gamma) + p' \cos \tau - k'. \end{aligned}$$

Po pomnożeniu górnego równania przez $\cos \tau$, a dolnego przez $\sin \tau$ i po odjęciu obu równań otrzymamy równanie

$$L_0 \sin \tau - (s - g_z) \cos \tau = \varrho_z' [1 - \cos (\tau - \gamma)] - k' \sin \tau,$$

z którego wyznaczmy jedną niewiadomą

$$20. \dots \dots \dots \varrho_z' = \frac{(L_0 + k') \sin \tau - (s - g_z) \cos \tau}{2 \sin^2 \left(\frac{\tau - \gamma}{2} \right)}$$

Podobnie otrzyma się z powyższych dwóch równań, po wyłączeniu ϱ_z' , równanie

$$L_0 (\cos \gamma - \cos \tau) - (s - g_z) (\sin \tau - \sin \gamma) = p' [\cos (\tau - \gamma) - 1] - k' (\cos \gamma - \cos \tau)$$

z którego wyznaczmy drugą niewiadomą

$$21 a. \dots \dots \dots p' = \frac{(s - g_z) \cos \frac{\tau + \gamma}{2} - (L_0 + k') \sin \frac{\tau + \gamma}{2}}{\sin \frac{\tau - \gamma}{2}}$$

Promień ϱ_z' otrzymany z wzoru 20. można zaokrąglić (na 5 m), ale tylko na mniejszą liczbę ϱ_z'' ; przezto przesunie się początek i koniec łuku tak, że między D' a początkiem łuku powstanie prosta o długości $(\varrho_z' - \varrho_z'')$ tang $\frac{\tau - \gamma}{2}$, a o tę samą długość zwiększy się p' , tak że ostatecznie długość przedniej prostej skrzyżowania otrzyma wartość

$$21 b. \dots \dots \dots p'' = p' + (\varrho_z' - \varrho_z'') \text{ tang } \frac{\tau - \gamma}{2}$$

Dokładna długość toku $D'H$ gdy się zastosuje promień ϱ_z' i prostą p' wyznaczy się wzorem

$$22. \dots \dots \dots D'H = \varrho_z' \text{ arc } (\tau - \gamma) + p' - k'. *)$$

Trzeba ją ponownie z całych szyn ułożyć, a ewentualnie drobną różnicę długości wyrównać szerokością szpar. Przystosowanie wewnętrznego toku toru zwrotnego uskuteczni się podług wskazówek podanych w §. 8.

*) Ta długość zmieni się tak nieznacznie, jeżeli się wprowadzi ϱ'' i p'' , że można ją zawsze podług wz. 22. obrachować.

Za krzyżownicą leżą partye $B'P''$ i $C'Q'$ prostej skrzyżowania (rys. 1.), które również całą szynę powinny otrzymać. Długość tej szyny ma być tak dobrana, aby jej koniec leżał dokładnie w prostopadłej do osi toru z końcem drugiego przynależnego toku, jako zakończenie rozjazdu. Jestto warunek trudny do zachowania, gdyż tylko bardzo drobne różnice mogą być wyrównane szerokościami szpar.

Jeżeli dopełnienie tego warunku okaże się niemożliwe, albo jeżeli zależy na możliwym skróceniu rozjazdu, albo nareszcie jeżeli rozkład szyn w pewnych normalnych połączeniach rozjazdu z innymi torami tego wymaga, zastosuje się w tej końcowej partyi niecałe, cięte szyny. Ich długość ma być tak dobrana, aby powyższemu warunkowi zrównania końców przynależnych toków zadość czyniła, aby odstęp ich końców był tak wielki, żeby podkłady przytykających do końca rozjazdu torów wyminąć się mogły, nareszcie aby nie były krótsze niż najmniejsza, ze względów na pewne ułożenie szyny ustalona długość. Jako taką uważają jedni 2·5 do 3 m, inni zaś długość szyny ułożonej na trzech podkładach. Zazwyczaj wypadną długości q' i q'' różne tem bardziej, że dla dogodnego włączenia rozjazdu w niektóre połączenia torów (n. p. w rozjazd krzyżowy w §. 51.) jest pewna długość q'' pożądana.

Nareszcie pozostaje ułożenie z całych szyn toków przytykających do opornic, co w ogóle nie przedstawi większych trudności. Zważyć tylko należy aby styki tych szyn o ile możności spadały ze stykami szyn toków przytykających do iglic; żeby dostosowane długości q' i q'' mogły powyższym warunkom zadość uczynić; żeby należyty rozkład podkładów był możliwy; nareszcie żeby niebyło styku w partyi naprzeciw krzyżownicy położonej. Całkowita długość rozjazdu mierzy się od styku opornic A po koniec P prostej q' , a wyznaczy się z wzoru

23. $L = w + i + L_o + (k' + k'') + q'$

§. 10. Jeżeli zwrotnica nie jest dana, do której dalsze obracowanie rozjazdu ma być zastosowane, to można iglicę i zewnętrzny tok zwrotnego toru zakrzywić tym samym promieniem ρ_z . Mamy wtedy, niewzglądniąc na razie osobno iglicy, jeden łuk od P do G' (rys. 13.). Rzut tego łuku na prostopadłą do osi toru zasadniczego wyznaczy równanie *)

$$s = \rho_z (\cos \omega - \cos \tau) + p \sin \tau.$$

Obrawszy dla ρ_z , ω i p stosowne wartości, znajdziemy z tego równania wzór dla wyznaczenia kąta τ , w podobny sposób jak wyznaczono wzór 16 a.:

24 a. $\sin(\varphi - \tau) = \frac{\rho_z \cos \omega - s}{p} \cdot \cos \varphi$

Wartość kąta φ otrzyma się z wzoru $\tan \varphi = \frac{\rho_z}{p}$.

Jeżeli i tu również zaokrąglimy znaleziony kąt τ , lub stosunek skrzyżowania, to zmienioną przeto długość p wyznaczymy z wzoru

*) To równanie otrzyma się z równania a. w §. 7. po podstawieniu $g_z = 0$ i ω za γ .

$q' \approx q'' = 2.5 \rightarrow 3.0 m$

naprzeciw!

$$24b. \dots \dots p = \frac{s - 2q_z \sin \frac{\tau + \omega}{2} \cdot \sin \frac{\tau - \omega}{2}}{\sin \tau}$$

Teraz obierze się g_z (§. 2.) i obrachuje γ i długość iglicy z wzorów 1. i 2 a., w które się podstawią q_z za q_i .

Znalezioną długość i zaokrągłi się na większą wartość i obrachuje zmienione przez to wartości g_z i γ . W tym celu posłużymy się rysunkiem 2 b. Wymiar g_z znajdziemy jako różnicę strzałek łuku $P'D'$ i łuku $P'T$, zatem $g_z = \frac{(q_z \sin \omega + i)^2 - (q_z \sin \omega)^2}{2 q_z}$. Po należytem skróceniu otrzyma się wzór dla g_z , zaś dla wyznaczenia kąta γ powtarzamy wzór 2 a.:

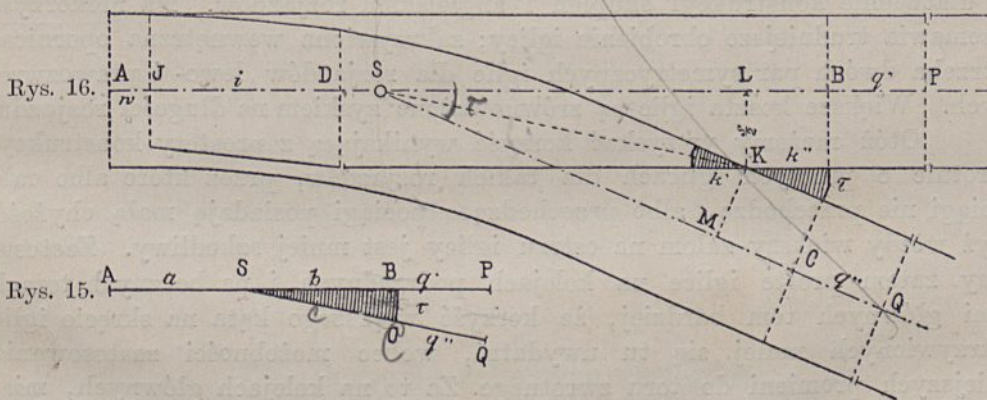
$$25. \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} g_z = i \left(\sin \omega + \frac{i}{2 q_z} \right) \\ \text{arc } \gamma = \text{arc } \omega + \frac{i'}{q_z} \end{array} \right.$$

Dla dalszego obrachowania zozjazdu pozostają §§. 3., 6., 7. i 8. bez zmiany.

Jeżeliby i w tym przypadku ułożenie rozjazdu z całych szyn było zamierzone, wtedy zaraz po obrachowaniu wartości z wz. 25. trzeba obrachować $D''H$ i próbować ułożyć z szyn podług wskazówek §. 9.

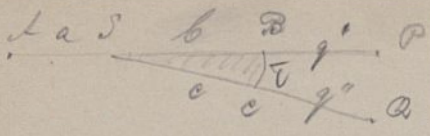
Jeżeli suma długości szyn L_o tylko nieznacznie się różni od długości $D''H$, to można wyrównanie uskutecznić przez zmianę długości iglicy, poczem trzeba obrachowanie g_z i γ ponownie przeprowadzić. *)

§. 11. Szemat rozjazdu. W celu zaznaczenia rozjazdów na planach stacyjnych, a głównie w celu łatwiejszego obrachowania połączeń torów, o czem później będzie mowa, trzeba rozjazd przedstawić w formie szematu. Rys. 1. okazuje, że stałym, niezmiennem zakończeniem rozjazdu są końce krzyżownicy, zatem punkta B i C . Partye BP i CQ mogą być,



jeżeliby to okazało się potrzebnem, zmienione przez włożenie innej szyny przed P' i Q'' i zastosowanie do nich zmienionych długości q' i q'' , dlatego ograniczymy szemat, przedstawiony na rys 15. punktami B i C . AB jest osią toru zasadniczego, która z osią prostej partii toru zwrotnego przecina się w punkcie S , zwanym środkiem rozjazdu.

*) Do tego §. odnosi się po części nr. 5. w zbiorze przykładów.



Oznaczmy długości $AS=a$, $SB=b$, $SC=c$. Te długości wraz z kątem τ , lub stosunkiem skrzyżowania $n=\text{tang } \tau$, wyznaczają w zupełności szemat. Ewentualnie podaje się jeszcze długości q' i q'' , jakoteż całkowita długość $AP=a+b+q'$. Obrachowanie powyższych długości przeprowadzimy na podstawie rys. 16.

Przedewszystkiem jest $SL=SM=\frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2}$, a uwzględniając znakowanie konsekwentnie w poprzednich paragrafach używane, jest $AL=w+i+L_o+k'$. Zatem

$$26. \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} AL-SL = a = w+i+L_o+k' - \frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2} \\ SL+LB = b = c = \frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2} + k''. *) \end{array} \right.$$

§. 12. Rozpatrzywszy się w wymogach konstrukcyi rozjazdów, możemy odpowiedzieć na pytanie, kiedy należy stosować zwrotnice z zakrzywionemi, a kiedy z prostemi iglicami.

Użycie prostych iglic przedstawia następujące korzyści: Prostota wykonania iglic, skutkiem czego są tańsze; symetryczność lewej i prawej iglicy, co znów umożliwia zastosowanie tych samych iglic do zwrotnic lewozrotnych i prawozrotnych, t. zn. zwracających w lewo lub w prawo; prosta wewnętrzna opornica. Ujemną stroną w zastosowaniu prostych iglic jest załom na końcu iglicy pod kątem stosunkowo wielkim, jakoteż cokolwiek większa całkowita długość rozjazdu.

Natomiast na korzyść stosowania zwrotnic o zakrzywionych iglicach przytoczymy: Łagodniejszy wjazd wozu w zwrotnicę; większy kąt γ , który umożliwia albo zwiększenie kąta skrzyżowania a przeto skrócenie długości rozjazdu (o 2 do 3 m na głównych kolejach), alboważ zwiększenie promienia ρ_2 ; ułatwienie konstrukcyi skupień i angielskich rozjazdów. Na niekorzyść przemawia trudniejsze obrobienie iglicy; zakrzywiona wewnętrzna opornica; potrzeba dwóch par symetrycznych iglic dla rozjazdów lewo- i prawozrotnych. Większe koszta iglic są zrównoważone zyskiem na długości rozjazdu.

Otóż możemy wyzyskać korzyść wynikającą z prostoty konstrukcyi zwrotnic o prostych iglicach dla takich rozjazdów, przez które albo całe pociągi nie przechodzą, albo przechodzące pociągi posiadają małą chyżość, gdyż wtedy większy załom na ostrzu iglicy jest mniej szkodliwy. Zastosujemy zatem proste iglice na kolejach podrzędnych i na bocznych torach kolei głównych tem bardziej, że korzyść większego kąta na skřęcie iglic zakrzywionych mniej się tu uwydatni, wobec możebności zastosowania mniejszych promieni do toru zwrotnego. Za to na kolejach głównych, mianowicie na liniach pospiesznych, stosuje się iglice zakrzywione. (Ob. także uwagę w §. 5.).

§. 13. W celu zorientowania się jakie stosunki zachodzą pomiędzy elementami konstrukcyjnymi rozjazdu, powołujemy się na przykłady przy końcu dzieła podane, na tabelę, zawierającą szereg przez nas rachowanych

*) Do tego §. odnoszą się nr. 4., 5. i 6. zbioru przykładów.

rozjazdów, nareszcie podajemy poniżej niektóre daty, z dzieł innych autorów wyjęte.

Koleje główne.

W trzeciej i czwartej rubryce odnoszą się pierwsze liczby do zwrotnic z prostemi, drugie do zwrotnic z zakrzywionemi iglicami.

n	p	L_o+k'	q_z	n	p	L_o+k'	q_z
0.08	4	24—21	330—420	0.11	1	20—17	205—230
	8	22—19	225—280		4	18—16	150—165
0.09	3	22—19	270—320	0.12	1	18—16	170—185
	7	20—18	180—210		2	17—15	155—170
0.10	2	21—18	230—265	0.13	1	17—15	145—155
	6	18—16	150—170		2	16—14	130—140

Koleje drugorzędne.

Długość $p=0$.

n	$s=1.435$		$s=1.00$		$s=0.75$	
	L_o+k'	q_z	L_o+k'	q_z	L_o+k'	q_z
0.12	18	200	12	134	9	99
0.13	17	165	11	113	8	83
0.14	16	138	11	97	8	70
0.16	14	100	10	73	6	52
0.20	12	68	8	46	5	32

Obrachowanie łukowych rozjazdów.

§. 14. Im częściej zachodzi potrzeba przekształcania istniejących stacyi z powodu wzmagającego się ruchu, — im bardziej posuwamy się z budową kolei żelaznych w trudne tereny górzyście, w których zakładanie stacyi w łukach i wynikające ztąd połączenia łukowych torów stają się niezbędnymi, — tem bardziej zachodzi potrzeba stosowania rozjazdów łukowych. Nie wystarczy wtedy ograniczenie się do specjalności t. zw. rozjazdów

symetrycznych, używanych przeważnie do dróg zwrotniczych, ale trzeba mieć możność obrachowania dowolnych rozjazdów łukowych, odpowiadających w danym przypadku jak najlepiej swemu celowi.

Już w §. 1. scharakteryzowaliśmy różnicę między prostym a łukowym rozjazdem, która na tem polega, że w rozjeździe łukowym jest tor zasadniczy również w łuk zakrzywiony. Z obydwu torów łukowych rozjazdu łukowego jest ten zasadniczym, którego oś jest przedłużeniem prostej osi rozjazdu. Jeżeli zwrotnica rozjazdu należy do I. lub III. typu o zakrzywionych iglicach, wtedy można także określić tor zasadniczy jako ten, w którym się znajduje prosta iglica i prosta opornica.

Do rozjazdów łukowych stosujemy te same zwrotnice co do rozjazdów prostych, zatem partya początkowa rozjazdu na długość zwrotnicy pozostaje niezmieniona. A ponieważ w łukowym torze zasadniczym zachodzi z tych samych przyczyn potrzeba prostej skrzyżowania co w torze zwrotnym, zatem tylko część toru zasadniczego między zwrotnicą a początkiem prostej skrzyżowania zostanie w łuk wygięta. O długości prostej skrzyżowania mówiono w §. 6. W zastosowaniu do rozjazdów łukowych powinna ona z dwóch względów otrzymać minimalną wartość, ewentualnie długość prostej przed krzyżownicą może być równą zeru, — gdyż czem dłuższa prosta tem mniejsze promienie mogą być zastosowane do łukowych torów rozjazdu, a po drugie stosuje się rozjazdy łukowe w ogóle tylko w takich miejscach, gdzie chyżość jazdy jest mała. Z tych samych przyczyn można częściej schodzić z wielkością promieni łuków do najmniejszej dozwolonej granicy.

Ważniejszym jest baczenie na to, aby przed rozjazdem znajdowała się dłuższa prosta, umożliwiająca wjazd na zwrotnicę ile możności spokojny. Dotyczy to mianowicie rozjazdów wjazdowych (na końcach stacyi) przed którymi jest tor łukowy; oprócz sprowadzenia przechyłki tego toru do zera, ma ona na celu uskutecznić prosty wjazd na zwrotnicę, pożądaną ze względu na bezpieczeństwo ruchu.

§. 15. Obrachowanie rozjazdów łukowych może być uskutecznione z różnych punktów widzenia. Naprzykład autor jednego z najlepszych dzieł pisanych w tym przedmiocie, *) stawia warunek, aby proste p' w torze zasadniczym i p'' w torze zwrotnym były równe, a wtedy długość tych prostych, kąt skręcenia β toru zasadniczego i promień ρ , mają być obrachowane. Otóż taki sposób rachowania nie wydaje mi się odpowiednim z następujących powodów.

Po pierwsze. Wobec małej wagi, jaką przywiązujemy do prostej skrzyżowania, jest warunek równej długości prostych p' i p'' obojętny.

Po drugie. Celem rozjazdu łukowego jest uzyskanie skrętu w torze zasadniczym, aby ułatwić połączenie torów łukowych; skręt β powinien być zatem dla każdego przypadku stosownie dobrany. Rachując powyższym sposobem tego uczynić nie możemy, gdyż jego wielkość wynika właśnie z warunku równej długości prostych p . Zarazem dokładne wyrachowanie kąta β jest mozolne.

*) Prof. Liphay — Kisfalud.

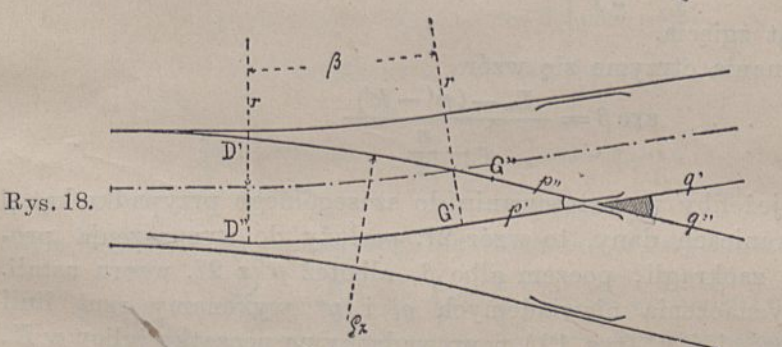
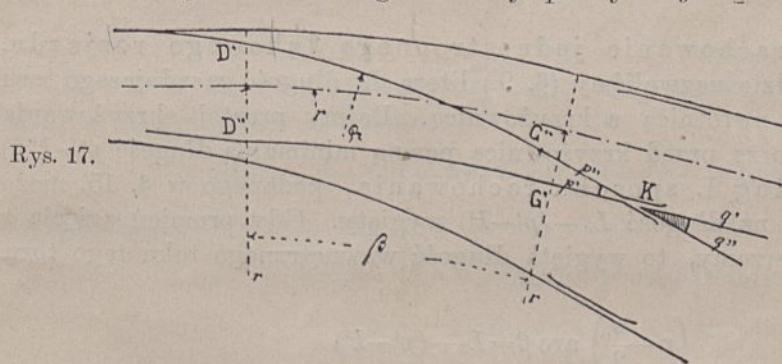
Po trzecie. W rozjazdach dwustronnych doprowadza powyższy warunek do znacznych długości prostych, *) na niekorzyść kąta β , ewentualnie na niekorzyść promieni łuków.

Z tych to powodów stosujemy inne sposoby do obrachowania rozjazdów łukowych.

I. Przedewszystkiem zauważyć należy, że jeżeli w rozjeździe łukowym zastosujemy ten sam stosunek skrzyżowania i te same długości prostych, to długość rozjazdu łukowego jest prawie równa długości rozjazdu prostego. Ze względu na tę okoliczność dojdziemy w najprostszy sposób do urobienia rozjazdów łukowych, jeżeli weźmiemy za podstawę rozjazdy proste dla pewnych stosunków skrzyżowania już obrachowane.

Pomyślmy sobie zasadniczy tor tego rozjazdu w stosownym kierunku zgięty podług obranego promienia r , czy też kąta skreću β , tak aby długość L_0 tego toru pozostała niezmienną, natenczas obierzemy jeszcze stosowną długość prostej p' w torze zasadniczym, a do obrachowania pozostaje długość zmienionego promienia ρ_2 i długość prostej p'' w torze zwrotnym. Zmienione długości toków dostosuje się do niezminionej długości L_0 zasadniczego toru.

Rozpatrzmy się jeszcze jakie proste rozjazdy nadają się do urobienia łukowych rozjazdów. W ogóle każdy prosty rozjazd może być w tym celu



użyty, jednakże z pewnem ograniczeniem wielkości promienia r lub skreću β . Na rys. 17. nie trudno zauważyć, że w rozjeździe jednostronnym zmniejsza się promień toru zwrotnego w miarę zmniejszania się promienia r . Jeżeli zatem w prostym rozjeździe ρ_2 było zbliżone do najmniejszej dozwolonej wartości, to może w rozjeździe łukowym długość tego promienia wypaść za mała. Korzystnie zatem zużytkuje się do jednostronnych rozjazdów łukowych takie proste rozjazdy, które posiadają mniejsze kąty skrzyżowania r , bo tory zwrotne takich rozjazdów są większym promieniem zakrzywione, a nadto posiadają zwykle dłuższe proste skrzyżowania, co można wyzyskać dla zwiększenia promienia ρ_2 .

b. w.
I
Dane: β, L_0
Obrano: p, ρ_2
Szkic

*) Ob. tablice rozjazdów łukowych w dziele wspomnianego autora.

Przeciwnie w rozjazdach dwustronnych (rys. 18.) wzrasta ϱ_2 w miarę zmniejszania się promienia r , możemy zatem korzystnie zużytkować krótsze proste rozjazdy o większym kącie skrzyżowania.

Zorientowanie się w wzajemnych stosunkach poszczególnych wymiarów ułatwią tabele II. i III., zawierające zestawienie przez nas obrachowanych łukowych rozjazdów.

II. Drugi sposób rachowania, z korzyścią mianowicie wtedy stosowany, gdy kąt β posiada większą wartość, tak się przedstawia:

Na podstawie danego, lub też stosownie dobranego stosunku skrzyżowania, i obranego kąta β , wykona się próbny wykres rozjazdu łukowego, tak aby promienie r i ϱ , jakoteż długości prostych p' i p'' otrzymały odpowiednie wartości. Z tego wykresu ustali się promień r i długość p' , poczem obrachuje się podług podanych wzorów dokładne wartości ϱ i p'' .

Ten sposób rachowania przedstawia wobec poprzedniego pewne korzyści. Mianowicie jeżeli się obierze długość jednostronnego rozjazdu cokolwiek większą niż prostego o tym samym kącie τ , to zwiększenie tej długości wyjdzie na korzyść zwiększenia promienia ϱ , ewentualnie umożliwi konstrukcję rozjazdu dla większych kątów β . Przeciwnie można przez zmniejszenie promieni rozjazdu dwustronnego uzyskać zmniejszenie długości takiego rozjazdu.

§. 16. Obrachowanie jednostronnego łukowego rozjazdu. W prostym rozjeździe nazwaliśmy (§. 9.) literą L_0 długość zasadniczego toru zawartą pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą. Dajmy prostej skrzyżowania położonej w tym torze przed krzyżownicą pewną minimalną długość $p' - k'$ *) (rys. 19.), to podług I. sposobu rachowania, podanego w §. 15. może być tor zasadniczy na długość $L_0 - (p' - k')$ wygięty. Gdy promień zgięcia r osi tego toru obierzemy, to wygięta długość wewnętrznego toku tego toru wynosi

$$\left(r - \frac{s}{2}\right) \text{arc } \beta = L_0 - (p' - k')$$

jeżeli β oznacza kąt zgięcia.

Z tego równania otrzyma się wzór

$$27. \dots \dots \dots \text{arc } \beta = \frac{L_0 - (p' - k')}{r - \frac{s}{2}}$$

Odwrotnie jeżeliby w zastosowaniu do szczególnego przypadku kąt β był w pewnych granicach dany, to wzór 27. posłuży do wyznaczenia promienia r , który się zaokrągli, poczem albo β , albo też p' z 27. wzoru ustali.

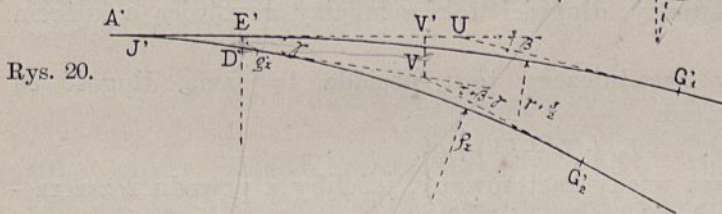
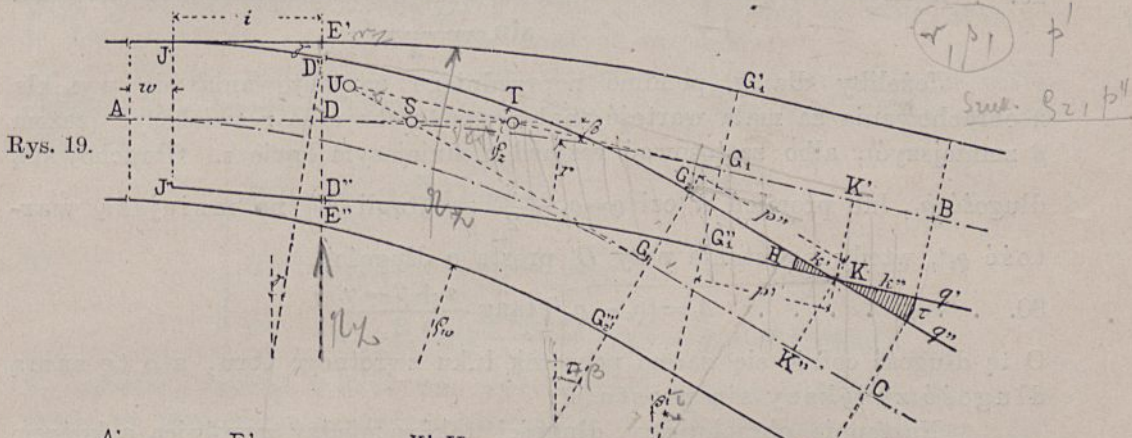
W celu wyznaczenia niewiadomych ϱ_2 i p'' wykonamy rzut linii $D'G_2'KG_1'D''$ na promień r_2 (rys. 19.), poprowadzony na początku iglicy w E' , uważając na razie, bez względu na ewentualne rozszerzenie toru, wewnętrzny tok łuku $D''G_1''$ jako zakreślony promieniem $r - \frac{s}{2}$. Długość tego rzutu wynosi $s - g_2$, zatem

*) Długość $p' - k'$ nie może być obrana równą zeru, ponieważ prosta p'' , która wypada czasem mniejsza niż p' , otrzymałaby za małą wartość. (Ob. tabelę II.).

*dane
T
obranie β
S
S
S*

$$a. \dots (s-g_z) = \varrho_z [\cos \gamma - \cos (\tau + \beta)] + p'' \sin (\tau + \beta) - p' \sin \beta - \left(r - \frac{s}{2}\right) (1 - \cos \beta)$$

Jeżeli na kierunku do poprzedniego prostopadły wykonamy rzut linii



$D'G_2'K$ i $D''G_1''K$, to obydwa rzuty są co do długości równe, co się wydatni w następującem równaniu:

$$b. \dots \varrho_z [\sin (\tau + \beta) - \sin \gamma] + p'' \cos (\tau + \beta) = \left(r - \frac{s}{2}\right) \sin \beta + p' \cos \beta$$

Wyłączenie z równań $a.$ i $b.$ niewiadomej p'' doprowadzi do równania

$$\begin{aligned} (s-g_z) \cos (\tau + \beta) - \left[\left(r - \frac{s}{2}\right) \sin \beta + p' \cos \beta\right] \sin (\tau + \beta) = \\ = \varrho_z \{ [\cos \gamma - \cos (\tau + \beta)] \cos (\tau + \beta) - [\sin (\tau + \beta) - \sin \gamma] \sin (\tau + \beta) \} - \\ - \left[p' \sin \beta + \left(r - \frac{s}{2}\right) (1 - \cos \beta)\right] \cos (\tau + \beta) \dots \dots \dots c. \end{aligned}$$

Po należytem ściągnięciu przynależnych członów otrzyma się z tego równania wzór

$$\varrho_z = \frac{\left(r - \frac{s}{2}\right) [\cos \tau - \cos (\tau + \beta)] - (s-g_z) \cos (\tau + \beta) + p' \sin \tau}{1 - \cos (\tau + \beta - \gamma)}$$

lub w kształcie wygodniejszym dla rachunku logarytmami

$$28. \dots \varrho_z = \frac{2 \left(r - \frac{s}{2}\right) \sin \left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) \sin \frac{\beta}{2} - (s-g_z) \cos (\tau + \beta) + p' \sin \tau}{2 \sin^2 \left(\frac{\tau + \beta - \gamma}{2}\right)}$$

Gdy z równań $a.$ i $b.$ wyłączymy ϱ_z , to otrzymamy wzór dla drugiej niewiadomej

$$p'' = \frac{\left\{ (s-g_z) [\sin (\tau + \beta) - \sin \gamma] + \left(r - \frac{s}{2}\right) [\sin (\tau + \beta) - \sin \tau - \sin (\beta - \gamma) - \sin \gamma] - \right.}{-p' [\cos (\beta - \gamma) - \cos \tau]} \frac{1}{1 - \cos (\tau + \beta - \gamma)}$$

lub w wygodniejszym kształcie

$$29. \quad p'' = \frac{(s - g_z) \cos \frac{\tau + \beta + \gamma}{2} - 2 \left(r - \frac{s}{2} \right) \sin \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\beta}{2} - p' \sin \frac{\tau - \beta + \gamma}{2}}{\sin \frac{\tau + \beta - \gamma}{2}}$$

Jeżeliby dla q_z pomimo poprzedniego zorientowania się wynikła z obrachowania za mała wartość, natenczas trzeba albo r zwiększyć (zatem β zmniejszyć), albo zastosować rozjazd o mniejszym kącie τ . Obrachowaną długość q_z , lub promień w osi $q = q_z - \frac{s}{2}$ zaokrągłi się na mniejszą wartość q_z' , wtedy powstanie przy D' prosta o długości

$$30. \quad \Delta = (q_z - q_z') \operatorname{tang} \frac{\tau + \beta - \gamma}{2}$$

O tę długość cofnie się zatem początek łuku zwrotnego toru, a o tę samą długość zwiększy się prosta p'' .

Następnie obrachujemy długości toków między zwrotnicą a końcem rozjazdu:

Tok wewnętrzny zasadniczego toru posiada tę samą długość co w prostym rozjeździe, zatem

$$31 a. \quad L_o + (k' + k'') + q'$$

Ten wzór może być nawet wtedy zastosowany, jeżeliby z powodu rozszerzenia toru przebieg tego toku doznał zmiany.

Długość zewnętrznego toku zasadniczego toru:

$$31 b. \quad \left(r + \frac{s}{2} \right) \operatorname{arc} \beta + p' + k'' + q'$$

Długość zewnętrznego toku toru zwrotnego:

$$31 c. \quad q_z \operatorname{arc} (\tau + \beta - \gamma) + p'' + k'' + q''.$$

W ten wzór i w następujący 31 d. wprowadzi się q_z w pierwotnie z wz. 28. obrachowanej niezaokrąglonej wartości; również p'' wprowadzi się bez zwiększenia o Δ .

Nareszcie długość wewnętrznego toku zwrotnego toru:

$$31 d. \quad (q_z - s) \operatorname{arc} (\tau + \beta - \gamma) - s \sin \gamma + p'' + k'' + q''.*)$$

Ten wzór może być zastosowany pomimo że przez wprowadzenie rozszerzenia toru przebieg tego toku dozna pewnej zmiany.

Rachując II. sposobem podanym w §. 15. użyje się wzorów 28., 29., 30. i 31 b. do d. Tylko wzór 31 a. dozna zmiany; mianowicie wewnętrzny tok zasadniczego toru otrzyma długość

$$32. \quad \left(r - \frac{s}{2} \right) \operatorname{arc} \beta + p' + k'' + q''.**)$$

§. 17. Przeprowadzenie rozszerzenia toru tak w zasadniczym, jakoteż w zwrotnym torze jednostronnego łukowego rozjazdu skuteczni się przez przystosowanie wewnętrznych toków podług wskazówek podanych w §. 8. dla prostych rozjazdów.

*) Co do ilości $s \sin \gamma$ zawartej w tym wzorze ob. co o niej powiedziano w §. 8. do wzoru 18 c. Długości q' i q'' mogą być inne niż w prostym rozjeździe.

**) Do tego §. odnosi się nr. 7. zbioru przykładów.

Rozszerzenie w prostej partyi zwrotnicy, jako przygotowanie do rozszerzenia w zasadniczym torze, może być do kilku milimetrów przeprowadzone; jest jednakowoż mniej ważne niż w zwrotnej partyi zwrotnicy, gdyż promienie łuków zasadniczych torów nigdy nie będą tak małe, jakśmy je dopuszczali dla zwrotnych torów prostych rezjazdów.

W celu wytyczenia rozjazdu trzeba wyznaczyć współrzędne wierzchołków zewnętrznych łuków zasadniczego i zwrotnego toru. Podług rys. 20. otrzyma się

$$33. \dots \begin{cases} E'U = \left(r + \frac{s}{2}\right) \operatorname{tang} \frac{\beta}{2} \\ E'V' = q_z \operatorname{tang} \frac{\tau + \beta - \gamma}{2} \cos \gamma \\ VV' = g_z + q_z \operatorname{tang} \frac{\tau + \beta - \gamma}{2} \sin \gamma = g_z + E'V' \operatorname{tang} \gamma \end{cases}$$

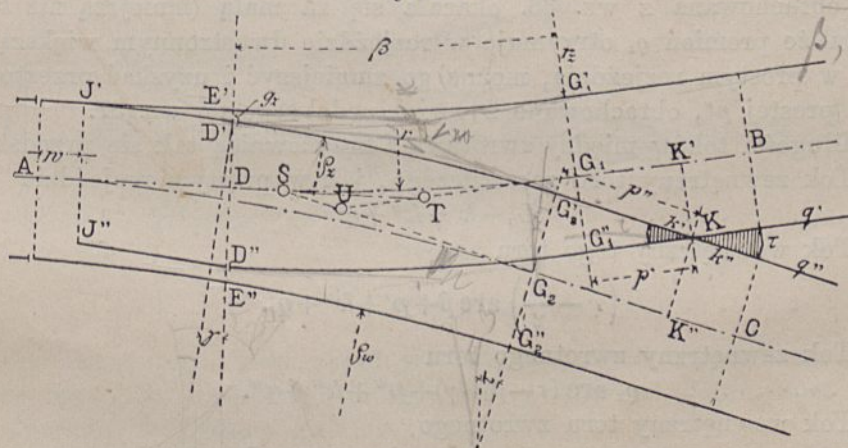
Te wymiary, łącznie z dokładnie wytyczonymi kątami wierzchołkowymi, dozwolą na wytyczenie zewnętrznych łuków, do których przystosuje się odpowiednio wewnętrzne.

§. 18. Obrachowanie dwustronnego łukowego rozjazdu. Rachując I. sposobem trzeba w celu utworzenia dwustronnego rozjazdu zgiąć prosty rozjazd w odwrotnym kierunku. Długość zewnętrznego toku zasadniczego toru ma pozostać niezmienną, a ponieważ ta długość $D''H = L_0$, to dla obranej wartości promienia r obrachuje się kąt zgięcia toru zasadniczego z wzoru (rys. 21.):

$$34. \dots \dots \dots \operatorname{arc} \beta = \frac{L_0 - (p' - k')}{r + \frac{s}{2}}$$

Jeżeliby kąt β był dany, to z tego wzoru obrachuje się r , zaokrągli, poczem ponownie obrachuje się p' .

Rys. 21.



Aby wyznaczyć niewiadome q_z i p'' wykonamy rzut linii $D'G_2'KG_1''D''$ na promień r_z , poprowadzony w D'' i na prostopadłą do tego promienia, a uzyskamy dwa równania:

$$a. \dots (s - g_z) = q_z [\cos \gamma - \cos (\tau - \beta)] + p'' \sin (\tau - \beta) + p' \sin \beta + r_z (1 - \cos \beta)$$

$$b. \dots q_z [\sin (\tau - \beta) - \sin \gamma] + p'' \cos (\tau - \beta) = r_z \sin \beta + p' \cos \beta.$$

W tych równaniach oznacza $r_z = r + \frac{s}{2}$.

Po wyłączeniu niewiadomej p'' znajdziemy

$$q_z = \frac{r_z [\cos(\tau - \beta) - \cos \tau] - (s - g_z) \cos(\tau - \beta) + p' \sin \tau}{1 - \cos(\tau - \beta - \gamma)}$$

lub w dogodniejszym kształcie

$$35. \dots q_z = \frac{2 r_z \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) \sin \frac{\beta}{2} - (s - g_z) \cos(\tau - \beta) + p' \sin \tau}{2 \sin^2\left(\frac{\tau - \beta - \gamma}{2}\right)}$$

Po wyłączeniu q_z z równań *a.* i *b.* otrzyma się

$$p'' = \frac{\left\{ (s - g_z) [\sin(\tau - \beta) - \sin \gamma] - r_z [\sin(\tau - \beta) - \sin \gamma + \sin(\beta + \gamma) - \sin \tau] - \right. \\ \left. - p' [\cos(\beta + \gamma) - \cos \tau] \right\}}{1 - \cos(\tau - \beta - \gamma)}$$

albo

$$36. \dots p'' = \frac{(s - g_z) \cos \frac{\tau - \beta + \gamma}{2} - 2 r_z \sin \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\beta}{2} - p' \sin \frac{\tau + \beta + \gamma}{2}}{\sin \frac{\tau - \beta - \gamma}{2}}$$

Wzory 35. i 36. można wprost otrzymać z wzorów 28. i 29., jeżeli się w nie wstawi $-r_z$ za $\left(r - \frac{s}{2}\right)$ i zmieni znak kąta β .

Jeżeli dla p'' wypadnie możliwa wartość, to się zaokrągli q_z otrzymane z wz. 35. (lub promień q w osi) na mniejszą liczbę q'_z , przeczco powstanie przy *D'* prosta o długości

$$37. \dots \Delta = (q_z - q'_z) \operatorname{tang} \frac{\tau - \beta - \gamma}{2}$$

O taką samą długość przedłuży się prosta p'' .

Jeżeliby przypadkiem pomimo poprzedniego zorientowania się długość p'' obrachowana z wz. 36. okazała się za małą (mniejszą niż k'), to z powodu że promień q_z otrzymuje w rozjeździe dwustronnym większą wartość niż w prostym rozjeździe, można go zmniejszyć i uzyskać przeto przedłużenie prostej p'' , obrachowane z wzoru podobnego do wz. 37.

Długości toków między zwrotnicą a ~~krzyżownicą~~ ^{przekładnicą} tak się przedstawia:

Tok zewnętrzny toru zasadniczego, jak w prostym rozjeździe

$$38 a. \dots L_o + k' + k'' + q'$$

Tok wewnętrzny tego toru

$$38 b. \dots \left(r - \frac{s}{2}\right) \operatorname{arc} \beta + p' + k'' + q'.$$

Tok zewnętrzny zwrotnego toru

$$38 c. \dots q_z \operatorname{arc}(\tau - \beta - \gamma) + p'' + k'' + q''.$$

Tok wewnętrzny toru zwrotnego

$$38 d. \dots (q_z - s) \operatorname{arc}(\tau - \beta - \gamma) - s \sin \gamma + p'' + k'' + q''.*$$

Uwagi co do q_z i co do zastosowania tych wzorów pozostają te same co w §. 16. po 31. wzorze podane.

*) Co do ilości $s \sin \gamma$ zawartej w tym wzorze ob. co o niej powiedziano w §. 8. do wzoru 18 c. Długości q' i q'' mogą być inne niż w prostym rozjeździe.

Rachując II. sposobem podanym w §. 15. zastosuje się te same wzory 35. do 38., z wyjątkiem wz. 38 a., który przejdzie w następujący:

$$39. \dots \dots \dots \left(r + \frac{s}{2} \right) \text{arc } \beta + p' + k'' + q'. *$$

§. 19. Rozszerzenie torów i urobienie wewnętrznych toków skuteczni się podobnie jak w rozjeździe jednostronnym. Współrzędne wierzchołków zewnętrznych toków toru zasadniczego i zwrotnego, odniesione do prostej $A''D''$ (rys. 21.), obrachuje się z następujących wzorów:

$$40. \dots \left\{ \begin{array}{l} D''U = r_z \text{ tang } \frac{\beta}{2} \\ D''V' = \varrho_z \text{ tang } \frac{\tau - \beta - \gamma}{2} \cos \gamma \\ \underline{VV'} = (s - g_z) - \varrho_z \text{ tang } \frac{\tau - \beta - \gamma}{2} \sin \gamma = (s - g_z) - D''V' \text{ tang } \gamma. \end{array} \right.$$

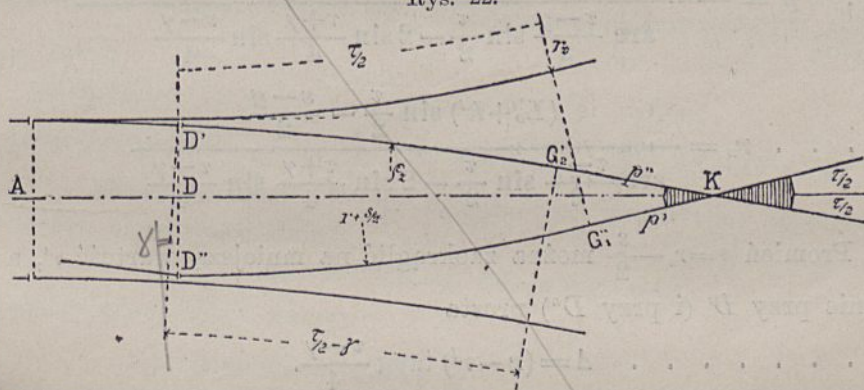
§. 20. Szczególny przypadek dwustronnego rozjazdu. Rozjazd symetryczny.

Pod rozjazdami symetrycznymi rozumie się powszechnie rozjazdy dwustronne, które zarządy kolejowe stosują w pewnych przypadkach, jak np. w drodze zwrotniczej, w celu zwiększenia kąta odchylenia toru rdzennego (ob. §. 39.). W rzeczywistości te rozjazdy nie posiadają żadnych symetrycznie ułożonych elementów.

Warunkiem dla symetrii jest oś, względem której elementa rozjazdu są obustronnie symetrycznie ułożone. Ta oś przechodzi wtedy przez punkt skrzyżowania K i połowi kąt skrzyżowania.

Jeżeli tą osią jest przedłużenie prostej osi zwrotnicy, jak to pokazuje rys. 22., to nie uzyska się zupełnej symetrii z powodu zbieżności iglicy i opor-

Rys. 22.



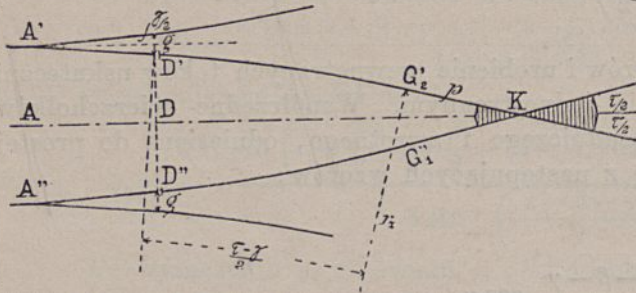
nicy toru zwrotnego. Taki układ jest dla zwykłych kątów τ niemożliwy, albowiem warunek przepołowienia kąta τ osią symetrii doprowadza do promieni r poniżej dozwolonej granicy.

Stosując w zwrotnicy zakrzywione iglice i opornice nie można w ogóle uzyskać zupełnej symetrii. Rozjazd zupełnie symetryczny można jednakże urobić, jeżeli zwrotnica posiada tylko proste iglice i opornice. Osią

*) Do tego §. odnoszą się nr. 8. i 9. zbioru przykładów.

symetrii na rys. 23. jest przedłużona oś prostego toru poprzedzającego rozjazd; ona przechodzi przez matematyczny punkt skrzyżowania i połowi

Rys. 23.



kąt τ . Jeżeli nadto przesuniemy zwrotnicę o połowę kąta γ , tak że proste z A' i A'' równoległe do osi poprowadzone tak kąt γ jak też wymiar g połowią, to wszystkie elementy rozjazdu będą symetrycznie względem osi ułożone, zatem nastąpi $r = r'$ i $p' = p'' = p$. Co do

obrachowania takiego układu możemy obydwaj sposoby rachowania zastosować.

Stosując I. sposób mamy z prostego rozjazdu dane $D'H = D''H = L_0$, zatem warunek

$$a. \dots r_z \operatorname{arc} \frac{\tau - \gamma}{2} + (p - k') = L_0$$

Istnieje jeszcze drugi warunek, że rzut linii $D'G_2'K$ lub linii $D''G_1''K$ na prostopadłą do osi równa się $\frac{s-g}{2}$, zatem

$$b. \dots \frac{s-g}{2} = r_z \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \cos \frac{\tau}{2} \right) + p \sin \frac{\tau}{2}.$$

Ponieważ mamy dwa warunki, więc już ani prostej p ani promienia r_z dowolnie obrać nie wolno; wyznaczymy te ilości z równań $a.$ i $b.$

Gdy się raz wyłączy r_z a potem p , to się uzyska następujące wzory:

$$41. \dots p = \frac{\frac{s-g}{2} \operatorname{arc} \frac{\tau - \gamma}{2} - 2(L_0 + k') \sin \frac{\tau + \gamma}{4} \sin \frac{\tau - \gamma}{4}}{\operatorname{arc} \frac{\tau - \gamma}{2} \sin \frac{\tau}{2} - 2 \sin \frac{\tau + \gamma}{4} \sin \frac{\tau - \gamma}{4}}$$

$$42. *) \dots r_z = \frac{(L_0 + k') \sin \frac{\tau}{2} - \frac{s-g}{2}}{\operatorname{arc} \frac{\tau - \gamma}{2} \sin \frac{\tau}{2} - 2 \sin \frac{\tau + \gamma}{4} \sin \frac{\tau - \gamma}{4}}$$

Promień $r = r_z - \frac{s}{2}$ można zaokrąglić na mniejszą wartość r' , a wtedy powstanie przy D' (i przy D'') prosta

$$44. \dots \Delta = (r - r') \operatorname{tang} \frac{\tau - \gamma}{4}.$$

a prosta p o tę długość się przedłuży.

Rachując drugim sposobem mamy tylko warunek $b.$ wypełnić. Obierzemy promień r a obrachujemy prostą p .

*) W dostatecznym przybliżeniu można mianownik wz. 41. i 42. przedstawić w następującej, dla rachunku logarytmicznego dogodniejszej formie:

$$43. \dots 8 \sin^2 \left(\frac{\tau - \gamma}{8} \right) \cos \frac{3\tau + \gamma}{8}.$$

Jeżeli się obierze $r=2\rho$, gdy ρ jest promieniem osi toru zwrotnego prostego rozjazdu o tym samym kącie τ , natenczas długość rozjazdu i długość prostej p prawie zupełnie się zgodzą z takimi długościami prostego rozjazdu. Można jednak obrać dla r mniejszą długość, a wtedy zwiększy się prosta p , a zmniejszy długość rozjazdu.

Z równania b . obrachuje się

$$41 a. \dots p = \frac{\frac{s-g}{2} - 2r_z \sin \frac{\tau+\gamma}{2} \sin \frac{\tau-\gamma}{2}^*)}{\sin \frac{\tau}{2}}$$

§. 21. Schematyczne przedstawienie łukowych rozjazdów. Rozjazd jednostronny. Jeżeli na rys. 19. przedłużymy osie G_1B i G_2C prostych torów na skrzyżowaniu do przecięcia się z osią AD prostego toru zwrotnicy, to otrzymamy dwa punkta S i T . S jest środkiem rozjazdu podobnie jak w prostym rozjeździe, zaś T jest punktem wierzchołkowym łuku toru zasadniczego. Schemat będzie dla dalszego użytku dostatecznie wyznaczony, skoro wykreślimy proste AST , TB i SC w należytem względnem nachyleniu i wpisemy długości tych prostych, jakoteż kąt skrzyżowania τ i kąt skrętu β .

Taki wykres przedstawia rys. 24.

Przedłużmy na rys. 19. proste TB i SC do przecięcia się w U , to ponieważ $KK'=KK''=\frac{s}{2}$, to $UK'=UK''=\frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2}$. Prosta $TK'=r \tang \frac{\beta}{2} + p'$, zatem $TU=UK'-TK'=\frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2} - r \tang \frac{\beta}{2} - p'$.

W trójkącie STU znamy teraz bok TU i wszystkie kąty, możemy więc obrachować długości boków ST i SU ; mianowicie jest $SU=TU \frac{\sin \beta}{\sin (\tau+\beta)}$, $ST=TU \frac{\sin \tau}{\sin (\tau+\beta)}$.

Gdy jeszcze $DT=r \tang \frac{\beta}{2}$, to $AT=AD+DT$, $AS=AT-ST$, $TB=-TK'+k''$ i $SC=UK''+k''-US$. Te długości są wyznaczone znanymi ilościami. Jeżeli oznaczymy stale

$$AT=a', AS=a'', TB=b, SC=c \text{ (rys. 24.)},$$

to otrzymamy następujące wzory:

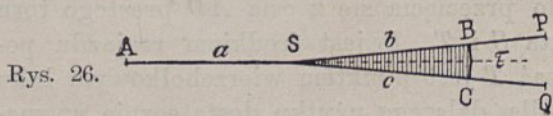
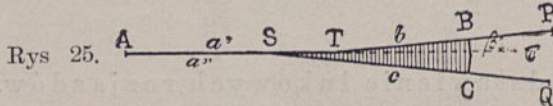
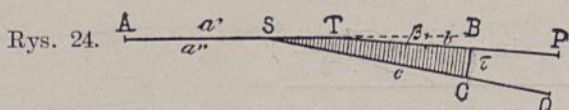
$$45. \dots \left\{ \begin{array}{l} a' = w + i + r \tang \frac{\beta}{2} \\ a'' = a' - (t) \frac{\sin \tau}{\sin (\tau+\beta)} \\ b = r \tang \frac{\beta}{2} + (p' + k'') \\ c = \frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2} + k'' - (t) \frac{\sin \beta}{\sin (\tau+\beta)} \end{array} \right.$$

*) Do tego §. odnosi się nr. 10. zbioru przykładów.

W tych wzorach podstawiono dla skrócenia

$$(t) = \frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2} - r \tang \frac{\beta}{2} - p'.$$

Długości $BP=q'$ i $CQ=q''$ tak jak z rozkładu szyn wypadły, mogą być na szemacie dopisane.



Rozjazd dwustronny. Na rys. 21. oznaczają punkta S, T, U takie same przecięcia się osi jak na rys. 19., a na rys. 25. są poszczególne długości tak samo oznaczone jak na rys. 24. Postępując drogą powyżej dla jednostronnego rozjazdu wskazaną dojdziemy do wzorów na szukane długości; można je jednakże wprost z wzoru 45. otrzymać, jeżeli się wprowadzi r i β z ujemnym znakiem:

$$46. \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} a' = w + i + r \tang \frac{\beta}{2} \\ a'' = a' - (t) \frac{\sin \tau}{\sin (\tau - \beta)} \\ b = r \tang \frac{\beta}{2} + (p' + k'') \\ c = \frac{s}{2} \cotang \frac{\tau}{2} + k'' + (t) \frac{\sin \beta}{\sin (\tau - \beta)} \end{array} \right.$$

Wyraz (t) jest taki sam jak w 45. wzorze.

Długości q' i q'' mogą być na szemacie dopisane.

Rozjazd symetryczny (podług §. 20.). Punkta S i T spadają razem (rys. 26.), przeczo $a' = a'' = a$, zaś $b = c$. Wzory potrzebne dla obrachowania tych długości otrzymamy z wz. 46., gdy podstawimy $\beta = \frac{\tau - \gamma}{2}$, zaś $(t) = 0$:

$$47. \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} a = w + i + r \tang \frac{\tau - \gamma}{4} \\ b = r \tang \frac{\tau - \gamma}{4} + (p + k'') \\ c = b. \end{array} \right.$$

W tych wzorach ma być r i p' lub p w pierwotnej wartości wprowadzone. Długości q' i q'' mogą być na szemacie dopisane. *)

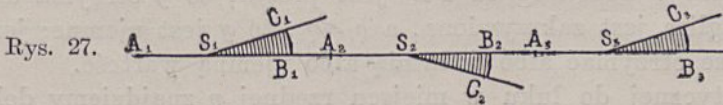
§. 22. W celu zorientowania się jakie stosunki zachodzą pomiędzy rozjazdem łukowym a prostym, z którego został urobiony, — jakoteż pomiędzy elementami konstrukcyjnymi rozjazdu łukowego, powołujemy się na przykłady przy końcu niniejszego dzieła podane i na tabelę, zawierającą szereg przez nas rachowanych prostych i łukowych rozjazdów.

*) Do tego §. odnoszą się nr. 7., 8., 9. i 10. zbioru przykładów.

Następstwo rozjazdów.

§. 23. Jeżeli z jednego toru, zasadniczego, ma być uskutecznione rozgałęzienie kilku bocznych torów na jedną stronę, albo na obydwie strony, to następstwo rozjazdów może być różnorodnie założone.

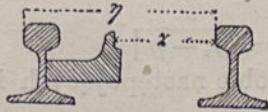
Najprostszy układ powstanie, jeżeli bezpośrednio do końca poprzedzającego przytyka następny rozjazd (rys. 27.). Taki układ wymaga



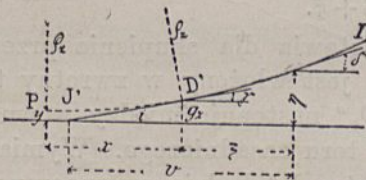
jednakowoż znacznej długości toru zasadniczego, która dla ruchu stacyjnego jest straconą. Naprzykład wymagają cztery po sobie następujące rozjazdy głównej kolei około 120 m długości. Skrócenie tej nieużytecznej długości toru zasadniczego uskuteczni się przez włożenie jednego rozjazdu w drugi, czyli przez założenie t. zw. skupienia rozjazdów (rysunki 28. do 40.).

Pomijając szczególny przypadek skupienia dwustronnego, w którym obydwie zwrotnice spadają razem (rys. 34.), jest odstęp po sobie następujących rozjazdów w pewnych granicach dowolny, a tę dowolność można wyzyskać dla pewnych z góry postawionych warunków. Jedną granicę stanowi zbliżenie wewnętrznej krzyżownicy (O na rysunkach 31. i 32., 36., 38.) do

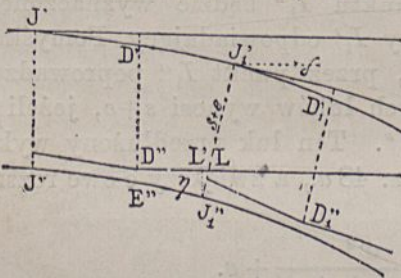
Rys. 28.



Rys. 29.



Rys. 30.



nych warunkach możliwie najmniejszy. *) Rys. 29. przedstawia dolną część rysunku 31a. Jeżeli pomiędzy tok prosty toru zasadniczego, a tok zewnętrzny I. rozjazdu wstawimy powyżej wyznaczony, a dla pewności o kilka milimetrów zwiększony wymiar η , to chcemy obrachować odstęp ξ tej

*) Drobne zmniejszenie wymiaru η znacznie wpływa na zmniejszenie odstępów v ; można je przeto uzyskać że na końcu iglicy zetnie się stopkę na kilka do kilkunastu milimetrów.

rzędnej od skrętu iglicy I. rozjazdu. W tym celu przedłużmy łuk toku zewnętrznej aż do punktu P , w którym promień łuku stoi prostopadle na osi toru zasadniczego. Odstęp y łuku od toku prostego znajdziemy z wzoru dokładnego

$$y = g_z - \rho_z (1 - \cos \gamma),$$

lub też z wzoru dostatecznie dokładnie przybliżonego

48 a.
$$y = g_z - \frac{x^2}{2 \rho_z},$$

w którym $x = \rho_z \sin \gamma$. Jeżeli iglica ID' jest prosta, to y otrzyma dodatnią wartość; jeżeli iglica jest zakrzywiona, a $\rho_i = \rho_z$, to y jest ujemne; jeżeli zaś $\rho_z > \rho_i$, to y może otrzymać albo dodatnią albo ujemną wartość.

Kąt δ stycznej do łuku w miejscu rzędnej η znajdziemy dokładnie z wzoru

$$\cos \delta = 1 - \frac{\eta - y}{\rho_z}$$

$x + y = \sqrt{2 \rho_z (\eta - y)}$

lub przybliżenie z wzoru

48 b.
$$\sin \delta = \sqrt{\frac{2(\eta - y)}{\rho_z}}$$

$3 = \sqrt{2 \rho_z (\eta - y)} - x$

Nareszcie obrachuje się szukana długość ξ z wzoru

$$\xi = \rho_z (\sin \delta - \sin \gamma).$$

$x = \rho_z \sin \gamma$

Wprowadźmy w ten wzór $\sqrt{\frac{2(g_z - y)}{\rho_z}}$ za $\sin \gamma$, a za $\sin \delta$ powyżej znaną wartość, to otrzymamy

48 c.
$$\xi = \sqrt{2 \rho_z} [\sqrt{\eta - y} - \sqrt{g_z - y}]$$

Jeżeli nareszcie odstęp końców po sobie następujących iglic nazwiemy stale literą v , to

49.
$$\min v = i + \xi.$$

Cokolwiek inaczej rzecz się przedstawia dla skupienia przedstawionego na rys. 38., gdy następny rozjazd jest włożony w zwrótny tor pierwszego rozjazdu. Przesunięcie iglicy $I_1'' D_1''$ następuje między wewnętrznym tokiem toru zwrótnego a prostym tokiem toru zasadniczego. Wymiar η wyznaczy się jak powyżej. Położenie punktu I_1'' będzie wyznaczone, skoro będzie znany kąt δ temu punktowi przy I_1' odpowiadający. Pomyślmy sobie na rys. 30., który jest częścią rys. 38., przez punkt I_1'' poprowadzony łuk równoległy do łuku $D_1' I_1'$, to odstęp tych łuków wynosi $s + e$, jeżeli e oznacza rozszerzenie na końcu iglicy $I_1'' D_1''$. Ten łuk przedłużony wykaże pewien odstęp y' , który się obrachuje z wz. 48 a., a zwiększy o owe rozszerzenie e , zatem

48 d.
$$y' = g_z - \frac{x^2}{2 [\rho_z - (s + e)]} + e.$$

W tym wzorze jest promień łuku $\rho_z - (s + e)$; wzór 48 b. przejdzie w następujący:

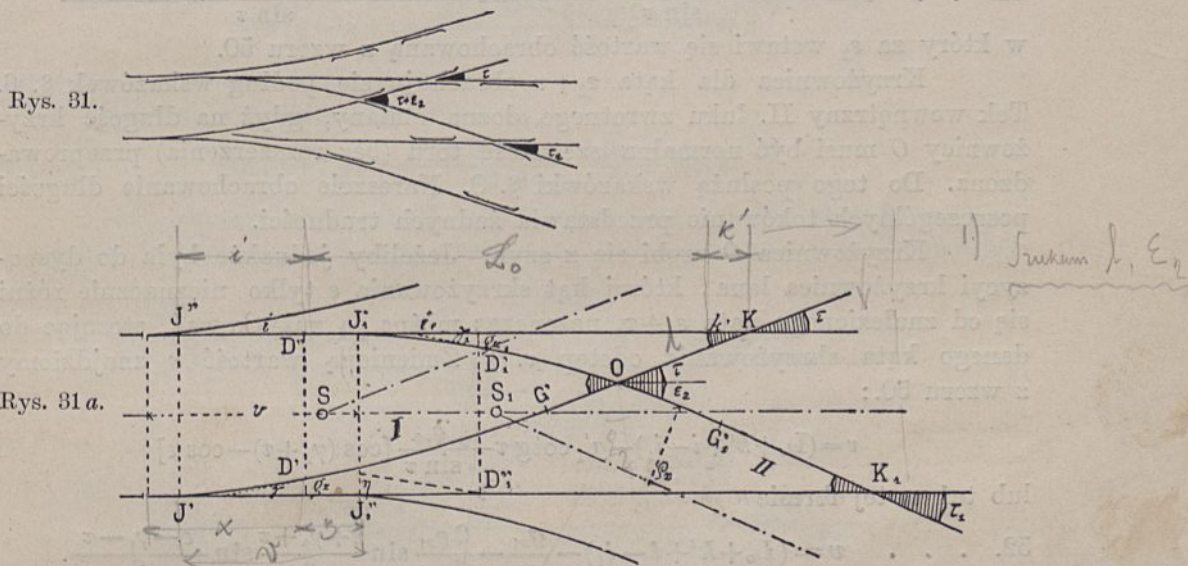
48 e.
$$\sin \delta = \sqrt{\frac{2(\eta - y')}{\rho_z - (s + e)}}$$

Ten sam kąt δ powstanie w punkcie $I_1'.$ *)

*) Do tego §. odnoszą się nr. 11. i 12. zbioru przykładów.

§. 24. Dwustronne skupienie rozjazdów. Jeżeli z obydwu skupionych rozjazdów jest jeden lewozrotny, drugi prawozrotny, natenczas nazywamy takie skupienie dwustronnem (rys. 31., 31 a. i 32.). Końce iglic rozjazdów następują w odstępie v , którego najmniejszą wartość wyznaczyliśmy w poprzednim §. Jeżeli inne względy na to pozwalają, korzystnem jest zatrzymać ten najmniejszy odstęp.

W punkcie skrzyżowania O zewnętrznych toków łuków zwrrotnych (rys. 31 a.) ma być ułożona krzyżownica, którą dla odróżnienia od krzyżownic K i K_1 nazwiemy wewnętrzną. Warunek, który już poprzednio dla krzyżownic był ustawiony, mianowicie aby przed i za krzyżownicą znajdowały



się proste o pewnej długości, może być i w tym przypadku dochowany, a obrachowanie skupienia da się na różne sposoby przeprowadzić. Jednakże to obrachowanie jest mozolne. A gdy się zważy że dopełnienie tego warunku pociąga za sobą znaczne zmniejszenie promieni łuków, w drugim rozjeździe przed i za krzyżownicą O położonych; że proste przed krzyżownicą są podług uwag §§. 6. i 14. zbyt długie; że nareszcie ułożenie prostej krzyżownicy w łuk, powoduje odchylenie jej prostych toków od łuku tak małe, że nieuniknione błędy ułożenia skupienia są większe, to się przyjdzie do przekonania, że włożenie prostych w punkcie wewnętrznego skrzyżowania jest zbyt długie.

Obrachowanie skupienia przeprowadzimy dla dwóch przypadków, mianowicie gdy punkt skrzyżowania O wypada jeszcze na prostej $G'K$ I. rozjazdu (rys. 31 a.), lub też gdy już wypadnie na łuku $G'D'$ rys. 32. Pierwszy przypadek zajdzie przeważnie na głównych kolejach, których rozjazdy posiadają dłuższe proste skrzyżowania.

a. Punkt skrzyżowania O wypada na prostej $G'K$ (rys. 31 a.). Łuk zewnętrzny II. rozjazdu pozostawiamy bez zmiany, a styczna w punkcie O do tego łuku poprowadzona zawiera z równoległą do osi toru zasadniczego nieznaną kąt ϵ_2 . Drugą niewiadomą jest odstęp punktu O od punktu skrzyżowania K ; ten odstęp oznaczamy literą l . W celu uogólnienia zagadnienia przypuszczamy że rozjazdy I. i II. różnią się co do wszystkich danych.

Z rzutów wieloboku $I_1'D_1'OK$ na równoległą i prostopadłą do osi toru zasadniczego, uzyskamy następujące dwa równania:

$$\begin{aligned} i_1 + q_{z1} (\sin \varepsilon_2 - \sin \gamma_1) + l \cos \tau &= i + L_o + k' - v \\ g_{z1} + q_{z1} (\cos \gamma_1 - \cos \varepsilon_2) - l \sin \tau &= 0. \end{aligned}$$

Po wyłączeniu niewiadomej l znajdzie się

$$50. \quad \cos(\varepsilon_2 + \tau) = \cos(\gamma_1 + \tau) - \frac{(L_o + k' + i - i_1 - v) \sin \tau - g_{z1} \cos \tau}{q_{z1}}$$

zaś z drugiego równania otrzyma się wzór

$$51. \quad l = \frac{g_{z1} + q_{z1} (\cos \gamma_1 - \cos \varepsilon_2)}{\sin \tau} = \frac{g_{z1} + 2 q_{z1} \sin \frac{\varepsilon_2 + \gamma_1}{2} \sin \frac{\varepsilon_2 - \gamma_1}{2}}{\sin \tau}$$

w który za ε_2 wstawi się wartość obrachowaną z wzoru 50.

Krzyżownica dla kąta $\varepsilon_2 + \tau$ obrachuje się podług wskazówek §. 6. Tok wewnętrzny II. łuku zwrotnego dozna zmiany, gdyż na długość krzyżownicy O musi być normalna szerokość toru (bez rozszerzenia) przeprowadzona. Do tego posłużą wskazówki §. 8. Nareszcie obrachowanie długości poszczególnych toków nie przedstawia żadnych trudności.

Krzyżownica O urobi się z szyn. Jeżeliby jednakże była do dyspozycji krzyżownica lana, której kąt skrzyżowania ε tylko nieznacznie różni się od znalezionej kąt $\varepsilon_2 + \tau$, natenczas można ją zużytkować, stosując do danego kąta skrzyżowania odstęp v .*) Zmienioną wartość v znajdziemy z wzoru 50.:

$$v = (L_o + k' + i - i_1) - g_{z1} \cotg \tau - \frac{q_{z1}}{\sin \tau} [\cos(\gamma_1 + \tau) - \cos \varepsilon]$$

lub też w tej formie

$$52. \quad v = (L_o + k' + i - i_1) - \frac{g_{z1}}{n} - \frac{2 q_{z1}}{\sin \tau} \sin \frac{\varepsilon + \gamma_1 + \tau}{2} \sin \frac{\varepsilon - \gamma_1 - \tau}{2}.$$

Zmienioną długość l obrachuje się podług wzoru 51., w który za ε_2 wstawi się $\varepsilon - \tau$.

Jeżeliby obrachowane l wypadło większe niż długość prostej $G'K = p$, to byłoby to oznaką, że punkt O nie leży na prostej lecz na łuku. Wtedy wypada obrachowanie ponownie przeprowadzić w sposób poniżej podany, albowież — jeżeli to jest możebne — przez zmniejszenie promienia q_z uzyskać cofnięcie punktu G' przed punkt O , nie zmieniając zresztą I. rozjazdu.

W razie zastosowania lanej krzyżownicy baczyć należy, aby pomiędzy krzyżownicami O i K nie wypadła zbyt krótsza szyna.

b. Punkt skrzyżowania O wypada na łuku $D'G'$ (rys. 32).
Na rys. 31 a. trzeba za τ podstawić niewiadomy kąt ε_1 , tak że do wyznaczenia mamy kąty ε_1 i ε_2 .

Z rzutu wieloboku $ID'OD_1'I_1'$ (rys. 32.) na dwa do siebie prostopadle kierunki, otrzymamy dwa następujące równania:

$$\begin{aligned} i + q_z (\sin \varepsilon_1 - \sin \gamma) &= v + i_1 + q_{z1} (\sin \varepsilon_2 - \sin \gamma_1) \\ q_z (\cos \gamma - \cos \varepsilon_1) + q_{z1} (\cos \gamma_1 - \cos \varepsilon_2) &= s - g_z - g_{z1}. \end{aligned}$$

*) Zauważyć należy, że v zwiększa się, gdy kąt skrzyżowania się zmniejsza, i odwrotnie; jeżeli zatem do wzoru 50. wprowadzono v w najmniejszej dozwolonej wartości, natenczas kąt ε nie może być większy niż $\varepsilon_2 + \tau$.

Napiszmy je w takim przestawieniu:

$$q_{z_1} \sin \varepsilon_2 = q_{z_1} \sin \gamma_1 - q_z \sin \gamma - (v - i + i_1) + q_z \sin \varepsilon_1$$

$$q_{z_1} \cos \varepsilon_2 = q_{z_1} \cos \gamma_1 + q_z \cos \gamma - (s - g_z - g_{z_1}) - q_z \cos \varepsilon_1.$$

Podstawmy $q_{z_1} \sin \gamma_1 - q_z \sin \gamma - (v - i + i_1) = A$

$$q_{z_1} \cos \gamma_1 + q_z \cos \gamma - (s - g_z - g_{z_1}) = B$$

poczem kwadrujemy obydwa równania i zesumujemy, to powstanie równanie

$$B \cos \varepsilon_1 - A \sin \varepsilon_1 = \frac{A^2 + B^2 + q_z^2 - q_{z_1}^2}{2 q_z}.$$

Podstawmy $\operatorname{tg} \varphi = \frac{B}{A}$, to otrzymamy ostatecznie

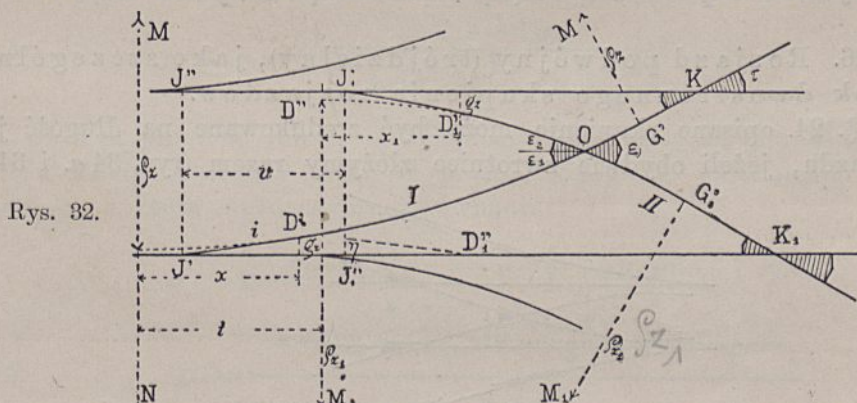
$$53. \dots \dots \sin(\varphi - \varepsilon_1) = \frac{A^2 + B^2 + q_z^2 - q_{z_1}^2}{2 A q_z} \cos \varphi$$

jako wzór dla obrachowania kąta ε_1 .

Podobnie znajdziemy wzór dla ε_2 :

$$54. \dots \dots \sin(\varphi + \varepsilon_2) = \frac{A^2 + B^2 - q_z^2 + q_{z_1}^2}{2 A q_{z_1}} \cos \varphi. *)$$

Jeżeli chcemy wprowadzić krzyżownicę laną o kącie skrzyżowania ε , różniącym się od sumy $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$, natenczas trzeba wyznaczyć odpowiedni



Rys. 32.

odstęp v . W tym celu zastosujemy inny sposób obrachowania. Przedłużmy na rys. 32. zewnętrzne łuki torów zwrotnych aż do punktów P i P_1 , w których promienie stoją prostopadłe do toru zasadniczego, to chcemy przede wszystkim wyznaczyć odstęp t tych promieni. W tym celu połączmy O ze środkami łuków M i M_1 i zaznaczmy punkt N na przedłużeniu promienia w P . **) Z trójkąta MM_1O wyznaczy się

$$\overline{MM_1}^2 = q_z^2 + q_{z_1}^2 + 2 q_z q_{z_1} \cos \varepsilon$$

zaś z trójkąta MM_1N , gdy odstępów punktów P i P_1 od sąsiednich toków oznaczymy przez y i y_1 :

$$\overline{MM_1}^2 = t^2 + [q_z + q_{z_1} - (s - y - y_1)]^2.$$

Ze zrównania prawych stron wyznaczy się

$$55. \dots t^2 = (s - y - y_1) [2(q_z + q_{z_1}) - (s - y - y_1)] - 2 q_z q_{z_1} (1 - \cos \varepsilon)$$

zaczem t znalezione. Nareszcie szukany odstęp

*) A i B , jakoteż wzory 53. i 54. znacznie się uproszcza, jeżeli rozjazdy I. i II. są jednakowe.

**) Punkt N leży z punktem M_1 na prostej równoległej do toru zasadniczego.

56. $v = t + i - i_1 - x + x_1$. *)

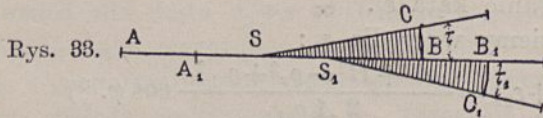
W powyższych wzorach mają x i y to samo znaczenie co na rys. 29., a ich wartości są następujące:

$$x = \rho_2 \sin \gamma; \quad x_1 = \rho_{z1} \sin \gamma_1; \quad y = g_2 - \frac{x^2}{2\rho_2}; \quad y_1 = g_{z1} - \frac{x_1^2}{2\rho_{z1}}.$$

Jeżeli obydwa rozjazdy są jednakowe, to $v = t$.

Toki wewnętrzne zwrotnych torów muszą być tak przekształcone, aby na długość skrzyżowania O szerokość toru była normalna. To przekształcenie uskuteczni się podług wskazówek §. 8.

§. 25. Schemat dwustronnego skupienia rozjazdów**) powstanie, jeżeli schematy obydwu rozjazdów zestawimy (rys. 33.), przyczem

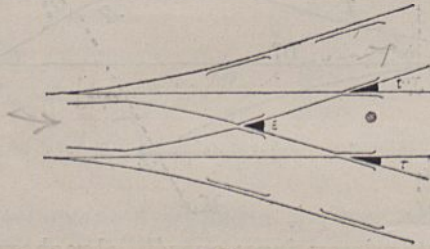


odległość $A(A_1) = v + w - w_1$. Punktu (A_1) w rzeczywistości nie ma, bo przy złożeniu rozjazdów odpadł. $SS_1 = A(A_1) + a_1 - a = a_1 - a + v + w - w_1$.

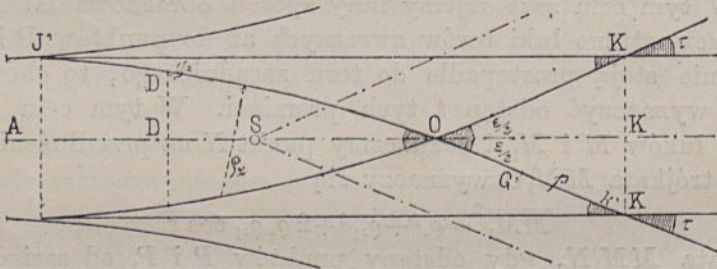
§. 26. Rozjazd podwójny (trójdzielny), jako szczególny przypadek dwustronnego skupienia rozjazdów.

W §. 24. opisane skupienie może być zredukowane na długość jednego rozjazdu, jeżeli obydwie zwrotnice złożymy razem (rys. 34 a. i 34.).

Rys. 34.



Rys. 34 a.



Do opornic przytykają wtedy po dwie iglice, którym ze względów konstrukcyjnych dajemy różne długości. Do takiego układu dobieramy jednakowe rozjazdy, zatem wszystkie części składowe są zupełnie symetrycznie ułożone względem osi toru zasadniczego. Uwzględniwszy że $v = 0$ możnaby zużytkować wzory §. 24. Można jednakowoż wprost wyznaczyć jedyną niewiadomą ϵ , z rzutu łuku $D'O$ na prostopadłą do AO :

*) O stosunku wymiaru v do kąta ϵ ob. przypisek do punktu a . tego §.

**) Do §§. 23., 24. i 25. odnoszą się numera 11. i 12. zbioru przykładów.

$$\frac{s}{2} - g_z = q_z \left(\cos \gamma - \cos \frac{\varepsilon}{2} \right), \text{ zatem}$$

$$57. \dots \dots \dots \cos \frac{\varepsilon}{2} = \cos \gamma - \frac{s - 2g_z}{2q_z}.$$

Odległość punktu O od początku rozjazdu wyznaczy się z wzoru

$$58. \dots \dots \dots AO = w + i + q_z \left(\sin \frac{\varepsilon}{2} - \sin \gamma \right).$$

Długość L_o pojedynczego rozjazdu nie dozna zmiany.

Po wyznaczeniu długości toków schodzących się w punkcie O będzie obrachowanie ukończone.

Kąt ε może być z góry dany, w wielkości ε_o nie wiele się różniącej od tej, którą wyznacza wzór 57. Wtedy obrachujemy osobno partję $D'O$ a osobno partję OK .

Partja $D'O$ zakreśli się łukiem o promieniu q_{z1} , który wyznaczymy, zaś partja OK złoży się z łuku i prostej.

Dla $D'O$ mamy równanie

$$\frac{s}{2} - g_z = q_{z1} \left(\cos \gamma - \cos \frac{\varepsilon_o}{2} \right), \text{ z którego znajdziemy}$$

$$59 a. \dots \dots \dots q_{z1} = \frac{s - 2g_z}{4 \sin \frac{\varepsilon_o + 2\gamma}{4} \sin \frac{\varepsilon_o - 2\gamma}{4}}.$$

Ten promień (lub q_1 w osi) można zaokrąglić na mniejszą wartość q'_{z1} , a wtedy powstanie przy O prosta, którą dla odróżnienia oznaczymy literą p_o , a którą wyznaczymy z równania:

$$\frac{s}{2} - g_z = q'_{z1} \left(\cos \gamma - \cos \frac{\varepsilon_o}{2} \right) + p_o \sin \frac{\varepsilon_o}{2}, \text{ zatem}$$

$$59 b. \dots \dots p_o = \frac{s - 2g_z - 4q'_{z1} \sin \frac{\varepsilon_o + 2\gamma}{4} \sin \frac{\varepsilon_o - 2\gamma}{4}}{2 \sin \frac{\varepsilon_o}{2}}.$$

Długość AO obrachuje się z wzoru

$$58 a. \dots \dots AO = w + i + q'_{z1} \left(\sin \frac{\varepsilon_o}{2} - \sin \gamma \right) + p_o \cos \frac{\varepsilon_o}{2}.$$

Dla partji OK mamy równanie:

$$\frac{s}{2} = q_z \left(\cos \frac{\varepsilon_o}{2} - \cos \tau \right) + p \sin \tau.$$

Możemy obrać małą wartość dla p (mniejszą lub większą, podług tego czy ε_o jest większe lub mniejsze niż ε), a obrachować q_z z wzoru

$$59 c. \dots \dots \dots q_z = \frac{s - 2p \sin \tau}{4 \sin \frac{2\tau + \varepsilon_o}{4} \sin \frac{2\tau - \varepsilon_o}{4}}$$

poczem można tę wartość (lub q w osi) zaokrąglić na q'_z , przezco zmieniona wartość p' obrachuje się z wzoru

$$59 d. \dots \dots \dots p' = \frac{s - 4q'_z \sin \frac{2\tau + \varepsilon_o}{4} \sin \frac{2\tau - \varepsilon_o}{4}}{2 \sin \tau}.$$

Nareszcie nie podlega trudności wstawienie prostej między O a łuk, przeczo krzyżownica O byłaby w prostej ułożona. Jeżeli ta prosta ma otrzymać długość p'' , to w wz. 59 *c.* i *d.* trzeba w liczniku dodać $-2p'' \sin \frac{\varepsilon_0}{2}$. Jednakże wielkość promienia ϱ , nie zawsze dozwoli na takie włożenie prostej.

Następnie przystosuje się wewnętrzne toki i obrachuje długości wszystkich toków i długość L_0 .

Jeżeli w rozjazdach zastosowanych do konstrukcyi podwójnego rozjazdu prosta p posiada większą długość, to kąt ε na rys. 34 *a.* nie wiele się różni od kąta 2τ i może być na tę wartość zwiększony. Jest to mianowicie wtedy korzystne, gdy zarząd kolejowy posiada krzyżownice o kącie 2τ . Wtedy przydłużymy prostą p aż do punktu O , damy jej zatem długość

$$60 a. \dots \dots \dots p = \frac{s}{2 \sin \tau}$$

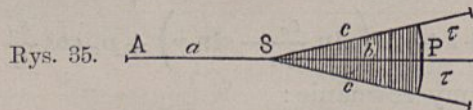
a partję $D'O$ obrachujemy jak pierwiej podług wz. 59 *a.* i *b.* Można by jednakże tę prostą p od razu przedłużyć o wymiar h_0' krzyżownicy w O , przeczo ta krzyżownica wypadłaby w prostej, a ϱ_{z1} obrachować z wzoru

$$60 b. \dots \dots \dots \varrho_{z1} = \frac{s - g_z - p \sin \tau}{2 \sin \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\tau - \gamma}{2}}$$

Tę wartość (lub ϱ_1 w osi) można zaokrąglić na mniejszą ϱ_{z1}' , a wtedy obrachuje się p' z wzoru

$$60 c. \dots \dots \dots p' = \frac{s - g_z - 2\varrho_{z1}' \sin \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\tau - \gamma}{2}}{\sin \tau}$$

Te wzory są te same, które służyły do obrachowania prostego rozjazdu. Pomiedzy końcem łuku a punktem O powstała prosta $p' = \frac{s}{2 \sin \tau}$, a znając jej długość nie trudno wyznaczyć długość AO , jakoteż zmienioną długość L_0 .



Szemat podwójnego rozjazdu (rys. 35.) wymaga wyznaczenia dwóch długości a i b , odpowiednio do przebiegu toru zwrotnego. *)

§. 27. Jednostronne skupienie rozjazdów. **)

Skupienie, w którym obydwie rozjazdy na tę samą stronę zwracają, nazywamy jednostronnem. Ono może być w dwojaki sposób urobione:

*) Do tego §. odnoszą się nr. 13. i 14. zbioru przykładów.

**) Jednostronne skupienia rozjazdów przedstawił prof. Goering w publicznym wykładzie (ob. literaturę w przedmowie) niesłusznie jako nową formę rozjazdów, gdyż takie skupienia bywały stosowane. Np. na lwowskim dworcu kolei Lwowsko-czerniowieckiej istnieją od wielu lat dwa jednostronne skupienia rozjazdów, zastosowane w ograniczonym miejscu obok ogrzewalni.

skróci II. rozjazd, za to powstanie dłuższy nieużytek na torze zasadniczym i skróci się prosta p_1 . Zwiększenie promieni powoduje zmniejszenie kąta ε , a zresztą pogorszenie innych stosunków. Nareszcie pewnemu z góry obranemu kątowi ε odpowiedzą inne najkorzystniejsze stosunki. W celu usunięcia takiej niepewności dobrze jest skupienie naszkicować i przez zmianę długości v i promieni starać się między sobą sprzeczne warunki ile możliwości pogodzić. Zauważyć należy, że rozjazdy o małym promieniu zwrotnego toru nie nadają się do tego zagadnienia.

Przez ustalenie ilości v i q_{z1} , jakoteż przez obrachowanie im przynależnych wartości η i δ (§. 23.), jest łuk zewnętrzny od D_1' aż do O i kąt ε ustalony, bowiem z rzutu tego łuku na prostopadłą do toru zasadniczego otrzyma się wzór

$$s - g_{z1} = q_{z1} (\cos \gamma_1 - \cos \varepsilon)$$

z którego się wyznaczy

$$61. \dots \dots \dots \cos \varepsilon = \cos \gamma_1 - \frac{s - g_{z1}}{q_{z1}}$$

Z drugiego rzutu znajdzie się odstęp $OK = l_o$:

$$l_o = i + L_o + k' - q_{z1} (\sin \varepsilon - \sin \delta), \text{ lub}$$

$$62. \dots \dots \dots l_o = i + L_o + k' - 2 q_{z1} \cos \frac{\varepsilon + \delta}{2} \sin \frac{\varepsilon - \delta}{2}$$

Wyraz $2 q_{z1} \cos \frac{\varepsilon + \delta}{2} \sin \frac{\varepsilon - \delta}{2}$ oznacza długość $I''O$.

Dla obrachowania drugiej części toku zewnętrznego od O do K_1 tworzymy wielobok $TOG_1'K_1$, w którym punkt T uzyska się przez przedłużenie prostej skrzyżowania I. rozjazdu od K_1 ku tokowi toru zasadniczego. Kąt ε jest znany, promień q_{z2} obrany, bok TO możemy wyznaczyć, więc pozostanie do obrachowania prosta p_1 , a oprócz niej wyznaczymy długość K_1T .

Bok TO równa się długości $I''O$, którą powyżej wyznaczono, mniej $I''W$ równającej się IS , a więcej TW , zatem

$$TO = I''O - (a - w) + \frac{s}{2} \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} \quad (a \text{ i } w \text{ odnoszą się do I. rozjazdu}).$$

Oznaczmy tę długość literą m .

Z rzutu wieloboku $TOG_1'K_1$ na kierunek prostopadły do linii TK_1 otrzymamy wprost

$$p_1 = \frac{m \sin \tau - q_{z2} [\cos (\varepsilon - \tau) - \cos \tau_1]}{\sin \tau_1} \text{ lub}$$

$$63. \dots \dots \dots p_1 = \frac{m \sin \tau - 2 q_{z2} \sin \frac{\tau_1 - \tau + \varepsilon}{2} \sin \frac{\tau_1 + \tau - \varepsilon}{2}}{\sin \tau_1}$$

Z rzutu wieloboku na kierunek prostopadły do prostej p_1 otrzyma się

$$K_1T = \frac{m \sin (\tau + \tau_1) + q_{z2} [1 - \cos (\tau + \tau_1 - \varepsilon)]}{\sin \tau_1} \text{ lub}$$

$$64. \dots \dots \dots K_1T = \frac{m \sin (\tau + \tau_1) + 2 q_{z2} \sin^2 \left(\frac{\tau + \tau_1 - \varepsilon}{2} \right)}{\sin \tau_1}$$

Tę długość można wyzyskać w celu wyznaczenia spólrzędnych punktu K_1 względem osi toru zasadniczego, jakoteż do obrachowania wymiarów szematu. Przystosowanie wewnętrznego toku II. rozjazdu z uwzględnieniem

normalnej szerokości toru wzdłuż krzyżownicy O , jakoteż obrachowanie długości toków, uskuteczni się w znany sposób.

Jeżeli w punkcie O ma być włożona krzyżownica o danym kącie ε , wtedy promień ρ_{z1} nie może być dowolnie obrany. Z rzutu łuku $D_1'O$ na kierunek prostopadły do osi toru zasadniczego znajdziemy jego długość. To równanie opiewa:

$$\rho_{z1} (\cos \gamma_1 - \cos \varepsilon) = s - g_{z1}, \quad \text{zatem}$$

$$65. \quad \rho_{z1} = \frac{s - g_{z1}}{2 \sin \frac{\varepsilon + \gamma_1}{2} \sin \frac{\varepsilon - \gamma_1}{2}}$$

Tą wartością obrachuje się l_0 z wzoru 62., poczem może nastąpić zaokrąglenie promienia na mniejszą wartość ρ_{z1}' , przezco przy D_1' i przy O powstaną proste o długości $(\rho_{z1} - \rho_{z1}') \operatorname{tang} \frac{\varepsilon - \gamma_1}{2}$.

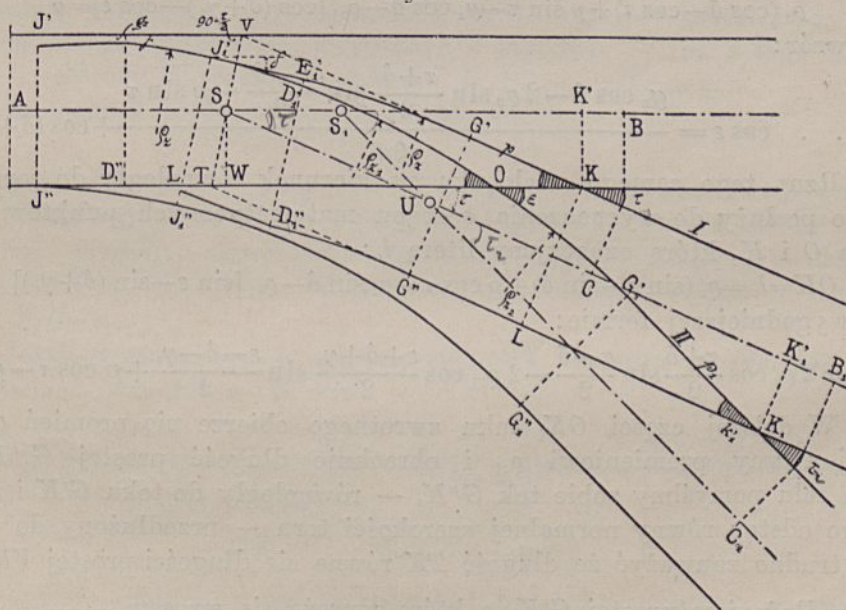
Do obrachowania drugiej części OK_1 zastosują się wzory 63. i 64.

Przez wyrzucenie I. rozjazdu powstanie prosty rozjazd o zwiększonym kącie skrzyżowania ε_1 i o całkowitem odchyleniu toru zwrotnego od zasadniczego o kąt $\tau + \tau_1$.

§. 29. Drugi sposób jednostronnego skupienia rozjazdów, gdy zwrotnica II. rozjazdu jest włożona w tor zwrotny I. rozjazdu (porównać rys. 37.). Korzyścią tego założenia jest jeszcze większe skrócenie nieużytku w torze zasadniczym, gdyż długość skupienia równa się długości rozjazdu.

Rozjazd I. jest normalny (rys. 38.), jednakże włożenie zwrotnicy II. rozjazdu wymaga przekształcenia toru zwrotnego I. rozjazdu, mianowicie

Rys. 38.



trzeba w tok zewnętrzny włożyć prostą dla opornicy. Na rys. 38. jest $I_1'E_1'$ tą prostą. Jej długość musi się conajmniej równać długości iglicy II. rozjazdu (jednakże jeżeli stosunki na to pozwalają korzystnym będzie rozpo-

czać tę prostą już przy początku iglicy D'). W tym celu trzeba zastosować do łuków przed i za tą iglicą położonych promień ϱ_z mniejszy niż w normalnym rozjeździe. Ponieważ kąt δ był już poprzednio wyznaczony, a długość prostej $I_1'E_1'=i_1$ jest dana, zatem pozostaje do obrachowania prosta $G'K=p$. Z rzutu linii $D'I_1'E_1'G'K$ na kierunek prostopadły do toru zasadniczego uzyskamy następujące równanie:

$$s-g_z=\varrho_z(\cos\gamma-\cos\delta)+i_1\sin\delta+\varrho_z(\cos\delta-\cos\tau)+p\sin\tau$$

a z tego równania otrzyma się wzór:

$$66. \dots p = \frac{s-g_z-2\varrho_z\sin\frac{\tau+\gamma}{2}\sin\frac{\tau-\gamma}{2}-i_1\sin\delta}{\sin\tau}$$

Jeżeliby prosta p z tego wzoru wypadła za mała, to jej zwiększenie skuteczni się przez zmniejszenie promienia ϱ_z , które jednakowoż wprowadzimy tylko dla łuku $E_1'G_1'$ aby poprzedniego rachunku nie naruszać. Jeżeli ϱ_z' oznacza ten zmniejszony promień, to z górnego równania otrzyma się wzór

$$p' = \frac{(s-g_z)-\varrho_z(\cos\gamma-\cos\delta)-\varrho_z'(\cos\delta-\cos\tau)-i_1\sin\delta}{\sin\tau}$$

lub w dogodniejszym kształcie:

$$67. \dots p' = \frac{(s-g_z)-2\varrho_z\sin\frac{\delta+\gamma}{2}\sin\frac{\delta-\gamma}{2}-2\varrho_z'\sin\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2}-i_1\sin\delta}{\sin\tau}$$

Następnie obierzemy dla łuku $D_1'O$ mały promień ϱ_{z1} i wykonamy rzut zamkniętego wieloboku $E_1'G'KOD_1'E_1'$ na kierunek prostopadły do toru zasadniczego, w celu wyznaczenia kąta ε , pod którym następuje przecięcie zewnętrznego toku zwrotnego toru II. rozjazdu z prostym tokiem zasadniczego toru. Równanie tego rzutu opiewa:

$$\varrho_z(\cos\delta-\cos\tau)+p\sin\tau-g_z\cos\delta-\varrho_{z1}[\cos(\delta+\gamma_1)-\cos\varepsilon]=0$$

a stąd wzór:

$$68. \dots \cos\varepsilon = \frac{g_z\cos\delta-2\varrho_z\sin\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2}-p\sin\tau}{\varrho_{z1}} + \cos(\delta+\gamma_1)$$

Rzut tego samego wieloboku na kierunek równoległy do toru zasadniczego posłuży do wyznaczenia odstepu matematycznych punktów skrzyżowania O i K , którą oznaczymy literą l_o :

$$OK=l_o=\varrho_z(\sin\tau-\sin\delta)+p\cos\tau-g_z\sin\delta-\varrho_{z1}[\sin\varepsilon-\sin(\delta+\gamma_1)]$$

lub w wygodniejszej formie:

$$69. l_o = 2\varrho_z\cos\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2}-2\varrho_{z1}\cos\frac{\varepsilon+\delta+\gamma_1}{2}\sin\frac{\varepsilon-\delta-\gamma_1}{2}+p\cos\tau-g_z\sin\delta$$

W dalszej części OK_1 łuku zwrotnego obierze się promień ϱ_{z2} , zazwyczaj równy promieniowi ϱ_{z1} i obrachuje długość prostej $G_1'K_1=p_1$. W tym celu pomyślmy sobie tok $G''K_1$ — równoległy do toku $G'K$ i mający od niego odstęp równy normalnej szerokości toru — przedłużony do punktu T . Nie trudno zauważyć że długość TK równa się długości prostej VK , która jest przedłużeniem prostej $G'K$, a która wyraża się wzorem $\frac{s}{\sin\tau}$.

Zaś długość TO , którą oznaczymy literą m równa

$$70. \dots m = TK - KO = \frac{s}{\sin\tau} - l_o$$

To poprzedziwszy wykonajmy rzuty linii $TO=m$ i linii $OG_1'K_1$ na kierunku prostopadły do prostej TK_1 , to ze zrównania tych rzutów uzyskamy równanie, z którego wyznaczymy niewiadomą długość p_1 podług wzoru 63.

W ten sposób jest tok zewnętrzny i punkt K_1 wyznaczony. W celu obrachowania spólrzędnych tego punktu obrachujemy jeszcze długość TK_1 podług wzoru 64.

Przystosowanie wewnętrznych toków, z uwzględnieniem dochowania normalnej szerokości toru przy krzyżownicach, — jakoteż obrachowanie długości wszystkich toków uskuteczni się w znany sposób.

Jeżeli w punkcie O ma być ułożona krzyżownica o danym kącie ε , wtedy promień ϱ_{z1} nie może być dowolnie obrany. Wyznaczymy go z równania, które poprzedza wzór 68.:

$$71. \dots \dots \varrho_{z1} = \frac{2 \varrho_z \sin \frac{\tau + \delta}{2} \sin \frac{\tau - \delta}{2} + p \sin \tau - g_z \cos \delta}{2 \sin \frac{\varepsilon + \delta + \gamma_1}{2} \sin \frac{\varepsilon - \delta - \gamma_1}{2}}.$$

Jeżeli długość tego promienia zaokrąglimy ewentualnie na mniejszą wartość ϱ_{z1}' , to przy D_1' i przy O powstaną proste o długości

$$(\varrho_{z1} - \varrho_{z1}') \operatorname{tang} \frac{\varepsilon - \delta - \gamma_1}{2}.$$

Dalsze obrachowanie linii OK_1 i TK_1 nastąpi podług wzorów 63. i 64.

Przez wyrzucenie toru zasadniczego przekształci się skupienie w jednostronny łukowy rozjazd, o kącie skrzyżowania τ_1 i o kącie $\beta = \tau - \delta$.

Przez wyrzucenie toru zwrotnego I. rozjazdu pozostanie układ torów, który może być użyty jako rozjazd prosty o kącie skrzyżowania ε , a o odchyleniu toru zwrotnego o kąt $\tau + \tau_1$.

Ta różnorodność użycia, na jaką pozwala to w drugi sposób urobione jednostronne skupienie rozjazdów, może być przy przekształcaniu układu torów na stacyi znakomicie wyzyskane i stanowi, — tak z tego względu, jakoteż z powodu skrócenia nieużytku w torze zasadniczym, — wyższość nad skupieniem w pierwszy sposób urobionem. *)

§. 30. Szematy jednostronnego skupienia rozjazdów.

Szemat pierwszego sposobu skupienia, przedstawiony na rys. 39., będzie ustalony, skoro prócz kątów τ i τ_1 , które znamy, wyznaczymy długości $A_1S = a$, $A_1S_1 = a_1$, $SB = b = SC = c$, $UB_1 = b_1 = UC_1 = c_1$, nareszcie $SU = e$ i $S_1U = e_1$.

Jeżeli wymiary a i w odnoszą się do I. rozjazdu na rys. 36., zaś w_1 do II. rozjazdu, to $IS = a - w$, zaś

$$A_1S = a - w + w_1 + v.$$

Jeżeli z punktu S pomyślimy sobie spuszczone prostopadłą na prostą K_1T (rys. 36 a.), to zauważymy, że

$$SB_1 = k_1'' + K_1T + \frac{s}{2} \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}.$$

W tym wzorze znajdujący się wymiar K_1T był już poprzednio (wzorem 64.) wyznaczony.

*) Do tego §. odnosi się nr. 15. zbioru przykładów.

Następnie widzimy że $UK_1' = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau_1}{2}$, zatem

$$UB_1 = UC_1 = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau_1}{2} + k_1'', \text{ zaś}$$

$$SU = SB_1 - UB_1 = K_1 T - \frac{s}{2} \left[\cotg \frac{\tau_1}{2} - \text{tang} \frac{\tau}{2} \right].$$

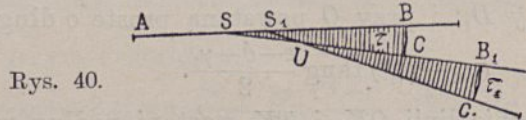
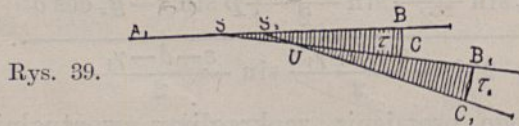
Znając SU wyznaczy się z trójkąta SS_1U

$$SS_1 = SU \frac{\sin \tau_1}{\sin (\tau + \tau_1)}; \quad S_1U = SU \frac{\sin \tau}{\sin (\tau + \tau_1)}.$$

Nareszcie znajdziemy

$$S_1C_1 = S_1U + UC.$$

Na podstawie powyższego przeprowadzenia otrzymujemy następujące



wzory dla wyznaczenia niewiadomych:

72.

$$\left\{ \begin{array}{l} a_v = a - w + w_1 + v \text{ (gd}y \text{ } a \text{ z szematu I. rozjazu)} \\ a_1 = a_v + e \frac{\sin \tau_1}{\sin (\tau + \tau_1)} \\ b = c \text{ (z szematu I. rozjazu)} \\ b_1 = c_1 = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau_1}{2} + k_1'' \\ e = K_1 T - \frac{s}{2} \left[\cotg \frac{\tau_1}{2} - \text{tang} \frac{\tau}{2} \right] \\ e_1 = e \frac{\sin \tau}{\sin (\tau + \tau_1)} \end{array} \right.$$

Dla szematu drugiego sposobu skupienia, przedstawionego na rys. 40., mamy wyznaczyć $AS = a$, $SB = b = SC = c$ dla I. rozjazu, gdyż ten rozjazd doznał zmiany; następnie trzeba wyznaczyć $AS_1 = a_v$, $UB_1 = b_1 = UC_1 = c_1$, $SU = e$ i $S_1U = e_1$.

Z rzutu linii $A'I'D'I_1'E_1'G'K$ (rys. 38.) na kierunku równoległy do osi toru zasadniczego wyznaczymy

$$\begin{aligned} AK' &= w + i + q_z (\sin \delta - \sin \gamma) + i_1 \cos \delta + q_z (\sin \tau - \sin \delta) + p \cos \tau \\ &= (w + i) + 2 q_z \cos \frac{\tau + \gamma}{2} \sin \frac{\tau - \gamma}{2} + i_1 \cos \delta + p \cos \tau \end{aligned}$$

$$SK' = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau}{2}, \text{ zaś } AS = a = AK' - SK', \quad SB = SK' + k''.$$

Reszta wymiarów znajdzie się z wzorów takich samych jak dla pierwszego sposobu skupienia. Zatem

$$\begin{aligned}
 73. \quad & \left\{ \begin{aligned} a &= (w+i) + 2 \rho_z \cos \frac{\tau+\gamma}{2} \sin \frac{\tau-\gamma}{2} + i \cos \delta + p \cos \tau - \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau}{2} \\ a_v &= a + e \frac{\sin \tau_1}{\sin (\tau+\tau_1)} \\ b &= c = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau}{2} + k'' \end{aligned} \right. \\
 74. \quad & \left\{ \begin{aligned} b_1 &= c_1 = \frac{s}{2} \cotg \frac{\tau_1}{2} + k_1'' \\ e &= K_1 T - \frac{s}{2} \left[\cotg \frac{\tau_1}{2} - \text{tang} \frac{\tau}{2} \right] \\ e_1 &= e \frac{\sin \tau}{\sin (\tau+\tau_1)} \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

Wzór 74. zgadza się z wzorem 72. Długość $K_1 T$ była już poprzednio wyznaczona z wz. 64.

Uwaga. Powyższe wzory doznają zmiany, jeżeli przez wprowadzenie danego kąta ϵ promień łuku $E_1'G'$ będzie odmienny od promienia łuku $D'I_1'$ (rys. 38.). *)

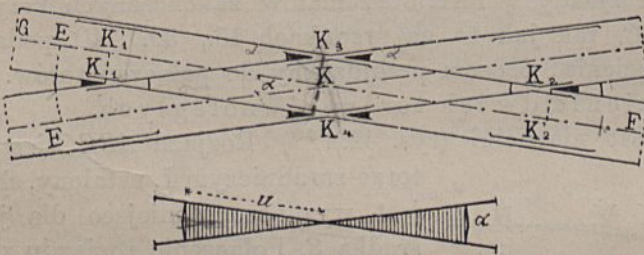
Skrzyżowanie prostych torów.

§. 31. Kąt skrzyżowania (przecięcia się torów), który odtąd będziemy stale oznaczać literą α , może być dowolny.

Skrzyżowanie pod większym kątem nie wchodzi organicznie w właściwe połączenie torów; inaczej się rzecz ma, jeżeli nastąpi t. zw. ostre skrzyżowanie, pod kątem równającym się kątowi τ zwykłego rozjazdu, lub nie wiele ten kąt przewyższającym. Takie skrzyżowanie nieraz wypada włączyć w połączenie torów, a nawet wewnątrz skrzyżowania można włożyć zupełne połączenie torów (rozjazd angielski §. 54.).

Skrzyżowanie (rys. 41 a.) wymaga czterech przecięć toków, a zatem czterech krzyżownic, z których K_1 i K_2 są to zwykle (pojedyncze) krzyżownice o jednym dzióbku,

Rys. 41. a. b.



zaś K_3 i K_4 są to symetryczne (podwójne) krzyżownice o dwóch dzióbkach. Krzyżownice są albo z szyn urobione albo lane tarcze. W drugim przypadku obrachuje się k' i k'' dla zwykłych krzyżownic tak

samo jak dla krzyżownic rozjazdów (§. 6.), a wtedy długość symetrycznej krzyżownicy wynosi $2k''$ **)

Długości toków wewnętrznych między punktami skrzyżowania są

$$K_1 K_3 = \frac{s}{\sin \alpha}$$

*) Ob. nr. 15. zbioru przykładów.

**) Wyjątek stanowią krzyżownice z nasadzonem siodełkiem, gdyż ta sama krzyżownica jest użyta dla zwykłej i dla symetrycznej.

a między krzyżownicami wynoszą

$$\frac{s}{\sin \alpha} - k' - k''.$$

Dla ustalenia szematu trzeba znać długość $EK=KF$, którą stale oznaczymy literą u . Otóż $K_1'K = \frac{s}{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}}$, a gdy $EK_1' = k''$, to

$$75. \dots \dots \dots u = \frac{s}{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}} + k''.$$

Szemat skrzyżowania jest przedstawiony na rys. 41 b.

Jeżeli z rozkładu szyn wypadnie po za krzyżownicami tory przedłużyć (jak EG), to wielkość tego przedłużenia ma być na szemacie naznaczona.

W przypadku gdy krzyżownice są z szyn ułożone, ma być długość u zakończona punktem K_1' (wtedy $k''=0$ w wz. 75.). *)

Rozgałęzienie i połączenie prostych torów.

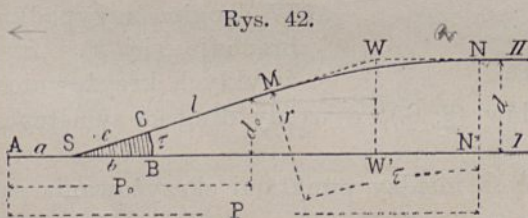
§. 32. Jeżeli tor B przechodzi za pośrednictwem toru łączącego w rozjazd położony na torze A , to takie założenie nazywamy rozgałęzieniem. Tor A jest wtedy zasadniczym w obec swojej gałęzi B . Odgałęzienie jednego toru wymaga zatem jednego rozjazdu i toru łączącego.

Jeżeli zaś tor B przechodzi obok toru A i od niego niezależnie, a jeden punkt pierwszego łączy się z punktem drugiego toru za pomocą toru łączącego i na jego końcach znajdujących się rozjazdów, to takie założenie zwiemy połączeniem. Dla połączenia dwóch torów potrzeba zatem dwóch rozjazdów i toru łączącego. W jednym torze będzie położenie pierwszego rozjazdu z góry dane, a w tym rozumieniu będzie ten tor zasadniczym wobec drugiego toru, w którym położenie drugiego rozjazdu będzie odpowiednio do danych warunków wyznaczone.

Do obrachowania wprowadzimy tory w pojedynczych liniach, przedstawiających ich osie, a rozjazdy w formie szematów zakończonych krzyżownicą w punktach B i C , tak jak to na rysunkach 15., 39. i 40. podano. Wpierw omówimy rozgałęzienia, poczem przejdziemy do połączeń torów.

§. 33. Rozgałęzienie dwóch torów równoległych.

a. Odstęp torów jest niewielki (rys. 42.). **) Rozjazd $ASBC$ jest na



Rys. 42.

torze zasadniczym I. ustalony, skoro jest wyznaczone miejsce dla jego środka S . Połączenie rozjazdu z gałęzią II. uskuteczni się za pomocą prostej l i łuku o promieniu r . Wartość jednej z tych ilości trzeba obrać, a drugą rachunkiem wyznaczyć.

Czem mniejszy promień łuku tem krótszy cały układ, dlatego obieramy z góry

*) Ob. nr. 16. zbioru przykładów.

**) Podług §. 38. norm Związku dla głównych kolei mają tory równoległe na stacjach otrzymać conajmniej 45 m odstępu.

małą długość promienia a rachujemy l . Potrzebne równanie uzyska się z rzutu linii SMN na prostopadłą do torów:

$$(c+l) \sin \tau + r(1 - \cos \tau) = d, \text{ zatem}$$

$$76. \dots \dots \dots l = \frac{d - 2r \sin^2 \left(\frac{\tau}{2} \right)}{\sin \tau} - c.$$

Długości toków wyznaczy się znanym sposobem. Przy rozkładzie szyn uwzględnić należy, że długość $q'' = CQ$ normalnego rozjazdu (rys. 15.) jest zawartą w długości l .

W celu dokładnego wytyczenia całego układu jest pożądanę ustalenie miejsca rzutu wierzchołka W na torze zasadniczym, czyli wyznaczenie długości AW' . Następnie pożądana jest znajomość długości całkowitej AN' którą oznaczymy literą P , i ustalenia miejsca, w którym ma być umieszczony ukres.

$$77. \dots \dots \dots AW' = d \cotg \tau + a = \frac{d}{n} + a.$$

$$78. \dots \dots \dots P = AW' + r \tan g \frac{\tau}{2}.$$

Jak wiadomo umieszcza się ukres (międzytorek), odgraniczający nieużytek zbieżnych torów, w tem miejscu, w którym odstęp torów osiągnął pewien unormowany wymiar, który oznaczymy literą d_0 . Odstęp ukresu od początku układu w A nazwiemy literą P_0 .

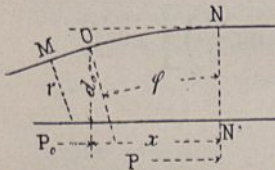
Punkt ukresu leżący na torze łączącym może wypaść na prostą CM , lub też, przy niewielkim odstepie torów, na łuk MN ; zależy to od warunku, czy $d - d_0 > r(1 - \cos \tau)$. Podług tego wzoru rachunkiem, lub też podług rysunku trzeba tę niepewność naprzód usunąć.

Jeżeli ukres wypadnie na prostej l , natenczas

$$79 a. \dots \dots \dots P_0 = a + \frac{d_0}{n}.$$

Jeżeli zaś wypadnie na łuk, co wtedy nastąpi gdy $r(1 - \cos \tau) > d - d_0$, to wyznaczmy podług rys. 42 a . odstęp x ukresu od punktu N' . Jeżeli przez

Rys. 42 a .



φ oznaczymy kąt, który zawiera promień łuku w O z promieniem w N , to z rzutu łuku ON na promień w N znajdziemy równanie

$$d - d_0 = r(1 - \cos \varphi)$$

z którego wyznaczmy $\cos \varphi$ i kąt φ :

$$\cos \varphi = 1 - \frac{d - d_0}{r}$$

Znając φ wyznaczy się

$$x = r \sin \varphi,$$

Nareszcie

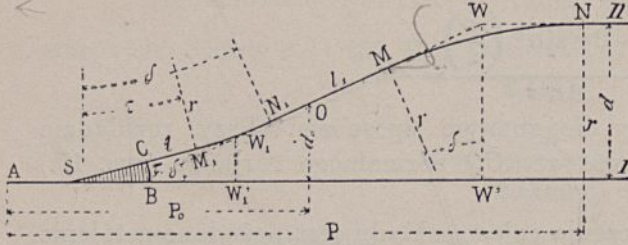
$$79 b. \dots \dots \dots P_0 = P - x. *)$$

b . Odstęp torów jest znaczniejszy (rys. 43.). W tym przypadku można cały układ skrócić przez wstawienie odwrotnych łuków. Aby wymogom praktyki zadosyć uczynić, trzeba wstawić prostą l między koniec krzyżownicy

*) Ob. nr. 17., 18. i 19. zbioru przykładów.

a początek następnego łuku, jakoteż prostą l_1 między odwrotne łuki. *) Na podrzędnych torach drugorzędnych kolei mogą być te proste ewentualnie opuszczone. Jeżeli się jeszcze obierze możliwie małą długość promienia r , to pozostaje do obrachowania tylko kąt δ , który zawiera promień w M lub w N_1 z prostopadłą do toru zasadniczego. Potrzebne równanie uzyskamy z rzutu linii SM_1N_1MN na prostopadłą d :

Rys. 43.



$$a. \dots d = (c+l) \sin \tau + r (\cos \tau - \cos \delta) + l_1 \sin \delta + r (1 - \cos \delta).$$

Napiszmy to równanie w innym przestawieniu i podstawmy $1 + \cos \tau = 2 \cos^2 \frac{\tau}{2}$:

$$2r \cos \delta - l_1 \sin \delta = 2r \cos^2 \frac{\tau}{2} + (c+l) \sin \tau - d.$$

Podstawmy $\operatorname{tg} \varphi = \frac{2r}{l_1}$, to znajdziemy nareszcie

$$80. \dots \sin(\varphi - \delta) = \frac{\cos \varphi}{l_1} \left[2r \cos^2 \frac{\tau}{2} + (c+l) \sin \tau - d \right]$$

jako wzór do wyznaczenia kąta δ . Jeżeliby ten kąt wypadł ujemny, to jest to oznaką że odstęp torów jest dla tego układu za mały, a układ niemożliwy. Najmniejszy odstęp torów umożliwiający wprowadzenie odwrotnych łuków wyznaczmy, skoro w powyższe równanie a . wstawimy $\delta = \tau$:

$$81. \dots \min d = (c+l+l_1) \sin \tau + 2r \sin^2 \frac{\tau}{2}.$$

Współrzędne wierzchołków łuków.

$$82. \dots \left\{ \begin{array}{l} a. \quad AW_1' = a + \left(c+l+r \operatorname{tang} \frac{\delta-\tau}{2} \right) \cos \tau \\ b. \quad W_1 W_1' = \left(c+l+r \operatorname{tang} \frac{\delta-\tau}{2} \right) \sin \tau \\ c. \quad AW' = AW_1' + \left[l_1 + r \left(\operatorname{tang} \frac{\delta-\tau}{2} + \operatorname{tang} \frac{\delta}{2} \right) \right] \cos \delta \\ d. \quad WW' = d \end{array} \right.$$

Długość całego układu

$$83. \dots P = AW' + r \operatorname{tang} \frac{\delta}{2}.$$

Co do ukresu, to może punkt O wypaść

1. Na prostą l_1 ; wtedy

$$84. \dots P_o = AW_1' + (d_o - W_1 W_1') \operatorname{cotg} \delta.$$

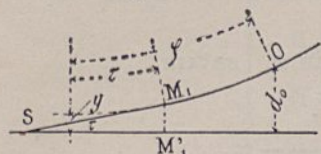
AW_1' i $W_1 W_1'$ są wyznaczone wzorami 82 a. i b.

2. Na łuk MN . Wtedy wyznaczy się P_o podług wzoru 79 b. (rys. 42 a.).

*) Podług §. 43. norm Związku dla głównych kolei, ma być między odwrotne łuki toru łączącego włożona prosta conajmniej 6 m długa.

3. Punkt O wypada na łuk M_1N_1 . Przedłużmy na rys. 43 *a.* ten łuk aż do punktu, którego promień stoi prostopadłe na torze zasadniczym, to odstęp y tego punktu od toru zasadniczego równa się $M_1M_1' - r(1 - \cos \tau)$, czyli

Rys. 43 *a.*



$$y = (c+l) \sin \tau - 2r \sin^2 \frac{\tau}{2}.$$

Po wyznaczeniu y ustawmy równanie:

$$d_0 = y + r(1 - \cos \varphi)$$

w którym φ oznacza kąt promienia w O . Z tego równania znajdziemy

$$\cos \varphi = 1 - \frac{d_0 - y}{r}$$

a znając φ wyznaczy się P_0 z rzutu na tor zasadniczy:

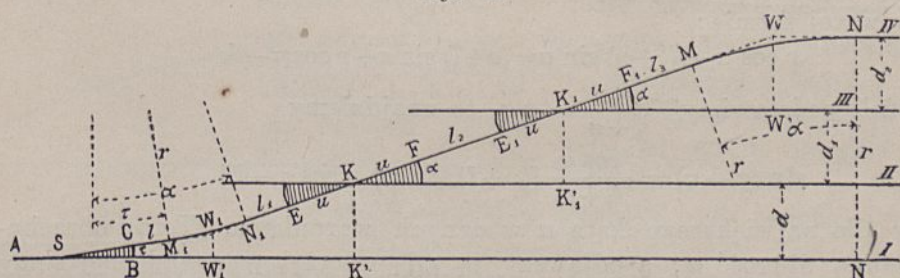
$$P_0 = a + (c+l) \cos \tau + r(\sin \varphi - \sin \tau) \text{ lub}$$

$$85. \dots P_0 = a + (c+l) \cos \tau + 2r \cos \frac{\varphi + \tau}{2} \sin \frac{\varphi - \tau}{2}.$$

Które z tych trzech położeń ukresu nastąpi znów najlepiej przekonać się z rysunku. Kąt φ tak w 2. przypadku (wzór dla x do wzoru 79 *b.*), jakoteż w 3. przypadku nie może być większy niż δ . Jeżeliby rachunek wykazał $\varphi > \delta$, to byłoby to oznaką, że punkt O wypada na prostą N_1M . W każdym razie jest odstęp ukresu mniejszy niż przy poprzednim układzie torów (§. 33 *a.*)*

§. 34. Rozgałęzienie dwóch torów równoległych z przecięciem torów pośrednich. Rys. 44. Przypuszczamy, że tor łączący tor

Rys. 44.



I. z IV. krzyżuje się z torami II. i III. Odstępy torów są różne. W celu skrócenia całkowitej długości AN' , odchylamy tor łączący zaraz za rozjazdem łukiem M_1N_1 , przecho kąt α na skrzyżowaniach otrzyma wartość większą niż τ . Otóż co do wielkości tego kąta mogą być stawiane różne żądania. I tak jeżeli w punktach skrzyżowania ma nastąpić połączenie torów za pomocą rozjazdu angielskiego (§. 54.), wtedy kąt α nie wiele większy niż τ jest dany, a cały układ ma się do niego zastosować. Jeżeli zaś takiego warunku niema, to można zastosować taki kąt α , dla którego całkowita długość AN' będzie najmniejszą. Obydwa przypadki rozpatrzmy.

1. Kąt α jest dany. Przed i za łukiem M_1N_1 są żądane proste pewnej długości. Ponieważ jedną z nich trzeba z góry obrać, to obierzemy $CM_1 = l$ w najmniejszej dozwolonej wartości, gdyż wtedy długość układu będzie najmniejsza. Z tego samego powodu obierzemy r w najmniejszej

*) Ob. nr. 20. zbioru przykładów.

wartości, zaś długość połowy skrzyżowania u obrachujemy dla danego kąta α podług §. 31. W linii SM_1N_1K jest tylko długość prostej $N_1E=l_1$ niewiadoma. Z rzutu tej linii na kierunek prostopadły do torów otrzymana się równanie:

$$a. \dots d = (c+l) \sin \tau + r (\cos \tau - \cos \alpha) + (l_1 + u) \sin \alpha, \text{ zatem}$$

$$86. \dots l_1 = \frac{d - (c+l) \sin \tau - 2r \sin \frac{\alpha + \tau}{2} \sin \frac{\alpha - \tau}{2}}{\sin \alpha} - u$$

Między II. i III. torem trzeba wyznaczyć długość FE_1 :

$$87. \dots l_2 = \frac{d_1}{\sin \alpha} - 2u.$$

Między III. a IV. torem ma tor łączący przejść łukiem w IV. tor. Ponieważ i tu jest r dane, zatem pozostaje do obrachowania niewiadoma l_3 z równania:

$$b. \dots d_2 = (u + l_3) \sin \alpha + r (1 - \cos \alpha), \text{ zatem}$$

$$88. \dots l_3 = \frac{d_2 - 2r \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\sin \alpha} - u.$$

2. Kąt α nie jest dany, lecz ma być wyznaczony pod warunkiem żeby długość układu AN' była jak najmniejsza. Wtedy dla pierwszej partii toru łączącego obierzemy r , l i l_1 w najmniejszych dozwolonych wartościach. Zachodzi jednakże ta trudność, że nieznając kąta α , nie możemy wyznaczyć długości u skrzyżowania. Na razie obierzemy ją w przypuszczalnej wartości. Niewiadomy kąt α wyznaczymy z poprzednio ustawionego równania a ., które napiszemy w tej formie:

$$r \cos \alpha - (l_1 + u) \sin \alpha = (c+l) \sin \tau + r \cos \tau - d.$$

Jeżeli podstawimy $\frac{r}{l_1 + u} = \text{tg } \varphi$, to znajdziemy

$$89. \dots \sin (\varphi - \alpha) = \frac{\cos \varphi}{l_1 + u} [(c+l) \sin \tau + r \cos \tau - d]$$

jako wzór dla największego kąta α w danych warunkach. Teraz obrachujemy dokładną długość u , a odjąwszy ją od powyżej wprowadzonej sumy $l_1 + u$, wyznaczymy rzeczywiście pozostałą długość l_1 . Jeżeliby ta ostatnia długość wypadła za małą, wtedy trzeba obrachowanie kąta α ponownie przeprowadzić.

Dalsze partje toru łączącego obrachuje się podług wzorów 87. i 88. Otóż może się teraz zdarzyć że prosta l_3 wypadnie za małą (może nawet ujemna wartość wypaść), co oznacza że kąt α jest za wielki. Wtedy można sobie w dwojaki sposób poradzić. Albo z równania b . poprzedzającego wzór 88. obrachuje się kąt α i na podstawie tej wartości przeprowadzi się ponownie całe obrachowanie podług wzorów 86. do 88. Albo też, jeżeli sytuacja na to pozwoli, zwiększy się na pewną długość odstęp d_2 toru IV. o tyle, aby prosta l_3 otrzymała żadaną długość. Jeżeli do tej żadanej długości brakuje wymiar Δl_3 , to zwiększenie odstępu d_2 ma nastąpić o $\Delta d_2 = \Delta l_3 \sin \alpha$, podług wskazówek §. 35.

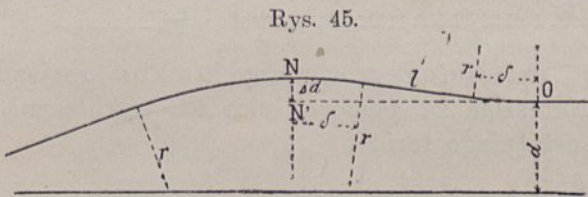
Odległość rzutów wierzchołków łuków i punktów skrzyżowania, jakoteż długość P całego układu, obrachują się z następujących wzorów:

$$90. \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} AW_1' = a + \left(c + l + r \operatorname{tang} \frac{\alpha - \tau}{2} \right) \cos \tau \\ AK' = AW_1' + \left(r \operatorname{tang} \frac{\alpha - \tau}{2} + l_1 + u \right) \cos \alpha \\ KK_1' = (2u + l_2) \cos \alpha = d_1 \operatorname{ctg} \alpha \\ K_1W' = \left(u + l_3 + r \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} \right) \cos \alpha = d_2 \operatorname{ctg} \alpha \\ W_1W_1' = \left(c + l + r \operatorname{tang} \frac{\alpha - \tau}{2} \right) \sin \tau \\ P = AK' + KK_1' + K_1W' + r \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} \end{array} \right.$$

Obrachowanie odstępu ukresów przy punktach C , F i F_1 uskuteczni się podług poprzedniego §.

Uwaga. Jeżeliby tor łączący przecinał więcej torów niż dwa, natenczas powtarzają się stosunki powyżej rozważane między II. a III. torem.*)

§. 35. Zwiększenie odstępu torów. Jak w przypadku uważanym w poprzednim §. tak i w innych później omawianych przypadkach zachodzi nieraz potrzeba zwiększenia odstępu ostatniego toru w celu umożliwienia połączenia toru łączącego z tym torem, poczem jednakże powinien być przesunięty tor corychlej w pierwotny odstęp za pomocą odwrotnych łuków przeprowadzony. Niech Δd na rys. 45. oznacza potrzebne zwiększenie odstępu d toru $N'O$, zaś punkt N jest podobnie jak na rys. 44. końcem łuku



Rys. 45.

toru łączącego, to po obraniu stosownych wartości dla r i l będzie linia NO ustalona, skoro wyznaczmy kąt δ .

Z rzutu tej linii na promień w N otrzyma się równanie:

$$\Delta d = 2r(1 - \cos \delta) + l \sin \delta, \text{ lub w innej formie} \\ 2r \cos \delta - l \sin \delta = 2r - \Delta d.$$

Podstawmy $\frac{2r}{l} = \operatorname{tang} \varphi$, to znajdziemy

$$91. \dots \dots \dots \sin(\varphi - \delta) = \frac{2r - \Delta d}{l} \cos \varphi.$$

Z tego wzoru wyznaczy się δ . Długość $N'O$ obrachuje się z wzoru

$$92. \dots \dots \dots N'O = 2r \sin \delta + l \cos \delta.$$

§. 36. Rozgałęzienie kilku prostych równoległych torów. Drogi zwrotnicze. Jeżeli z toru zasadniczego na jedną stronę lub na obie strony ma nastąpić rozgałęzienie kilku torów między sobą równoległych, to możnaby to w ten sposób uskutecznić, że się powyżej opisane rozgałęzienie dwóch torów tyle razy powtórzy, ile jest bocznych torów. Więc urobimy odgałęzienie II. toru od I., III. od II. i t. d. Taki układ wymaga jednakże znacznej długości i posiada tę wadliwość, że przejazd z jednego toru na

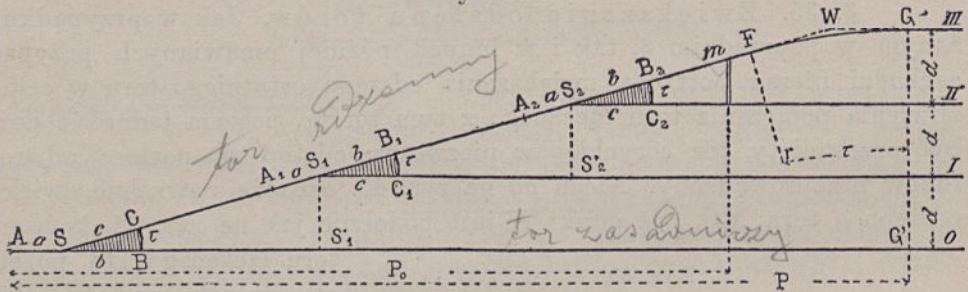
*) Ob. nr. 21. zbioru przykładów.

drugi następuje w odwrotnych łukach. Dlatego uskutecznia się odgałęzienie torów bocznych od prostej gałęzi toru zasadniczego w ten sposób, że na tej gałęzi rozjazdu torów bocznych następują jeden za drugim. Ową gałąź, która jest przedłużeniem toru zwrotnego rozjazdu położonego w torze zasadniczym, zowiemy torze rdzennym, a cały układ zowiemy drogą zwrotniczą (rys. 46. do 50.).

Czem większe jest odchylenie toru rdzennego od toru zasadniczego, tem korzystniejszy bo krótszy jest układ drogi zwrotniczej. Powinniśmy zatem dążyć do uzyskania największego odchylenia toru rdzennego, jakie w danych warunkach będzie możliwe. Rozpatrzmy naprzód drogę zwrotniczą, której tor rdzenny jest odchylony o kąt skrzyżowania τ rozjazdu zasadniczego, poczem podamy sposoby zwiększenia kąta odchylenia po nad kąt τ .

§. 37. Tor rdzenny zawiera z torem zasadniczym kąt τ . Na rys. 46. jest tor rdzenny wprost przedłużeniem zwrotnego toru SC ; po-

Rys. 46.



dobnie są tory boczne wprost przedłużeniem zwrotnych torów rozjazdów włożonych w tor rdzenny. Nareszcie za pomocą łuku FG uskuteczni się przejście z toru rdzennego do ostatniego toru.

Odstęp środków rozjazdów

93. $SS_1 = SS_2 = \frac{d}{\sin \tau}$.

Odstępy ich rzutów

94. $\begin{cases} AS_1' = a + d \cotg \tau \\ S_1S_2' = d \cotg \tau \end{cases}$

Całkowita długość układu $AG' = P$:

95. $P = a + 3d \cotg \tau + r \tan \frac{\tau}{2}$.

Nareszcie długość prostej $B_2F = m$ znajdziemy z rzutu na d :

$(b + m) \sin \tau + r(1 - \cos \tau) = d$.

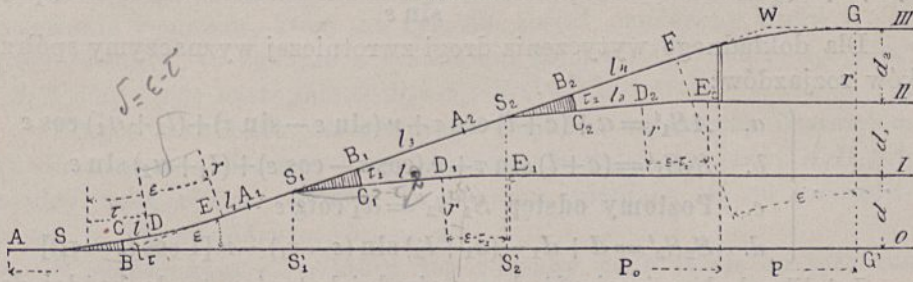
96. $m = \frac{d - 2r \sin^2 \frac{\tau}{2}}{\sin \tau} - b$.

Obrachowanie odstępów ukresów dla każdego rozgałęzienia wyznaczy się podług §. 33. *)

*) Ob. nr. 22. i 23. zbioru przykładów.

§. 38. Zwiększenie odchylenia toru rdzennego, przez wstawienie łuku. Na rys. 47. wstawiamy w tor rdzenny łuk DE , o kącie δ

Rys. 47.



w danych warunkach możliwie największym, przezco uzyskamy największy kąt odchylenia toru rdzennego $\varepsilon = \tau + \delta$. Pomiędzy łuki i początki lub końce rozjazdów żąda się zazwyczaj włożenia prostych o pewnej długości. Czemu one są krótsze i czemu mniejsze są promienie łuków DE i D_1E_1 , tem większy kąt ε da się uzyskać. Otóż dla wyznaczenia kąta ε obierzemy oprócz rozjazdu AB i A_1B_1 , długości prostych $CD=l$, $EA_1=l_1$ i $C_1D_1=l_2$, jakoteż promienie r dla łuków. W celu uogólnienia zagadnienia przypuszczamy, że rozjazdy leżące w torze rdzennym posiadają inny kąt skrzyżowania niż rozjazd zasadniczy, — i że odstęp torów są różne.

Z rzutu linii $SDES_1D_1E_1$ na prostopadłą do danych torów otrzymamy następujące równanie:

$$d = (c+l) \sin \tau + r (\cos \tau - \cos \varepsilon) + (l_1 + a_1) \sin \varepsilon + (c_1 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_1) + r [1 - \cos (\varepsilon - \tau_1)]$$

Napiszmy je w tem przestawieniu:

$$\cos \varepsilon [r(1 + \cos \tau_1) + (c_1 + l_2) \sin \tau_1] - \sin \varepsilon [a_1 + l_1 + (c_1 + l_2) \cos \tau_1 - r \sin \tau_1] = (c+l) \sin \tau + r (1 + \cos \tau) - d$$

Niech oznacza A nawias przy $\cos \varepsilon$, B nawias przy $\sin \varepsilon$, a C prawą stronę równania, to będzie

$$A \cos \varepsilon - B \sin \varepsilon = C$$

Podstawmy $\tan \varphi = \frac{A}{B}$, to wyznaczymy

$$97. \dots \dots \dots \sin (\varphi - \varepsilon) = \frac{C}{B} \cos \varphi$$

Między I. a II. torem jest wszystko znane z wyjątkiem prostej $B_1A_2=l_3$, którą znajdziemy z równania rzutu linii $E_1D_1S_1S_2D_2E_2$ na prostopadłą do danych torów; gdy jednakże linie E_1S_1 i E_2S_2 są przystające, to rzut owej linii równa się rzutowi prostej S_1S_2 , zatem

$$(b_1 + l_3 + a_1) \sin \varepsilon = d_1, \text{ zaś}$$

$$98. \dots \dots \dots l_3 = \frac{d_1}{\sin \varepsilon} - a_1 - b_1$$

Jeżeliby było więcej torów pośrednich, to do każdej dalszej pary zastosuje się ten sam wzór 98., w który się wstawi odpowiednią wartość za odstęp d_1 .

W ostatniej partyi między przedostatnim a ostatnim torem jest prosta l_4 niewiadomą; do jej wyznaczenia posłuży rzut linii $E_2D_2S_2FG$ na prostopadłą do torów danych:

$$d_2 = -r [1 - \cos (\varepsilon - \tau_1)] - (c_1 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_1) + (b_1 + l_4) \sin \varepsilon + r (1 - \cos \varepsilon).$$

Z tego równania wyznaczy się l_4 :

$$99. \dots l_4 = \frac{d_2 - 2r \sin \frac{2\varepsilon - \tau_1}{2} \sin \frac{\tau_1}{2} + (c_1 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_1)}{\sin \varepsilon} - b_1$$

Dla dokładnego wytyczenia drogi zwrotniczej wyznaczmy spólrzędne środków rozjazdów:

$$100. \dots \begin{cases} a. AS_1' = a + (c+l) \cos \tau + r (\sin \varepsilon - \sin \tau) + (l_1 + a_1) \cos \varepsilon \\ b. S_1S_1' = (c+l) \sin \tau + r (\cos \tau - \cos \varepsilon) + (l_1 + a_1) \sin \varepsilon \\ c. \text{Poziomy odstęp } S_1'S_2' = d_1 \cotg \varepsilon \\ d. S_2S_2' = d + d_1 - (c_1 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_1) - r [1 \cos (\varepsilon - \tau_1)] \end{cases}$$

Jeżeliby było więcej niż dwa pośrednich torów, to do każdej dalszej pary zastosowałyby się odpowiednio wzory c. i d.

Całkowita długość układu $AG' = P$:

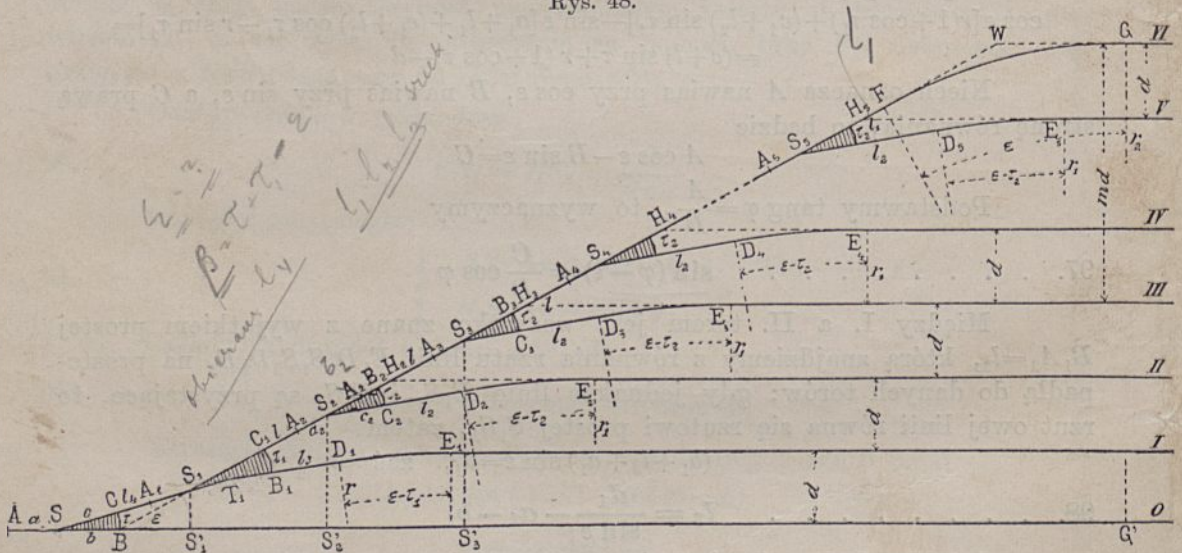
$$101. \dots P = AS_1' + S_1'S_2' + \dots + \left(b_1 + l_4 + r \tan g \frac{\varepsilon}{2} \right) \cos \varepsilon + r \tan g \frac{\varepsilon}{2}$$

Dla wyznaczenia oddalenia ukresów zastosuje się wzory z §. 33., — przyczem w rozgałęzieniach pośrednich torów trzeba tor rdzenny uważać jako zasadniczy. Jeżeliby pomiędzy II. a III. torem wypadł ukres pomiędzy łuki, to się zastosuje uwaga przy końcu §. 39. umieszczona.*)

§. 39. Zwiększenie odchylenia toru rdzennego przez wstawienie łukowego dwustronnego rozjazdu. Rys. 48.

Znaczniejsze odchylenie toru rdzennego niż to, które się dało uzyskać w poprzednim §. otrzyma się, jeżeli w proste przedłużenie toru zwrotnego

Rys. 48.



zasadniczego rozjazdu AB wstawi się dwustronny łukowy rozjazd w takim położeniu, że tor rdzenny jest przedłużeniem zwrotnego toru tego rozjazdu. Jeżeli się przypatrzymy szematowi dwustronnego rozjazdu (§. 21. rys. 25.), to zobaczymy że AT i TB (A_1T_1 i T_1B_1 na rys. 48.) należą do toru zasadni-

*) Ob. nr. 24. zbioru przykładów.

czego tego rozjazdu, zaś prosta SC (S_1C_1 na rys. 48.) należy do toru zwrótnego; przytem przedłużenie prostej AT zawiera z prostą TB kąt β , o który nastąpiło wygięcie toru zasadniczego, zaś proste TB i SC zawierają kąt skrzyżowania rozjazdu, który na rys. 48. został oznaczony literą τ_1 . Co do długości szematu, to zgodnie z rysunkiem 25. jest $A_1T_1 = a_1'$, $A_1S_1 = a_1''$, zatem $S_1T_1 = a_1' - a_1''$; następnie $T_1B_1 = b_1$, $S_1C_1 = c_1$.

Długości szematu zasadniczego rozjazdu oznaczmy literami a , b , c , a kąt skrzyżowania literą τ . Przypuszczamy że dalsze rozjazdy A_2B_2 , A_3B_3 ... są między sobą równe (choć ewentualnie różniące się od rozjazdu zasadniczego), a ich wymiary a_2 , b_2 , c_2 , τ_2 .

Wielkość kąta ε , o który tor rdzeny odchyła się od toru zasadniczego, jest ograniczony różnymi warunkami. I tak jeżeli weźmiemy na uwagę grupę torów od II. do VI., w której między III. a VI. torem może się znajdować dowolna liczba pośrednich torów, to długości jak $A_2A_3 = A_3A_4 = \dots = H_2H_3 = H_3H_4$... muszą być tak wielkie, aby się na nich pomieścił rozjazd wraz z długością l między rozjazdami. W celu uzyskania jak największego kąta ε trzeba tę długość l ograniczyć do długości q' rozjazdu (§. 9.), albo nawet do mniejszej długości. Powyższy warunek doprowadza do równania:

$$d = (a_2 + b_2 + l) \sin \varepsilon$$

z którego wynika wzór dla wyznaczenia największego kąta ε

$$102. \dots \dots \dots \sin \varepsilon = \frac{d}{a_2 + b_2 + l} \quad \text{max.}$$

Znając kąt ε obierze się kąt τ_1 i obrachuje podług §. 18. dwustronny rozjazd łukowy A_1B_1 , w którym kąt β otrzyma wartość z warunku

$$103. \dots \dots \dots \beta = \tau + \tau_1 - \varepsilon$$

Następnie obierze się długość prostej l_4 , np. równą długości q' przynależnej do rozjazdu AB i obrachuje się długości prostych l_1 , l_2 i l_3 .

Rozpocznijmy wyznaczeniem długości prostej l_3 . W tym celu wykonamy rzut linii $SS_1T_1D_1E_1$ na prostopadłą do torów:

$$d = (c + l_4 + a_1') \sin \tau + (b_1 + l_3) \sin (\varepsilon - \tau_1) + r [1 - \cos (\varepsilon - \tau_1)]$$

Z tego równania wyznaczy się

$$104 a. \dots \dots \dots l_3 = \frac{d - (c + l_4 + a_1') \sin \tau - 2r \sin^2 \left(\frac{\varepsilon - \tau_1}{2} \right)}{\sin (\varepsilon - \tau_1)} - b_1$$

Następnie z rzutu linii $SS_1S_2D_2E_2$ wyznaczy się l_2 :

$$2d = (c + l_4 + a_1'') \sin \tau + (c_1 + l + a_2) \sin \varepsilon + (c_2 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_2) + r_1 [1 - \cos (\varepsilon - \tau_2)]$$

$$104 b. \dots \dots \dots l_2 = \frac{2d - (c + l_4 + a_1'') \sin \tau - (c_1 + l + a_2) \sin \varepsilon - 2r_1 \sin^2 \left(\frac{\varepsilon - \tau_2}{2} \right)}{\sin (\varepsilon - \tau_2)} - c_2$$

Nareszcie z rzutu linii $E_5D_5S_5FG$ na prostopadłą do torów wyznaczy się ostatnia niewiadoma l_1 :

$$d = -r_1 [1 - \cos (\varepsilon - \tau_2)] - (c_2 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_2) + (c_2 + l_1) \sin \varepsilon + r_2 (1 - \cos \varepsilon)$$

$$104 c. \dots \dots \dots l_1 = \frac{d + 2r_1 \sin^2 \left(\frac{\varepsilon - \tau_2}{2} \right) + (c_2 + l_2) \sin (\varepsilon - \tau_2) - 2r_2 \sin^2 \left(\frac{\varepsilon}{2} \right)}{\sin \varepsilon} - c_2$$

W celu ustalenia rozjazdów toru rdzennego względem danego układu torów, wyznaczymy długości $A_2H_2 = A_3H_3 = \dots$. Z równości rzutów prostej

A_2H_2 i linii $A_2S_2D_2E_2$ na prostopadłą do torów, wynika następujące równanie:

$$105. \quad A_2H_2 = a_2 + \frac{(c_2 + l_2) \sin(\varepsilon - \tau_2) + r_1 [1 - \cos(\varepsilon - \tau_2)]}{\sin \varepsilon}$$

W powyższe wzory wprowadzi się promienie r , r_1 i r_2 w najmniejszych dopuszczalnych wartościach; jeżeliby jednakże proste l_1 i l_2 wypadły z obrachowania dłuższe niż niezbędnie potrzebne, natenczas można te promienie odpowiednio zwiększyć, przezco proste o tyle się skrócą, o ile przez powiększenie promieni nastąpiło zwiększenie stycznych łuków.

Jeżeliby natomiast choćby jedna z powyższych prostych wypadła za krótka, toby wskazywało na to, że kąt ε jest za wielki. Aby w tym przypadku uniknąć przeprowadzenia całego rachunku na nowo, można sobie poradzić przez przesunięcie toru zasadniczego wraz z torem rdzennym i rozjazdami w nim położonymi o pewien wymiar Δd , o który przezto zwiększy się odstęp między zasadniczym a I. torem. Przez to przesunięcie powiększą się długości prostych l_1 , l_2 i l_3 . Wielkość takiego przesunięcia zazwyczaj nie przekroczy kilkunastu centymetrów. Otóż jeżeliby prosta l_3 wypadła z rachunku o Δl_3 za krótka, natenczas to powiększenie odstepu torów 0. i I. wyniesie $\Delta d = \Delta l_3 \sin(\varepsilon - \tau_1)$, a proste l_2 i l_1 doznają przedłużenia

$$\Delta l_2 = \frac{\Delta d}{\sin(\varepsilon - \tau_2)} = \Delta l_3 \frac{\sin(\varepsilon - \tau_1)}{\sin(\varepsilon - \tau_2)}$$

$$\Delta l_1 = \frac{\Delta d}{\sin \varepsilon} = \Delta l_3 \frac{\sin(\varepsilon - \tau_1)}{\sin \varepsilon}$$

Jeżeliby prosta l_2 wypadła o Δl_2 za krótka, natenczas wyniesie

$$\Delta d = \Delta l_2 \sin(\varepsilon - \tau_2)$$

$$\Delta l_3 = \frac{\Delta d}{\sin(\varepsilon - \tau_1)} = \Delta l_2 \frac{\sin(\varepsilon - \tau_2)}{\sin(\varepsilon - \tau_1)}$$

$$\Delta l_1 = \frac{\Delta d}{\sin \varepsilon} = \Delta l_2 \frac{\sin(\varepsilon - \tau_2)}{\sin \varepsilon}$$

Nareszcie jeżeliby prosta l_1 wypadła o Δl_1 za krótka, wtedy wyniesie

$$\Delta d = \Delta l_1 \sin \varepsilon$$

$$\Delta l_3 = \frac{\Delta d}{\sin(\varepsilon - \tau_1)} = \Delta l_1 \frac{\sin \varepsilon}{\sin(\varepsilon - \tau_1)}$$

$$\Delta l_2 = \frac{\Delta d}{\sin(\varepsilon - \tau_2)} = \Delta l_1 \frac{\sin \varepsilon}{\sin(\varepsilon - \tau_2)}$$

W tym ostatnim przypadku możnaby cały układ pozostawić niezmienny, a tylko ostatni tor przesunąć o $\Delta d = l_1 \sin \varepsilon$ podług wskazówek §. 35.

Nieraz jednakże powyższy sposób zaradzenia nie będzie dopuszczalny, a powtórzenie całego rachunku dla mniejszego kąta ε staje się nieuniknione. Jeżeli to zmniejszenie oznacza $\Delta \varepsilon$, to można je wyznaczyć z następujących przybliżonych wzorów, uzyskanych przez różniczkowanie równań 102. i 104 a. b. c.:

Jeżeli prosta l_3 o Δl_3 za krótka, to

$$\Delta \varepsilon = \frac{-\Delta l_3}{(b_1 + l_3) \cotg(\varepsilon - \tau_1) + r}$$

Jeżeli prosta l_2 o Δl_2 za krótka, to

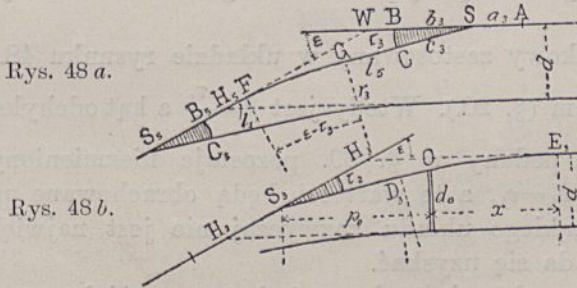
$$\Delta \varepsilon = \frac{-\Delta l_2}{(c_2 + l_2) \cotg(\varepsilon - \tau_2) + r_1}$$

Jeżeli prosta l_1 o Δl_1 za krótka, to

$$\Delta \varepsilon = \frac{-\Delta l_1}{(c_1 + l_1) \cotg \varepsilon + r_2}$$

Podług zmienionego kąta ε obrachuje się naprzód długość prostej l z wz. 102., poczem nastąpi obrachowanie łukowego rozjazdu i długości prostych l_1 , l_2 i l_3 podług wzorów 104 a., b., c.

Zamiast łuku łączącego tor rdzenny z ostatnim torem, może być wstawiony rozjazd podług rys. 48 a. Wymiary szematu tego rozjazdu oznaczmy literami a_3 , b_3 , c_3 , τ_3 . Promień r_3 i prostą l_5 wprowadzimy w najmniejszej dopuszczalnej wartości a obrachujemy długości prostej FW i WA , które



ustalą położenie rozjazdu względem drogi zwrotniczej. Otrzyma się wprost:

$$106. \quad \begin{cases} FW = \frac{(c_3 + l_5) \sin \tau_3 + r_3 (\cos \tau_3 - \cos \varepsilon)}{\sin \varepsilon} \\ WA = a + (c_3 + l_5) \cos \tau_3 + r_3 (\sin \varepsilon - \sin \tau_3) - FW \cos \varepsilon \end{cases}$$

Długość prostej $l_1 = B_5 F$ składa się z długości $B_5 H_5$ i $H_5 F$. Pierwszą z nich otrzymamy, jeżeli od długości $A_5 H_5 = A_2 H_2$ wyznaczonej wzorem 105. odejmiemy długość rozjazdu $a_2 + b_2$; zaś długość $H_5 F$ równa się długości $H_5 W = \frac{d}{\sin \varepsilon}$ mniej długości FW wyznaczonej wzorem 106. Zatem

$$106 a. \quad l_1 = A_5 H_5 - (a_2 + b_2) + \frac{d}{\sin \varepsilon} - FW$$

W celu dokładnego wytyczenia podajemy wzory dla obrachowania współrzędnych środków rozjazdów:

$$107. \quad \begin{cases} AS_1' = a + (c + l_4 + a_1'') \cos \tau \\ S_1 S_1' = (c + l_4 + a_1'') \sin \tau \\ S_1' S_2' = (c_1 + l + a_2) \cos \varepsilon \\ S_2 S_2' = S_1 S_1' + (c_1 + l + a_2) \sin \varepsilon \\ S_2' S_3' = S_3' S_4' = \dots = d \cotg \varepsilon \\ S_m S_m' = S_2 S_2' + (m - 2) d \end{cases}$$

Całkowita długość układu $AG' = P$ dla rys. 48.:

$$108. \quad P = AS_1' + S_1' S_2' + S_2' S_3' + \dots + (b_2 + l_1) \cos \varepsilon + r_2 \sin \varepsilon$$

zaś dla rys. 48 a.:

$$108 a. \quad P = AS_1' + S_1' S_2' + S_2' S_3' + \dots + (b_2 + l_1 + FW) \cos \varepsilon + WA. *)$$

*) Ob. nr. 25. zbioru przykładów.

Uwaga. Ukresy wypadają przeważnie między prostą a łukiem, jak to wskazuje np. rys. 48 b. Obrachowanie odstepu x uskuteczni się podług §. 33. (rys. 42 a.), zaś odstep p_0 od najbliższej rzędnej SS otrzyma się z warunku, że $p_0 + x$ równa się rzutowi linii $S_3 D_3 E_3$ na kierunek torów. Odstep ostatniego ukresu od początku drogi zwrotniczej jest

$$P_0 = P - x$$

jeżeli x oznacza odstep ukresu od pionowej GG' . Jeżeliby ukres wypadł pomiędzy dwa łuki lub w ogóle w położenia odmienne od tych, któreśmy dotychczas rozważali, natenczas wyznaczenie położenia ukresu rachunkiem jest mozolne. Wyznaczy się wtedy to położenie z dokładnego w większej skali wykonanego rysunku, z dokładnością dla zamierzonego celu zupełnie wystarczającą.

§. 40. Szczególne przypadki drogi zwrotniczej, opisanej w §. 39.

a. Rozjazd łukowy zastosowany w układzie rysunku 48. jest symetrycznym rozjazdem (§. 20.). Wtedy jest $\beta = \frac{\tau_1}{2}$ a kąt odchylenia $\varepsilon = \tau + \frac{\tau_1}{2}$.

Sposób obrachowania podany w §. 39. pozostaje niezmienny, skoro się wstawi $a_1' = a_1'' = a_1$ i $b_1 = c_1$, a te wartości będą obrachowane podług §. 21. Kąt ε wynikający z takiego układu zazwyczaj nie jest największym, jaki dla drogi zwrotniczej da się uzyskać.

b. Przy wielkim odstepie torów może kąt ε wzrosnąć do wartości $\varepsilon = \tau + \tau_1$. Z wzoru 103. wynika, że wtedy kąt $\beta = 0$, a rozjazd łukowy przechodzi w rozjazd prosty tak ułożony, że tor rdzenny jest przedłużeniem zwrotnego toru.*)

§. 41. Nowsze sposoby urobienia dróg zwrotniczych.

W poprzedzających paragrafach omówione drogi zwrotnicze pozwalają na stosunkowo nie wielkie odchylenie toru rdzennego, które np. na głównych kolejach żelaznych nie wiele przekracza półtorakrotny kąt skrzyżowania rozjazdu. Przy końcu §. 40. podany przypadek, w którym kąt odchylenia ε osiąga podwójną wartość kąta skrzyżowania rozjazdu, da się tylko wtedy zastosować, jeżeli odstep torów jest anormalnie wielki. Nowsze sposoby urobienia dróg zwrotniczych mają na celu znaczniejsze skrócenie całkowitej długości, jakoteż zmniejszenie liczby rozjazdów w torze rdzennym. Widzieliśmy poprzednio że maximum kąta odchylenia zawisło od warunku, żeby pomiędzy po sobie następującymi rozjazdami drogi zwrotniczej można pomieścić proste o pewnych długościach. Pomyślmy sobie co drugi rozjazd usunięty, to pomiędzy rozjazdami powstanie tyle miejsca, że jeszcze znacznie będzie można powiększyć kąt odchylenia toru rdzennego, nim się osiągnie granice długości owych prostych, zarazem uzyska się tę korzyść, że wóz jadący na dalsze tory o tyle mniej rozjazdów potrzebuje przejeżdżać. Usunięte rozjazdy złączy się z istniejącymi w jednostronne skupienia rozjazdów (rys. 49. i 50.), opisane w §§. 27. do 30. Drugi sposób zmniejszenia długości drogi zwrotniczej polega na zastosowaniu wielobocznego toru rdzennego, w którym zwykle lub skupione rozjazdy następują w możliwie najmniejszych odstepach (rys. 51. i 52.).

*) Ob. nr. 26. zbioru przykładów.

*β. 42. mowa
opus'coł*

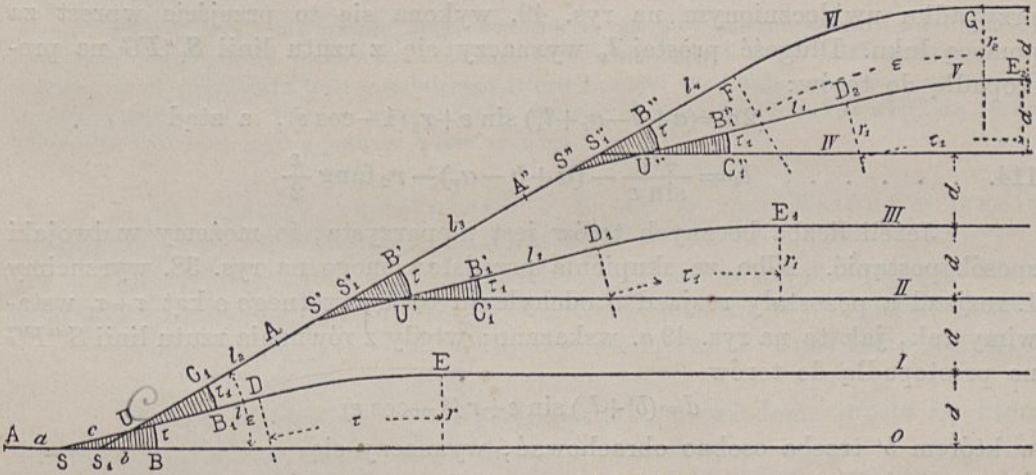
§. 42. Droga zwrotnicza o prostym torze rdzennym, z zastosowaniem jednostronnego skupienia rozjazdów.*) Rys. 49.

Szematy jednostronnego skupienia czy to pierwszego czy drugiego sposobu, przedstawione na rys. 39. i 40., okazują niejako dwa torzy zwrotne, z których tor SB_1 odchyła się o kąt τ , zaś tor S_1C_1 odchyła się o kąt $\tau + \tau_1$, względnie o 2τ . Jeżeli zatem tor zasadniczy szematu skupienia włożymy w tor zasadniczy drogi zwrotnicznej (na rys. 49.), a z przedłużenia drugiego toru zwrotnego utworzymy tor rdzenny, to kąt ϵ uzyskuje wartość

109. $\epsilon = \tau + \tau_1$

Pierwszy tor zwrotny przechodzi łukiem w I. boczny tor. Dalsze skupienia rozjazdów są tak ułożone, że tor zasadniczy skupienia leży w to-

Rys. 49.



rze rdzennym, pierwszy tor zwrotny przechodzi łukiem, a drugi przechodzi wprost w odpowiednią gałąź.

Uwzględnimy tylko skupienia urobione drugim sposobem, podług rys. 38. i 40.

Promień r łuków łączących obierzemy z góry, a wtedy długość prostej l między punktami B_1 i D nie może być dowolnie obrana; wyznaczymy ją z rzutu linii SDE :

$$d = (e + b_1 + l) \sin \tau + r(1 - \cos \tau), \text{ więc}$$

110. $l = \frac{d}{\sin \tau} - r \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} - (e + b_1)$

Ponieważ w drugim skupieniu torów punkt S_1' leży na przedłużeniu II. toru, zatem miejsce tego skupienia jest ustalone, a niewiadomą jest długość prostej l_2 , którą wyznaczymy z rzutu linii S_1S_1' na prostopadłą do torów:

$$2d = (e_1 + c_1 + l_2 + a_r) \sin \epsilon, \text{ a ztąd}$$

111. $l_2 = \frac{2d}{\sin \epsilon} - (e_1 + c_1 + a_r)$

Dla odgałęzienia III. toru trzeba wyznaczyć długość prostej l_1 z rzutu linii $U'D_1E_1$ na prostopadłą do torów:

*) Na korzyści wynikające z zastosowania jednostronnych skupień rozjazdów do dróg zwrotnicznych, zwrócił uwagę przed paru laty inż. Ziegler. On też znakomicie skonstruował normalia takich dróg zwrotnicznych dla pruskich państwowych kolei żelaznych.

$d = (b_1 + l_1) \sin \tau_1 + r_1(1 - \cos \tau_1)$, więc

112. $l_1 = \frac{d}{\sin \tau_1} - r_1 \operatorname{tang} \frac{\tau_1}{2} - b_1$

W celu obrachowania prostej l_3 wykonamy rzut linii $S_1'S_1''$ równej $A'A''$ na prostopadłą do torów:

$$2d = (a + b + l_3) \sin \varepsilon$$

113. $l_3 = \frac{2d}{\sin \varepsilon} - (a + b)$

Dla każdej dalszej pary pośrednich torów pozostaje wz. 113. Jak to z powyższych wzorów wynika jest obrachowanie nadzwyczaj proste.

Przejście do ostatniego toru przedstawia się różnie, zależnie od tego czy liczba bocznych torów jest parzysta czy nieparzysta. W pierwszym przypadku uwidocznionym na rys. 49, wykona się to przejście wprost za pomocą łuku. Długość prostej l_4 wyznaczy się z rzutu linii $S_1''FG$ na prostopadłą do torów:

$$2d = (a + b - a_v + l_4) \sin \varepsilon + r_2(1 - \cos \varepsilon), \text{ a ztąd}$$

114. $l_4 = \frac{2d}{\sin \varepsilon} - (a + b - a_v) - r_2 \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{2}$

Jeżeli liczba bocznych torów jest nieparzysta, to możemy w dwójaki sposób postąpić. Albo ze skupienia przedstawionego na rys. 38, wyrzucimy I. rozjazd a pozostały rozjazd o odchyleniu toru zwrotnego o kąt $\tau + \tau_1$ wstawimy tak, jak to na rys. 49 a. wskazano; wtedy z równania rzutu linii $S'''FG$ na prostopadłą do torów

$$d = (b' + l_5) \sin \varepsilon + r(1 - \cos \varepsilon)$$

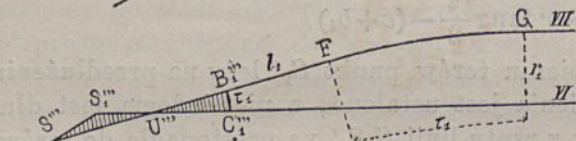
w którym b' trzeba osobno obrachować, wyznaczy się

115. $l_5 = \frac{d}{\sin \varepsilon} - r \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{2} - b'$

Alboteż możemy ze skupienia przedstawionego na rys. 38, wyrzucić tor zasadniczy, a wtedy przedstawi się szemat tak, jak to na rys. 49 b



Rys. 49 a.



Rys. 49 b.



Rys. 49 c.

wskazano, a rozgałęzienie torów VI VII. jest takie same jak torów IV V. Tu sięga tor rdzenny tylko do A''' a jego ewentualne przedłużenie da się z łatwością uskutecznić.

Ten drugi sposób zakończenia drogi zwrotniczej jest lepszy, bo w pierwszym sposobie może wypaść ujemna wartość prostej l_5 , co by

wymagało znaczniejszego przesunięcia ostatniego toru. Jeżeli połączenie z ostatnim torem ma nastąpić za pomocą rozjazdu, to obrachowanie odnośnie do rys. 49. uskuteczni się w podobny sposób jak w §. 39. (albo w 25. przykładzie). Przy nieparzystej liczbie bocznych torów uskuteczni się takie po-

łączenie podług rys. 49 c. Z rzutu linii $U''FGS_3$ na kierunek prostopadły do torów uzyska się równanie:

$$(b_1 + l_5) \sin \tau_1 + r_3 (\cos \tau - \cos \tau_1) + (l_6 + c_3) \sin \tau = d$$

Najlepiej przyjmując że $l_5 = l_6$ i długość tej prostej wyznaczyć:

$$115 a. \quad l_5 = \frac{d - 2r_3 \sin \frac{\tau_1 + \tau}{2} \sin \frac{\tau_1 - \tau}{2} - b_1 \sin \tau_1 - c_3 \sin \tau}{2 \sin \frac{\tau_1 + \tau}{2} \cos \frac{\tau_1 - \tau}{2}}$$

Jeżeli $\tau = \tau_1$, wtedy łuk FG przejdzie wprostę.

Wyznaczenie spólrzędnych dla środków rozjazdów jest tak łatwe, że osobnych wzorów nie ustawiamy. Wyznaczenie oddalenia ukresów skuteczni się podług wzorów podanych w poprzedzających paragrafach.*)

Uwaga. Jeżeli utworzenie drogi zwrotniczej nie jest zależne od toru zasadniczego, od którego rozgałęzienie bocznych, a do tego toru równoległych torów miałyby być uskutecznione, to po odrzuceniu toru zasadniczego i toru I. z rys. 49. przedstawia droga zwrotnicza oddzielną grupę torów, która w system torów stacyjnych może być dowolnie włączona, przez połączenie toru rdzennego z jednym torem systemu.

§. 43. Droga zwrotnicza z §. 42. o zwiększonym kącie odchylenia toru rdzennego. Rys. 50.

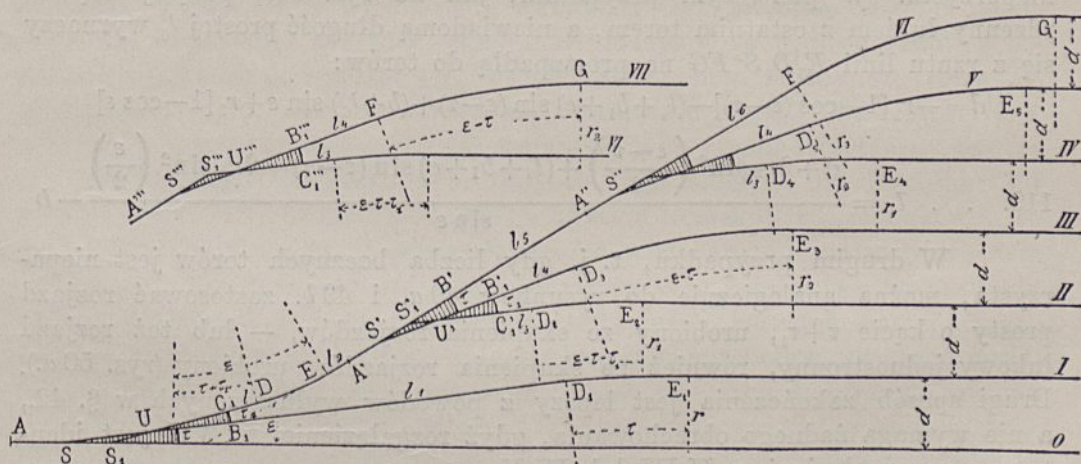
Zwiększenie odchylenia toru rdzennego można uzyskać, przez wstawienie w tor rdzenny łuku za skupieniem torów, leżącym w torze zasadniczym.

Podobnie jak w §. 42. stosujemy skupienia urobione drugim sposobem, podług rys. 38. i 40.

Dla odgałęzienia I. toru występuje jako niewiadoma prosta l_1 , którą wyznaczymy podług wzorów 110. z §. 42.

Włożenie łuku DE w tor rdzenny wymaga wyznaczenia kąta odchylenia ε , z którym połączymy zarazem odgałęzienie II. toru. Oprócz promieni

Rys. 50.



łuków obierzemy minimalne długości prostych l_1, l_2 i l_3 i ustawimy równanie dla rzutu linii $S_1DES_1'D_2E_2$ na prostopadłą do torów:

*) Ob. nr. 27. zbioru przykładów. W tym przykładzie przytoczono wzory dla P_i i P_o .

$$2d = (e_1 + c_1 + l) \sin(\tau + \tau_1) + r_0 [\cos(\tau + \tau_1) - \cos \varepsilon] + (l_2 + a_r) \sin \varepsilon + (e_1 + c_1 + l_3) \sin(\varepsilon - \tau - \tau_1) + r_1 [1 - \cos(\varepsilon - \tau - \tau_1)]$$

Uporządkowane podług funkcyi ε :

$$\cos \varepsilon [r_0 + r_1 \cos(\tau + \tau_1) + (e_1 + c_1 + l_3) \sin(\tau + \tau_1)] - \sin \varepsilon [(l_2 + a_r) + (e_1 + c_1 + l_3) \cos(\tau + \tau_1) - r_1 \sin(\tau + \tau_1)] = (e_1 + c_1 + l) \sin(\tau + \tau_1) + r_0 \cos(\tau + \tau_1) + r_1 - 2d$$

Oznaczmy nawias przy $\cos \varepsilon$ literą A , nawias przy $\sin \varepsilon$ literą B , a prawą stronę równania literą C ; podstawmy $\tan \varphi = \frac{A}{B}$, to otrzymamy wzór:

$$116. \quad \sin(\varphi - \varepsilon) = \frac{C}{B} \cos \varphi$$

Jeżeli obrane ilości posiadały możliwie najmniejszą długość, to powyższy kąt ε jest możliwie największy. Dla odgałęzienia III. toru wyznaczmy niewiadomą długość prostej l_4 , z rzutu linii $E_2 D_2 U D_3 E_3$:

$$d = -r_1 [1 - \cos(\varepsilon - \tau - \tau_1)] - (l_3 + c_1) \sin(\varepsilon - \tau - \tau_1) + (b_1 + l_4) \sin(\varepsilon - \tau) + r_2 [1 - \cos(\varepsilon - \tau)]$$

$$117. \quad l_4 = \frac{d + 2r_1 \sin^2\left(\frac{\varepsilon - \tau - \tau_1}{2}\right) + (l_3 + c_1) \sin(\varepsilon - \tau - \tau_1) - 2r_2 \sin^2\left(\frac{\varepsilon - \tau}{2}\right)}{\sin(\varepsilon - \tau)} - b_1$$

Rozgałęzienia dalszych par torów są identyczne z rozgałęzieniem pary II III, zaczem prosta l_5 wyznaczyc się z rzutu prostej $S'S''$ na prostopadłą do torów:

$$2d = (a + b + l_5) \sin \varepsilon$$

$$118. \quad l_5 = \frac{2d}{\sin \varepsilon} - (a + b)$$

Co do zakończenia drogi zwrotniczej trzeba podobnie jak w poprzedzającym paragrafie odróżnić, czy liczba bocznych torów jest parzysta czy nieparzysta. W pierwszym przypadku, jak na rys. 50., połączy się tor rdzenny łukiem z ostatnim torem, a niewiadomą długość prostej l_6 wyznaczyc się z rzutu linii $E_5 D_5 S'' FG$ na prostopadłą do torów:

$$d = -r_2 [1 - \cos(\varepsilon - \tau)] - (l_4 + b_1 + e) \sin(\varepsilon - \tau) + (b + l_6) \sin \varepsilon + r_3 [1 - \cos \varepsilon]$$

$$119. \quad l_6 = \frac{d + 2r_2 \sin^2\left(\frac{\varepsilon - \tau}{2}\right) + (l_4 + b_1 + e) \sin(\varepsilon - \tau) - 2r_3 \sin^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)}{\sin \varepsilon} - b$$

W drugim przypadku, t. j. gdy liczba bocznych torów jest nieparzysta, można analogicznie do rysunków 49 a. i 49 b. zastosować rozjazd prosty o kącie $\tau + \tau_1$, urobiony ze skupienia rozjazdów, — lub też rozjazd łukowy jednostronny, również ze skupienia rozjazdów urobiony (rys. 50 a.). Drugi sposób zakończenia jest lepszy z powodów wyłuszczonych w §. 42., a nie wymaga żadnego obrachowania, gdyż rozgałęzienie VI VII jest identyczne z rozgałęzieniem II III lub IV V.

Uwaga umieszczona przy końcu §. 42. ma tu w całości zastosowanie. Dla współrzędnych środków skupień, jakoteż dla odstępów ukresów nie ustawiamy wzorów, gdyż ich wyprowadzenie nie przedstawia trudności. *)

*) Ob. nr. 28. zbioru przykładów.

§. 44. Droga zwrotnicza jak w §. 43. o możliwie największem odchyleniu toru rdzennego.

Jeżeli na rys. 50. odrzucimy tor zasadniczy i I. tor boczny, a pozostałą drogę zwrotniczą uważamy jako oddzielną grupę torów, to można dla toru rdzennego uzyskać jeszcze większe odchylenie ϵ niż to, któreśmy w §. 43. znaleźli. Jeżeli nadto z góry przypuścimy, że ewentualne przesunięcie ostatniego toru (podług §. 35.) jest dopuszczalne, to nie trudno zauważyć, że możliwie największe odchylenie toru rdzennego wtedy nastąpi, kiedy długość prostej l_5 między rozjazdami osiągnie najmniejszą dopuszczalną wartość. Obierzmy tę długość, to z rzutu prostej $S'S''$ na prostopadłą do torów uzyskamy równanie, z którego wyznaczymy $\max \epsilon$:

$$2d = (a + b + l_5) \sin \epsilon$$

120. $\sin \epsilon = \frac{2d}{a + b + l_5}$

Również obierzmy długości promieni r_1 i r_2 jakoteż prostej l_3 i obrachujemy z wz. 117. długość prostej l_4 , a z wz. 119. długość l_6 . Zresztą odnosi się do tego przypadku to wszystko, co w §. 43. powiedziano.

§. 45. Droga zwrotnicza o wielobocznym torze rdzennym.

Przy końcu §. 41. powiedziano, że drugi sposób zmniejszenia długości i niejako skupienia na mniejszym obszarze drogi zwrotniczej polega na zastosowaniu wielobocznego toru rdzennego. Taka droga zwrotnicza nie jest zależną od zasadniczego toru od którego rozgałęzienie ma nastąpić, tworzy zatem dla siebie grupę równoległych torów, którą można dowolnie włączyć w system torów stacyjnych. Rozjazdy użyte do rozgałęzień mogą być albo pojedyncze, albo po dwa skupione.

Tor rdzenny wieloboczny tem się różni od prostego, że gdy w prostym znajdowały się zasadnicze tory rozjazdów, a zwrotne tory przechodziły w gałęzie boczne, to w wieloboczny wkładamy tory zwrotne po sobie następujących rozjazdów, zaś tory zasadnicze łączymy za pomocą łuków z bocznymi torami drogi zwrotniczej. Jeżeli zastosujemy pojedyncze rozjazdy, to wieloboczny tor rdzenny składa się z torów zwrotnych AC i prostych l_0 wstawionych między rozjazdy. W szematycznym rysunku (rys. 51.) tworzy zatem tor rdzenny wielobok, a na długość boku składają się długości a i c szematu rozjazdu i prosta l_0 . Jeżeli wszystkie rozjazdy są jednakowe, co w tem zagadnieniu zawsze przypuścimy, to wielobok jest umiarowy, a długości boków wynoszą $a + c + l_0$. Co do długości l_0 to zależy ona od rozkładu szyn w rozjazdach i może być równą zero, jeżeli początek następującego rozjazdu może nastąpić bezpośrednio po krzyżownicy poprzedzającego rozjazdu — wtedy otrzyma się najkrótszy układ, — albo l_0 otrzyma pewną długość, która może dojść do wartości q'' (porównać rys. 1.), jeżeli się chce użyć normalne rozjazdy w całości. Ponieważ wielobok jest umiarowy, to można weń wkreślić koło o promieniu r_0 , którego wartość znajdziemy z warunku że

$$\frac{1}{2} (a + c + l_0) = r_0 \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}, \text{ zatem}$$

121. $r_0 = \frac{1}{2} (a + c + l_0) \operatorname{cotang} \frac{\tau}{2}$

Opis

Jeżeli zaś zastosuje się skupienia rozjazdów *) (rys. 52.), to wierzchołki umiarowego wieloboku tworzą punkta S_1 , a długość $S_1S_1' = a_e + e_1 + c_1 + l_0$, zatem długość promienia koła wpisanego

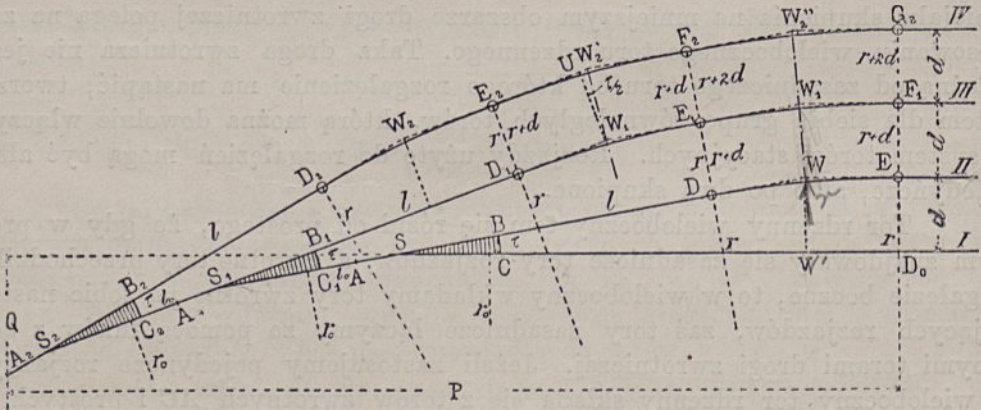
$$122. \dots \dots r_o = \frac{1}{2} (a_v + e_1 + c_1 + l_0) \cotang \tau$$

Znajomość tych długości będzie nam później przydatną. Połączenie rozjazdów z przynależnymi bocznymi torami może być uskutecznione albo za pomocą jednolitych, albo też za pomocą złożonych łuków. Jednolitość łuków wymaga nierównych odstępów po sobie następujących rozjazdów, a przeto zwiększenia długości układu, gdy przeciwnie połączenie za pomocą złożonych łuków cechuje jednostajność i prostota w układzie. Z tych powodów rozpatrujemy poniżej tylko ten drugi sposób łączenia za pomocą złożonych łuków.

§. 46. Droga zwrotnicza o wielobocznym torze rdzenym, przy zastosowaniu pojedynczych rozjazdów i złożonych łuków łączących. Rys. 51.

Droga zwrotnicza składa się ze zwrotnych torów rozjazdów $A, A_1, A_2 \dots$ i prostych l_0 . Zasadnicze tory rozjazdów przedłużone łączą się z wielobokami,

Rys. 51.



w które mają być włożone łuki. Te wieloboki w ten sposób tworzymy, aby łuki następujących po sobie torów były równoległe; w tym celu wykreślamy bok W_1W_1' równoległe i w odstępnie d od prostej BW , podobnie boki W_2W_2' i $W_2'W_2''$ równoległe i w odstępnie d od prostych B_1W_1 i W_1W_1' i t. d. Jeżeli obierzemy długość promienia r dla łuku DE w wierzchołku W , to takim samym promieniem zakreslimy łuki w wierzchołkach W_1 i W_2 , gdyż te wszystkie wierzchołki mają względem poprzedzających torów to samo położenie, a kąty środkowe są jednakowe, równe τ . Z tych samych powodów zachodzi równość prostych $BD = B_1D_1 = B_2D_2 = \dots = l$, których długość wyznaczy się z rzutu linii SDE na prostopadłą do torów:

$$d = (b + l) \sin \tau + r (1 - \cos \tau)$$

$$123. \dots \dots l = \frac{d}{\sin \tau} - r \frac{\tau}{2} - b$$

*) W skupieniach stosowanych do tego przypadku przyjmujemy, że kąty obydwu rozjazdów są równe, zatem $\tau = \tau_1$, $b = b_1$, $c = c_1$, $a_v = a + e_1$.

Równoległość łuków wymaga, żeby promienie łuków w następujących po sobie torach wzrastały o odstęp torów d . Z tego wprost wynika że promienie łuków wkreślonych w następujące po sobie wierzchołki tego samego toru również o d wzrastają, jak to na rys. 51. zaznaczono. Początki i końce wkreślonych łuków pozostawiają pomiędzy sobą proste, których długości są zależne od obranej wielkości promienia r . Dla pewnej, w danych warunkach największej wartości tego promienia, znikną proste pomiędzy łukami, które utworzą ciągly łuk koszowy. Ponieważ taka ciągłość jest z wielu względów korzystną, to chcemy wyznaczyć ów największy promień r . Z warunku ciągłości wynika, że bok wieloboku toru łączącego składa się z dwóch stycznych (np. W_1E_1 i E_1W_1') takich łuków, których promienie różnią się o d . Zatem $W_1W_1' = W_2W_2' = \dots = r \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} + (r+d) \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} = (2r+d) \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}$

Drugi wyraz dla długości tych boków znajdziemy z warunku, że rzut zamkniętego wieloboku $S_1WW_1'W_1S_1$ na kierunku boku W_1W_1' równa się zeru:

$$c + l_0 + a + \frac{d}{\sin \tau} + d \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} - W_1W_1' - d \operatorname{cotang} \tau = 0$$

Z tego równania wynika

$$W_1W_1' = c + l_0 + a + d \left[\frac{1}{\sin \tau} - \operatorname{cotang} \tau + \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} \right] = c + l_0 + a + 2d \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}$$

Z porównania tego wyrazu z poprzednio znalezionym wynika następujący prosty wzór dla $\max r$:

$$124. \quad \dots \quad \max r = \frac{1}{2} (c + l_0 + a) \operatorname{cotg} \frac{\tau}{2} + \frac{d}{2}$$

Pierwszy wyraz po prawej stronie jestto promień r_0 podług wzoru 121, więc

$$124 a. \quad \dots \quad \max r = r_0 + \frac{d}{2}^*)$$

Promień z tego wzoru otrzymany zastosuje się dla łuków DE, D_1E_1, D_2E_2 , zaś promienie reszty łuków wypadną tak, jak to na rys. 51. wskazano.

Końce łuków D_0, E, F_1, G_2, \dots leżą na wspólnej prostopadłej, której odstęp od S wyznaczy się z wzoru

$$125. \quad \dots \quad SD_0 = d \operatorname{cotg} \tau + r \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}$$

Wytyczenie nastąpi od prostopadłej D_0G_2 . Niektóre potrzebne długości obrachują się z następujących wzorów;

$$126. \quad \left\{ \begin{array}{l} WE = r \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}; \text{ każda dalsza styczna, jak } W_1'F_1, W_2''G_2, \dots \\ \text{wzrasta o } d \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} \\ W_1W_1' = W_2W_2' \dots = (2r + d) \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}; \text{ każdy dalszy bok jak} \\ W_2'W_2'' \dots \text{ wzrasta również o } d \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} \end{array} \right.$$

*) Jest pożądané aby $\max r$ było liczbą całkowitą wyrażone. Jeżeli zatem długość prostej l_0 jest obojętną, byleby $l_0 > 0$, to można obrać $\max r$, a z wz. 124. i 124 a. obrachować l_0 i r_0 .

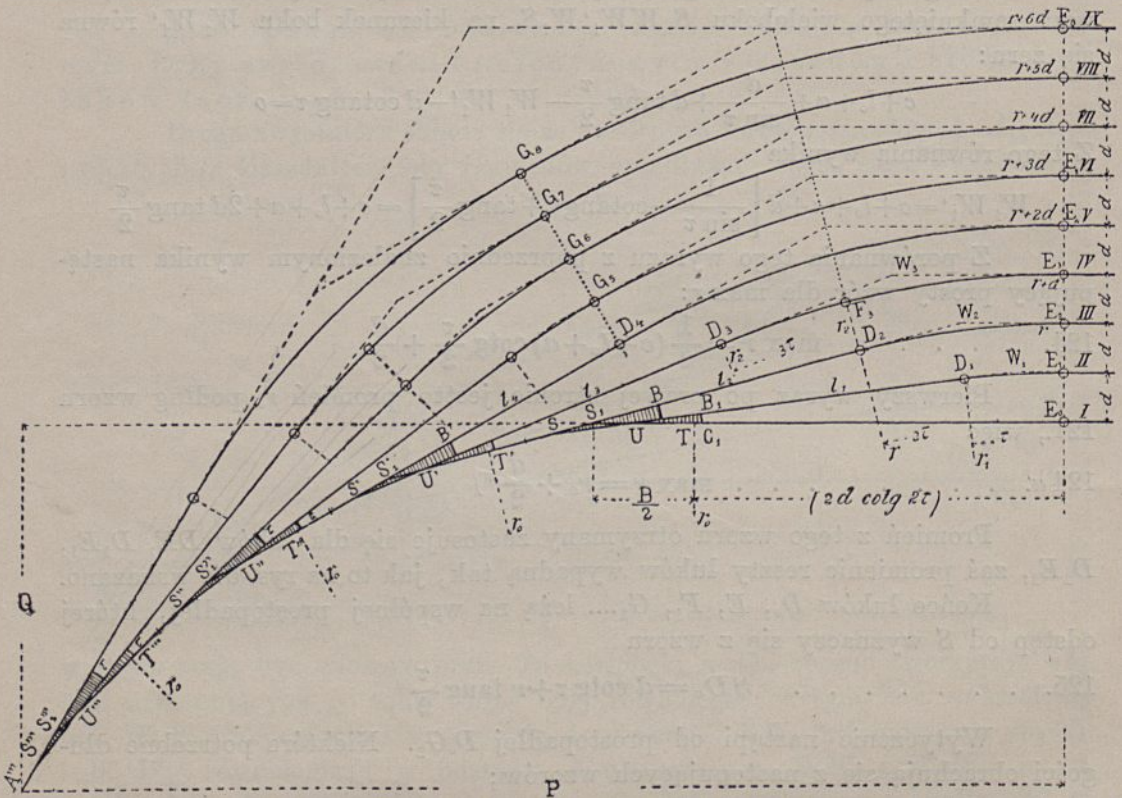
Wymiary całkowitego układu, a zarazem współrzędne początku ostatniego rozjazdu, wyznaczają dla m torów następujące wzory:

$$127. \quad \begin{cases} P = SD_0 + (c + l_0 + a) [\cos \tau + \cos 2\tau + \cos 3\tau + \dots + \cos (m-2)\tau] + \\ \quad + a \cos (m-1)\tau \\ Q = (c + l_0 + a) [\sin \tau + \sin 2\tau + \sin 3\tau + \dots + \sin (m-2)\tau] + \\ \quad + a \sin (m-1)\tau^* \end{cases}$$

§. 47. Droga zwrotnicza o wielobocznym torze rdzennym, przy zastosowaniu jednostronnych skupień rozjazdów i złożonych łuków łączących. Rys. 52. **)

W rdzennym torze są skupienia ***)) tak ułożone, że ich tory zasadnicze łączą się za pomocą łuków z danym systemem równoległych torów.

Rys. 52.



Wielobok toru rdzennego składają tory zwrotne i proste l_0 włożone między koniec poprzedzającego a początek następującego skupienia. Już w §. 45. wspomniano, że wierzchołkami tego wieloboku są punkta S_1 szematów skupień, a na ich długość składają się proste $a + e_1 + c_1 + l_0$. Promień koła wpisanego temu wielobokowi wyznaczony wzorem 122.:

*) Do §§. 45. i 46. odnoszą się nr. 30. i 31. zbioru przykładów.

**)) Układ drogi zwrotniczej jakoteż jej obrachowanie przeprowadzamy na podstawie rysunku inż. Zieglera, podanego w Gläsera „Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ z r. 1895., str. 64.

***)) W skupieniach stosowanych do tego przypadku przyjmujemy że $\tau = \tau_1$, zatem $b = b_1$, $c = c_1$, $a = a + e_1$.

$$r_o = \frac{1}{2} (a_v + e_1 + c_1 + l_o) \cotang \tau = \frac{1}{2} B \cotang \tau$$

gdy długość boku oznaczymy literą B .

Drogę zwrotniczą chcemy tak urobić, żeby wszystkie łuki były (ile możliwości) do siebie równoległe i żeby ich końce leżały na wspólnej prostopadłej $E_0 E_8$.

Przedewszystkiem będzie naszym staraniem, żeby łuki III. i V. toru tym warunkom zadosyć uczyniły.

Jeżeli promień łuku W_2 oznaczymy literą r , to pierwszemu warunkowi równoległości łuków odpowiemy, skoro łukowi W_4 damy promień $r+2d$. Drugi warunek wymaga równości rzutów linii $S_1' W_4 E_4$ i $S_1' S_1 W_2 E_2$ na kierunku danych torów, więc

$$S_1' W_4 \cos 4\tau + (r+2d) \tang 2\tau = B \cos 2\tau + 2d \cotg 2\tau + r \tang \tau.$$

Z tego równania moglibyśmy wyznaczyć wielkość promienia r , gdybyśmy znali długość $S_1' W_4$. W celu jej wyznaczenia wykonajmy rzut wieloboku $E_4 W_4 S_1' S_1 E_0$ na kierunek prostopadły do danych torów:

$$4d = S_1' W_4 \sin 4\tau - B \sin 2\tau, \text{ zatem}$$

$$S_1' W_4 = \frac{4d + B \sin 2\tau}{\sin 4\tau}$$

Po wstawieniu tej wartości przejdzie powyższe równanie w następujące:

$$r (\tang 2\tau - \tang \tau) = B (\cos 2\tau - \sin 2\tau \cotg 4\tau) + d (2 \cotg 2\tau - 4 \cotg 4\tau - 2 \tang 2\tau)$$

Wyraz w drugim nawiasie po prawej stronie równa się zeru; z pozostałego równania wyznaczy się po należytem uproszczeniu

$$128. \dots \dots \dots r = \frac{1}{2} B \cotg \tau$$

czyli $r = r_o$ (ob. wz. 122.). Zatem promieniem koła zakreślonego w wieloboku toru rdzennego, zakreśli się łuk w wierzchołku W_2 , a promieniem o $2d$ większym w wierzchołku W_4 . Przez punkta E_2 i E_4 jest wyznaczona prostopadła $E_0 E_8$, na której mają leżeć końce wszystkich łuków; gdy długość stycznej $E_2 W_2$ równa $\frac{B}{2}$, więc odstęp tej prostopadłej od punktu S_1 wynosi

$$129. \dots \dots \dots S_1 E_0 = 2d \cotg 2\tau + \frac{B}{2}$$

a od środka łuku toru rdzennego wynosi ten odstęp $2d \cotg 2\tau$.

Długość prostej $BD_2 = l_2$ wyznaczy się wprost z wzoru

$$130. \dots \dots \dots l_2 = \frac{2d}{\sin 2\tau} - \frac{B}{2} - (b - e_1)$$

Prosta $B'D_4 = l_4$ równa się powyżej wyznaczonej długości $S_1' W_4$ zmniejszonej o styczną $D_4 W_4$ i o wymiar $(b - e_1)$, zatem

$$l_4 = \frac{4d + B \sin 2\tau}{\sin 4\tau} - (r + 2d) \tang 2\tau - (b - e_1), \text{ czyli}$$

$$131. \dots \dots \dots l_4 = 2d \cotg 2\tau - \frac{B}{2} - (b - e_1)$$

W porównaniu z prostą l_2 wynosi różnica

$$l_2 - l_4 = 2d \tang \tau$$

Łuk W_1 nie może być równoległy do łuku W_2 ; jego promień jest określony warunkiem, że $W_1 E_1$ jest styczną tego łuku.

Nazwijmy ten promień literą r_1 , to $W_1E_1 = r_1 \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}$, zaś W_1E_1 znajdziemy z warunku, że rzut linii UW_1E_1 równa się UE_0 (ob. wz. 129.):

$$d \operatorname{cotg} \tau + W_1E_1 = \frac{B}{2} - e_1 + 2d \operatorname{cotg} 2\tau, \text{ zatem}$$

$$W_1E_1 = r_1 \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} = \frac{B}{2} - e_1 - d \operatorname{tang} \tau; \text{ a ztąd}$$

$$132. \dots \dots \dots r_1 = \left(\frac{B}{2} - e_1 - d \operatorname{tang} \tau \right) \operatorname{cotg} \frac{\tau}{2}$$

Wzór dla prostej $B_1D_1 = l_1$:

$$133. \dots \dots l_1 = \frac{d}{\sin \tau} - r_1 \operatorname{tang} \frac{\tau}{2} - b = \frac{d}{\sin \tau} + d \operatorname{tang} \tau - \frac{B}{2} + e_1 - b$$

Łuk w wierzchołku W_3 poprowadzimy równolegle do łuku W_2 aż do punktu F_3 leżącego na wspólnym promieniu z punktem D_2 ; promień tego łuku równy $r+d$. Od F_3 do D_3 zakresli się inny łuk promieniem r_2 , który mamy wyznaczyć. W tym celu wykonamy rzut zamkniętego wieloboku $U'D_3F_3D_2U'$ na kierunek prostopadły do prostej $U'D_3$, a uzyskamy równanie:

$$r_2(1 - \cos \tau) + d \cos \tau - (l_2 + b - e_1 + B - e_1) \sin \tau = 0$$

z którego znajdziemy, po wstawieniu za l_2 wartości z wz. 130.:

$$r_2 = \frac{\left(\frac{2d}{\sin 2\tau} + \frac{B}{2} - e_1 \right) \sin \tau - d \cos \tau}{2 \sin^2 \left(\frac{\tau}{2} \right)}, \text{ a po uproszczeniu}$$

$$134. \dots \dots \dots r_2 = \left(\frac{B}{2} - e_1 + d \operatorname{tang} \tau \right) \operatorname{cotg} \frac{\tau}{2}$$

W celu wyznaczenia prostej l_3 wykonamy rzut tego samego zamkniętego wieloboku na kierunek $U'D_3$:

$$b + l_3 + r_2 \sin \tau - d \sin \tau - (l_2 + b - e_1 + B - e_1) \cos \tau = 0$$

Po wstawieniu wartości za r_2 i l_2 wyprowadzi się

$$l_3 = d \left[\sin \tau + \frac{2 \cos \tau}{\sin 2\tau} - 2 \operatorname{tang} \tau \cos^2 \left(\frac{\tau}{2} \right) \right] - \left(\frac{B}{2} - e_1 \right) \left(2 \cos^2 \frac{\tau}{2} - \cos \tau \right) - b$$

a po należytem uproszczeniu:

$$135. \dots \dots \dots l_3 = \frac{d}{\sin \tau} - d \operatorname{tang} \tau - \frac{B}{2} + e_1 - b$$

W porównaniu z prostą l_1 wynosi różnica

$$l_1 - l_3 = 2d \operatorname{tang} \tau$$

Ostatnim wzorem kończy się wyznaczenie połączenia torów I. do V.

Prosta $S_1''D_4 = l_4 + b - e_1 + B = \frac{B}{2} + 2d \operatorname{cotg} 2\tau$, to znaczy równa się długości

S_1E_0 , z czego wynika, że promień D_4G_8 ma względem grupy po lewej stronie położonych torów łączących tory V—IX to samo położenie, co promień E_0E_4 względem torów łączących tory I—V, zatem w grupie $S_1''''D_4G_8$ zachodzą te same stosunki co w grupie $S_1E_0E_4$. Połączenie tej drugiej grupy z danym systemem równoległych torów uskuteczni się za pomocą równoległych łuków o promieniach na rysunku oznaczonych.

Obrachowanie spólrzędnych dla wierzchołków pomijamy, a co do wyznaczenia odstępów ukresów, powołujemy się na dawniejsze paragrafy.

Natomiast ustawimy wzory dla całkowitych wymiarów P i Q . Dla nieparzystej liczby torów:

$$136. \quad \left\{ \begin{array}{l} P = \frac{B}{2} + 2d \cotg 2\tau + B [\cos 2\tau + \cos 4\tau + \dots + \cos (m-3)\tau] + \\ \quad + a_r \cos (m-1)\tau \\ Q = B [\sin 2\tau + \sin 4\tau + \dots + \sin (m-3)\tau] + a_r \sin (m-1)\tau \end{array} \right.$$

Dla $m=3$ odpadają nawiasy. Jeżeli dla parzystej liczby torów m uskutechni się ostatnie rozgałęzienie za pomocą jednostronnego łukowego rozjazdu, urobionego ze skupienia (jak na rys. 49 b. lub 50 a.), to wymiary P i Q są te same, co dla następnej nieparzystej liczby torów $m+1$.*)

§. 48. Inne drogi zwrotnicze.

W drogach zwrotniczych rozpatrywanych w §. 36. do 47. mogą zajść różnorodne kombinacje z torami przecinającymi tor rdzenny i połączonymi ewentualnie za pomocą angielskich rozjazdów. Takie przypadki wykazują normalia zarządów kolejowych.

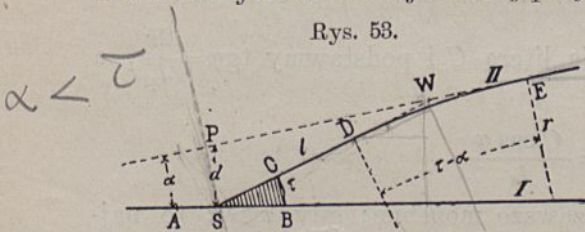
Przez włożenie po dwa rozjazdy lub po dwa skupienia jeden za drugim w ten sam tor łączący można utworzyć inne drogi zwrotnicze na korzyść długości układu. Takie przypadki znajdują się w powyżej przytoczonej rozprawie w czasopiśmie „*Glaser's Annalen*“ z r. 1895.

Ponieważ podręcznik nie może uwzględnić wszystkich przypadków mogących znaleźć zastosowanie, więc ograniczamy się na wskazanie powyższych źródeł.

§. 49. Rozgałęzienie dwóch zbieżnych torów. Przypadek przedstawiony na rys. 53. i 54.

Tory zbieżne trzeba przedewszystkiem wzajemnie ustalić. Najprostsze, a dla naszych celów najbardziej przydatne ustalenie, otrzyma się przez pomiar kąta nachylenia torów α i pomiar długości prostej $SP=d$ zawartej między osiami torów, a wyprowadzonej ze środka S rozjazdu prostopadle do toru zasadniczego.

Rys. 53.



a. Kąt α jest mniejszy niż kąt τ . Rys. 53. Tor zwrotny przejdzie w II. tor za pomocą łuku na zewnątrz wypukłego. Obierzemy promień r łuku a wyznaczmy długość prostej l . Z rzutu linii SDE na kierunek prostopadły do II. toru otrzyma się wzór:

$$d \cos \alpha = (c+l) \sin (\tau-\alpha) + r [1-\cos (\tau-\alpha)]$$

$$137. \quad \dots \dots \dots l = \frac{d \cos \alpha - 2r \sin^2 \left(\frac{\tau-\alpha}{2} \right)}{\sin (\tau-\alpha)} - c$$

Jeżeliby długość l wypadła za małą, to trzeba zmniejszyć promień r lub zwiększyć odstęp d . Obierzmy l w najmniejszej wartości, to z górnego równania wyznaczmy ten odstęp d' , przy którym rozgałęzienie będzie możliwe:

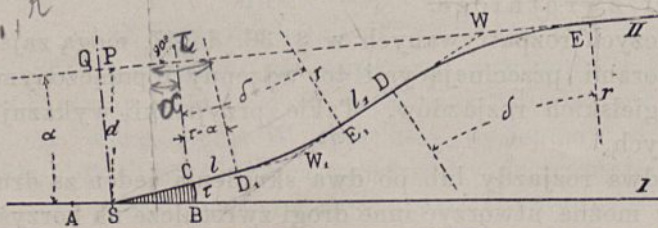
*) Ob. nr. 32. zbioru przykładów.

$$138. \dots \dots \dots d' = \frac{(c+l) \sin(\tau-\alpha) + 2r \sin^2\left(\frac{\tau-\alpha}{2}\right)}{\cos \alpha}$$

Zwiększenie odstepu d na d' może w dwojaki sposób nastąpić. Albo odsuniemy rozjazd (na prawo na rys. 53.), a wtedy wielkość potrzebnego przesunięcia wyniesie $(d'-d) \cotg \alpha$; albo też przesuniemy II. tor podług wskazówek §. 35., a wtedy wielkość przesunięcia mierzona prostopadłe do II. toru wyniesie $\Delta d = (d'-d) \cos \alpha$.

b. Kąt α jest większy niż kąt τ , lub też odstęp torów jest znaczniejszy. Rys. 54. Gdy $\alpha > \tau$ to przeprowadzenie toru łączącego w II. tor może być tylko za pomocą odwrotnych łuków uskutecznione. Jeżeli zaś $\alpha < \tau$,

Rys. 54.



lecz odstęp torów d jest wielki, natenczas wypadnie tor łączący długi, a skrócenie rozgałęzienia uzyska się również przez włożenie odwrotnych łuków w tor łączący.

Kąt zbieżności α i odstęp d są dane. Promień łuków r , długość l , jakoteż długość l_1 żądaną między odwrotnymi łukami obierzemy, a wtedy pozostanie do wyznaczenia kąt δ , który zawiera promień w E_1 lub w D z prostopadłą do II. toru. Rzut linii SD_1E_1DE na prostą SQ , prostopadłą do II. toru, da równanie:

$$a. \dots \dots d \cos \alpha = (c+l) \sin(\tau-\alpha) + r [\cos(\tau-\alpha) - \cos \delta] + l_1 \sin \delta + r(1 - \cos \delta)$$

To równanie uporządkowane podług δ :

$$2r \cos \delta - l_1 \sin \delta = (c+l) \sin(\tau-\alpha) + 2r \cos^2\left(\frac{\tau-\alpha}{2}\right) - d \cos \alpha$$

Nazwijmy prawą stronę równania literą C i podstawmy $\operatorname{tg} \varphi = \frac{2r}{l_1}$, a otrzymamy wzór:

$$139. \dots \dots \dots \sin(\varphi - \delta) = \frac{C \cos \varphi}{l_1}$$

Gdy $\tau < \alpha$, to zagadnienie jest zawsze możebne; gdy $\tau > \alpha$ to najmniejszy odstęp d , potrzebny dla takiego układu, otrzymany z powyższego równania a., gdy weń wstawimy za δ skrajną wartość $\tau - \alpha$:

$$140. \dots \dots \dots \min d = \frac{(c+l+l_1) \sin(\tau-\alpha) + 2r \sin^2\left(\frac{\tau-\alpha}{2}\right)}{\cos \alpha}$$

Wyznaczenie spólrzędnych dla wierzchołków W i W_1 , jakoteż odstepu ukresu, nie przedstawia żadnych trudności.

§. 50. Rozgałęzienie dwóch zbieżnych torów. Przypadek przedstawiony na rys. 55. i 56.

I tu rozróżniamy dwa przypadki.

a. Kąt α jest większy niż kąt τ . Rys. 55. Tor łączący przejdzie w II. tor za pomocą łuku na zewnątrz wklęsłego.

Wyznaczenie spólrzędnych dla wierzchołków W i W_1 , jakoteż odstepu ukresu, nie przedstawia żadnych trudności.

§. 51. Połączenie dwóch torów równoległych. Rys. 57., 58., 59. i 60.

Jeżeli kąty skrzyżowania obydwu rozjazdów są równe, wtedy tor łączący (rys. 57.) jest prosty, a długość prostej l :

$$145. \dots \dots \dots l = \frac{d}{\sin \tau} - 2c$$

Całkowita długość układu:

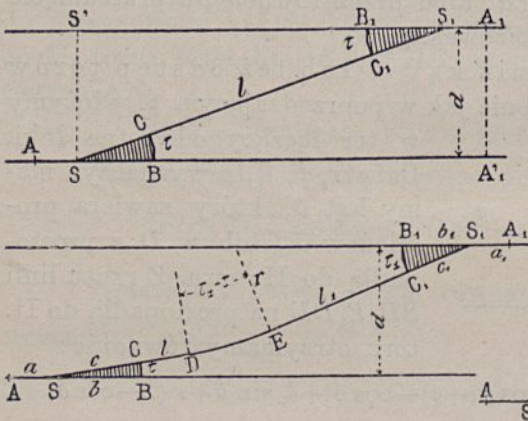
$$146. \dots \dots \dots AA_1' = P = d \cotg \tau + 2a = \frac{d}{n} + 2a$$

Jeżeli połączenie torów w obydwu kierunkach następuje, natenczas powstaje rozjazd krzyżowy (rys. 58.). Tory łączące krzyżują się pod kątem 2τ . Długość $2u$ skrzyżowania obrachujemy podług §. 31., zaś prosta l wyznaczy się z wzoru

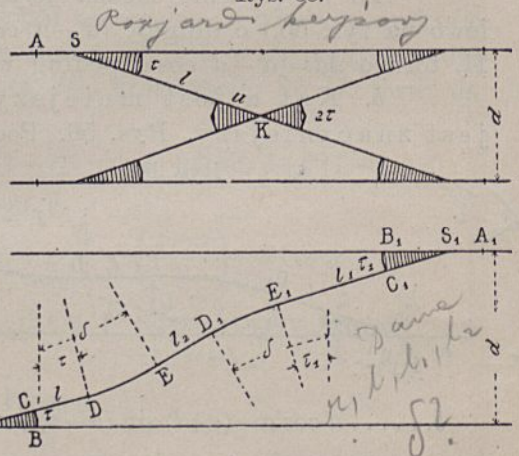
$$147. \dots \dots \dots l = \frac{d}{2 \sin \tau} - c - u$$

Dla różnych kątów skrzyżowania rozjazdów (rys. 59.), trzeba w tor łączący wstawić łuk o kącie środkowym równym różnicy kątów skrzyżowania.

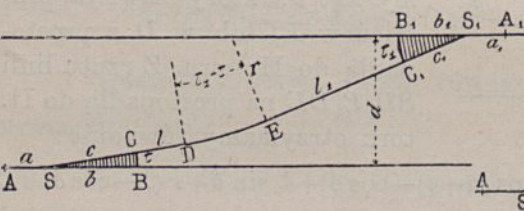
Rys. 57.



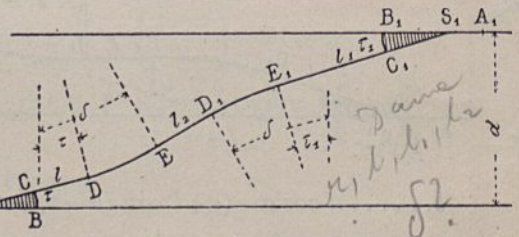
Rys. 58.



Rys. 59.



Rys. 60.



Ten łuk jest wypukły ku temu torowi, w którym znajduje się rozjazd o mniejszym kącie skrzyżowania. Najkrótszy układ uzyska się, jeżeli się obierze mały promień r i najmniejszą dopuszczalną długość tej prostej, która przytyka do rozjazdu o mniejszym kącie skrzyżowania, w naszym przypadku prostej l . Do obrachowania pozostanie prosta l_1 . Wzór dla niej znajdziemy z równania rzutu $SDES_1$ na prostopadłą do torów:

$$d = (c+l) \sin \tau + r [\cos \tau - \cos \tau_1] + (c_1 + l_1) \sin \tau_1$$

$$148. \dots \dots l_1 = \frac{d - (c+l) \sin \tau - 2r \sin \frac{\tau_1 + \tau}{2} \sin \frac{\tau_1 - \tau}{2}}{\sin \tau_1} - c_1$$

Długość układu

$$149. \dots \dots P = a + (c+l) \cos \tau + 2r \cos \frac{\tau_1 + \tau}{2} \sin \frac{\tau_1 - \tau}{2} + (c_1 + l_1) \cos \tau_1 + a_1$$

Jeżeli odstęp torów jest znaczniejszy, to można długość układu skrócić przez włożenie odwrotnych łuków w tor łączący (rys. 60). Dla uogólnienia przypuszczamy, że kąty skrzyżowania są w obydwu rozjazdach różne. Obierzemy najmniejsze wartości dla r , l , l_1 i l_2 , a obrachujemy kąt δ , który zawiera promień w E lub w D_1 z prostopadłą do torów. Potrzebne równanie uzyskamy z rzutu linii $SDED_1E_1S_1$ na prostopadłą do torów:

$$d = (c+l) \sin \tau + r [\cos \tau - \cos \delta] + l_2 \sin \delta + r [\cos \tau_1 - \cos \delta] + (c_1 + l_1) \sin \tau_1$$

Napiszmy je w tem przestawieniu:

$$2r \cos \delta - l_2 \sin \delta = 2r \cos \frac{\tau_1 + \tau}{2} \cos \frac{\tau_1 - \tau}{2} + (c+l) \sin \tau - d + (c_1 + l_1) \sin \tau_1$$

Oznaczmy prawą stronę równania literą C i podstawmy tang $\varphi = \frac{2r}{l_2}$, to otrzymamy wzór

$$150. \dots \dots \dots \sin(\varphi - \delta) = \frac{C \cos \varphi}{l_2}$$

Dla najmniejszego odstępu torów, przy którym taki układ jeszcze będzie możebny, zniknie ten łuk, którego kąt środkowy jest mniejszy. Jeżeli np. $\tau_1 > \tau$, to $\delta - \tau_1$ zrówna się do zera, czyli wtedy nastąpi $\delta = \tau_1$. Jeżeli w powyższem równanie wstawimy τ_1 za δ , to otrzymamy

$$151. \dots \min d = 2r \sin \frac{\tau_1 + \tau}{2} \sin \frac{\tau_1 - \tau}{2} + (c+l) \sin \tau + (c_1 + l_1 + l_2) \sin \tau_1$$

Całkowita długość układu:

$$152. \dots P = a + (c+l) \cos \tau + 2r \cos \frac{\delta + \tau}{2} \sin \frac{\delta - \tau}{2} + l_2 \cos \delta + \\ + 2r \cos \frac{\delta + \tau_1}{2} \sin \frac{\delta - \tau_1}{2} + (c_1 + l_1) \cos \tau_1 + a_1$$

Wszystkie wzory znacznie się uproszczą, jeżeli $\tau = \tau_1$.

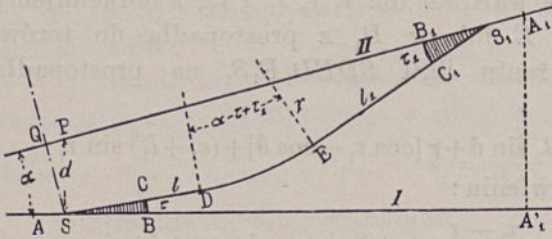
Poprowadziwszy symetrycznie drugi tor łączący, otrzyma się rozjazd krzyżowy. Prosta l_2 musi pomieścić skrzyżowanie torów, które następuje pod kątem 2δ . Trudność w tem tylko leży, że nieznając kąta δ nie możemy wyznaczyć długości $2u$ skrzyżowania. Otóż poradzimy sobie próbnym wykresem, z którego mniej więcej wyznaczymy kąt δ ; podług tego kąta obrachujemy $2u$, zwiększymy cośkolwiek dla pewności, ewentualnie zwiększymy o żądane długości prostych przed i za krzyżowaniem mających się umieścić, i tę całą długość wstawimy jako l_2 w rachunek, który się przeprowadzi podług wzorów powyżej podanych. Odwrotnie można z próbnego wykresu ustalić δ , obrachować $2u$ i ewentualnie odpowiednio zwiększone o żądane proste wprowadzić jako l_2 . Wtedy pozostaje do obrachowania prosta l lub l_1 ; mianowicie lepiej jest obrać długość tej prostej, która przytyka do rozjazdu o mniejszym kącie skrzyżowania. Jeżeli $\tau_1 > \tau$, to obierzemy l a obrachujemy l_1 z równania poprzedzającego wzór 150.:

$$153. \dots l_1 = \frac{d - (c+l) \sin \tau - 2r \cos \frac{\tau_1 + \tau}{2} \cos \frac{\tau_1 - \tau}{2} + 2r \cos \delta - l_2 \sin \delta}{\sin \tau_1} - c_1 \quad *)$$

*) Ob. nr. 33. zbioru przykładów.

§. 52. Połączenie dwóch torów zbieżnych w ostrym kącie. Rys. 61. Względne położenie torów ustali się przez pomiar kąta zbieżności α i prostej $SP=d$, prostopadłej do I. toru. Promień r obierze się w ogóle jak najmniejszy.

Rys. 61.



Z rzutu linii $SDES_1$ na prostą SQ prostopadłą do II. toru otrzyma się następujące równanie:

$$a \dots d \cos \alpha = (c+l) \sin (\tau-\alpha) + r [\cos (\tau-\alpha)-\cos \tau_1] + (l_1+c_1) \sin \tau_1$$

Mogą zajść trzy przypadki:

1. $\alpha-\tau+\tau_1=0$. Wtedy tor łączący jest prosty, a jego długość CC_1 wyznaczy się z powyższego równania, które w tym przypadku tak się przekształci:

$$d \cos (\tau-\tau_1)=(c+c_1+CC_1) \sin \tau_1$$

154. $CC_1 = \frac{d \cos (\tau-\tau_1)}{\sin \tau_1} - (c+c_1)$

2. $\alpha-\tau+\tau_1 > 0$. Jestto przypadek przedstawiony na rys. 61., w którym łuk toru łączącego jest ku I. torowi wypukły. Najkrótszy układ otrzyma się, skoro się obierze możliwie małą długość prostej l , a obrachuje l_1 z równania a :

155. . . $l_1 = \frac{d \cos \alpha - (c+l) \sin (\tau-\alpha) - 2r \sin \frac{\tau+\tau_1-\alpha}{2} \sin \frac{\tau_1-\tau+\alpha}{2}}{\sin \tau_1} - c_1$

Jeżeliby długość l_1 wypadła za mała, to jej powiększenie nastąpi albo przez zwiększenie kąta τ , albo przez zmniejszenie kąta τ_1 , albo nareszcie przez takie przesunięcie rozjazdu w I. torze, które powoduje zwiększenie odstęp d .

3. $\alpha-\tau+\tau_1 < 0$. Łuk toru łączącego jest wypukły ku II. torowi. Najprostszy układ uzyska się, skoro się obierze możliwie małą długość prostej l a obrachuje prostą l z równania a , w którym r otrzyma znak ujemny:

156. . . $l = \frac{d \cos \alpha - 2r \sin \frac{\tau-\alpha+\tau_1}{2} \sin \frac{\tau-\alpha-\tau_1}{2} - (l_1+c_1) \sin \tau_1}{\sin (\tau-\alpha)} - c$

Jeżeliby długość l wypadła za mała, to albo kąt τ zmniejszyć, albo kąt τ_1 zwiększyć, albo przez przesunięcie rozjazdu powiększyć odstęp d .

Całkowita długość układu $AA_1'=P$:

157. . . . $P = a + (c+l) \cos \tau \pm 2r \cos \frac{\alpha+\tau_1+\tau}{2} \sin \frac{\alpha+\tau_1-\tau}{2} + (c_1+l_1) \cos (\tau_1+\alpha) + a_1 \cos \alpha$

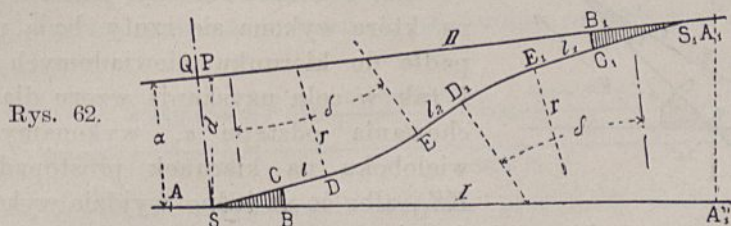
Znak + odnosi się do 2., znak - do 3. przypadku.

Dla 1. przypadku jest

157 a. $P = a + (c+c_1+CC_1) \cos \tau + a_1 \cos \alpha$

Jeżeli odstęp torów jest znaczniejszy, to można uzyskać skrócenie całego układu, jeżeli w tor łączący włoży się odwrotne łuki. Rys. 62. Długości promienia r i prostych l, l_1, l_2 są dane. Jako niewiadomę

wprowadzimy kąt δ , który zawierają promienie w E lub D_1 z prostopadłą do II. toru. Potrzebne równanie da nam rzut linii $SDED_1E_1S_1$ na prostopadłą do II. toru:



Rys. 62.

$$b \dots d \cos \alpha = (c+l) \sin (\tau-\alpha) + r [\cos (\tau-\alpha) - \cos \delta] + l_2 \sin \delta + r [\cos \tau_1 - \cos \delta] + (l_1+c_1) \sin \tau_1$$

Po należytem uporządkowaniu znajdziemy

$$2r \cos \delta - l_2 \sin \delta = 2r \cos \frac{\tau_1 + \tau - \alpha}{2} \cos \frac{\tau_1 - \tau + \alpha}{2} + (c+l) \sin (\tau-\alpha) + (l_1+c_1) \sin \tau_1 - d \cos \alpha$$

Oznaczmy prawą stronę równania literą C i podstawmy $\operatorname{tg} \varphi = \frac{2r}{l_2}$, a otrzymamy wzór

158. $\sin (\varphi - \delta) = \frac{C \cos \varphi}{l_2}$

Jeżeliby kąt δ otrzymał wartość mniejszą niż większy z danych kątów τ lub τ_1 , natenczas taki układ jest niemożliwy, bo odstęp torów jest za mały.

Całkowita długość układu AA_1' :

159. . . . $P = a + (c+l) \cos \tau + r [\sin (\delta+\alpha) - \sin \tau] + l_2 \cos (\delta+\alpha) + r [\sin (\delta+\alpha) - \sin (\tau_1+\alpha)] + (l_1+c_1) \cos (\tau+\alpha) + a_1 \cos \alpha$

Wyznaczenie spólrzędnych dla wierzchołków łuków nie ulega żadnej trudności.

Uwaga. Jeżeli przedłużenie torów przecina się nie po stronie punktu A , jak na rys. 61., lecz po stronie B , rozjazdu AB , wtedy powinien być kąt α z ujemnym znakiem do wzorów wprowadzony.

Inny sposób połączenia w ostrym kącie powstanie jako szczególny przypadek połączenia na rys. 63., jeżeli kąt α otrzyma wartość większą niż 90° .

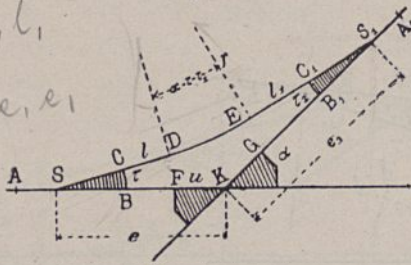
Nareszcie wypada nadmienić, że obrachowania podane w niniejszym §. znajdują także wtedy zastosowanie, jeżeli obydwa tory są tylko w tych częściach proste, które ze sobą łączymy, a w dalszym przebiegu dowolnie zakrzywione.

§. 53. Połączenie dwóch torów zbieżnych w rozwartym kącie. Rys. 63. W tym przypadku obydwa proste tory rzeczywiście przecinają się. Trzeba wyznaczyć punkt przecięcia się osi torów i kąt zbieżności α , jakoteż obrachować długość skrzyżowania $2u$ (§. 31.). Obrachowanie przedstawia się różnie, stosownie do tego co jest dane lub z góry obrane, a co pozostaje do wyznaczenia.

a. Jeżeliby było postawione żądanie, żeby układ zajmował jak najmniej miejsca, wtedy obierzemy długości jak najmniejsze promienia r i prostych CD i EC_1 , które jako równe oznaczymy wspólną literą l . Do obrachowania pozostaną odstępki e i e_1 środków rozjazdów od punktu skrzyżowania torów.

Potrzebne równania znajdziemy z rzutu zamkniętego wieloboku SKS_1EDS na

Rys. 63.



dwa kierunki tak dobrane, aby w każdym równaniu tylko jedna niewiadoma się znajdowała. Nastąpi to wtedy, jeżeli kierunki, na które wykona się rzuty, będą prostopadłe do kierunku niewiadomych ilości. I tak w celu uzyskania wzoru dla obrachowania odstępów e , wykonamy rzut wieloboku na kierunek prostopadły do KS_1 , albo co na jedno wyjdzie wykonamy

rzut linii $SDES_1$ na ten kierunek i zrównamy go z rzutem prostej SK na ten sam kierunek:

$$e \sin \alpha = (c_1 + l) \sin \tau_1 + r [\cos \tau_1 - \cos (\alpha - \tau)] + (c + l) \sin (\alpha - \tau)$$

$$160. \dots e = \frac{2r \sin \frac{\alpha - \tau + \tau_1}{2} \sin \frac{\alpha - \tau - \tau_1}{2} + (c + l) \sin (\alpha - \tau) + (c_1 + l) \sin \tau_1}{\sin \alpha}$$

Jeżeli w tym wzorze zamienimy τ i τ_1 , c i c_1 , to otrzymamy:

$$161. \dots e_1 = \frac{2r \sin \frac{\alpha + \tau - \tau_1}{2} \sin \frac{\alpha - \tau - \tau_1}{2} + (c_1 + l) \sin (\alpha - \tau_1) + (c + l) \sin \tau}{\sin \alpha}$$

Długość e (e_1) musi się conajmniej równać sumie $b + u$, ($b_1 + u$), wtedy punkta B i F (B_1 i G) spadają razem. Jeżeli zaś między tymi punktami wypadnie odstęp, to powinien być tak wielki, aby można włożyć niezbyt krótką szynę. Jeżeliby więc jedna z tych długości wypadła za krótką, to się ją obierze w najmniejszej dopuszczalnej wartości, a pozostawiając dłuższą niezmienną, obrachuje się długości prostych l i l_1 , jak pod b .

b . Odstępy e i e_1 są dane, promień r obrany, a wyznaczyć mamy długości prostych l i l_1 .

Postępując tak samo jak powyżej wskazano, wykonamy, w celu uzyskania wzoru dla prostej l , rzut linii $SDES_1$ na kierunek prostopadły do prostej l_1 i zrównamy go z rzutem linii SKS_1 :

$$e \sin (\alpha - \tau_1) - e_1 \sin \tau_1 = r [1 - \cos (\alpha - \tau - \tau_1)] + (c + l) \sin (\alpha - \tau - \tau_1)$$

$$162. \dots l = \frac{e \sin (\alpha - \tau_1) - 2r \sin^2 \left(\frac{\alpha - \tau - \tau_1}{2} \right) - e_1 \sin \tau_1}{\sin (\alpha - \tau - \tau_1)} - c$$

Zamieńmy w tym wzorze e na e_1 , c na c_1 , i kąty τ i τ_1 , to otrzymamy wzór dla wyznaczenia l_1 :

$$163. \dots l_1 = \frac{e_1 \sin (\alpha - \tau) - 2r \sin^2 \left(\frac{\alpha - \tau - \tau_1}{2} \right) - e \sin \tau}{\sin (\alpha - \tau - \tau_1)} - c_1$$

Jeżeliby długości l lub l_1 , lub obie wypadły za krótkie, wtedy trzeba je obrać i wyznaczyć zmienione odstępów, jak pod a . podano.

c . Może się zdarzyć że położenie jednego rozjazdu jest z góry dane, zatem e znane, a położenie II. rozjazdu ma być wyznaczone. Natenczas obierzemy stosowne długości r i l , a obrachujemy e_1 i l_1 . Z równania poprzedzającego wzór 162. znajdziemy wprost

$$164. \dots e_1 = \frac{e \sin(\alpha - \tau_1) - 2r \sin^2\left(\frac{\alpha - \tau - \tau_1}{2}\right) - (c+l) \sin(\alpha - \tau - \tau_1)}{\sin \tau_1}$$

W celu wyznaczenia l_1 zużytkujemy równanie, które poprzedza wzór 160. i w którym zamiast $(c_1+l) \sin \tau_1$ wstawimy $(c_1+l_1) \sin \tau_1$. Z tego równania znajdziemy:

$$165. \dots l_1 = \frac{e \sin \alpha - 2r \sin \frac{\alpha - \tau + \tau_1}{2} \sin \frac{\alpha - \tau - \tau_1}{2} - (c+l) \sin(\alpha - \tau)}{\sin \tau_1} - c_1$$

Ewentualne zwiększenie długości prostej l_1 można uzyskać tylko przez zwiększenie danego odstepu e .

Podobnie jak w połączeniu w ostrym kącie, mogą w uważanem połączeniu w rozwartym kącie zajść trzy różne przypadki, do których powyższe obrachowania się stosują:

1. Kąt środkowy łuku $\alpha - \tau - \tau_1 = 0$. Wtedy linia CC_1 przechodzi w prostą. Najkrótszy układ uzyska się, jeżeli się obierze krótki odstęp e lub e_1 . Długość CC_1 , jakoteż e_1 lub e , wyznaczy się z wzoru

$$166. \dots \left\{ \begin{array}{l} CC_1 = \frac{e \sin(\tau + \tau_1)}{\sin \tau_1} - (c + e_1) \text{ lub} \\ CC_1 = \frac{e_1 \sin(\tau + \tau_1)}{\sin \tau} - (c + e) \end{array} \right.$$

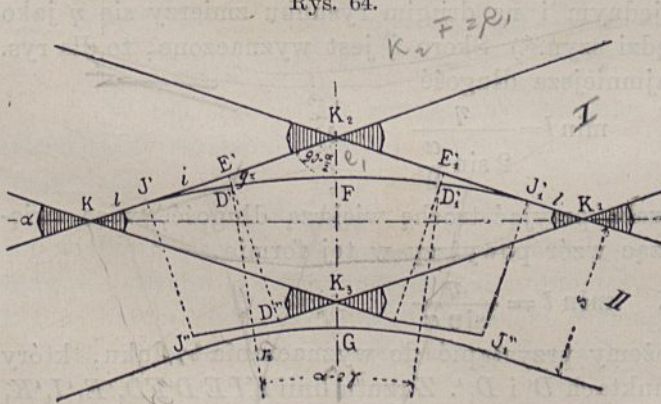
2. $\alpha - \tau - \tau_1 > 0$. Jestto przypadek taki, jak go przedstawia rys. 63. Wzory 160. do 165. znajdują bez zmiany zastosowanie.

3. $\alpha - \tau_1 - \tau < 0$. Wtedy łuk toru łączącego DE jest ku punktowi K wklęsły. Wzory 160. do 165. znajdują zastosowanie, jeżeli się w nie wprowadzi r z ujemnym znakiem.

§. 54. Szczególny przypadek §. 53. punkt 3. Rozjazd angielski. Rys. 64. do 66.

Jeżeli w przypadku gdy $\alpha - \tau - \tau_1 < 0$ kąt α zbliża się swoją wartością do kąta τ lub τ_1 , wtedy długość skrzyżowania torów jest tak znaczna, że połączenie krzyżujących się torów można włożyć wewnątrz skrzyżowania,

Rys. 64.



a przeto znacznie skrócić i uprościć połączenie. Jeżeli mianowicie w skrzyżowanie przedstawione na rys. 64, teoretycznymi liniami toków włożymy dwie zwrotnice i połączymy je torem łukowym, to przejazd z I. toru na drugi tor i odwrotnie jest umożliwiony. Uproszczenie wobec układu

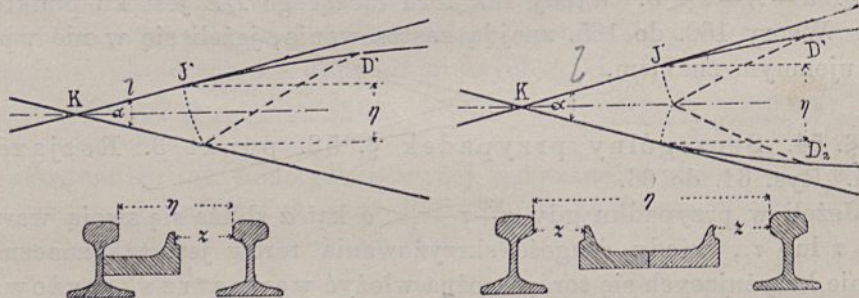
na rys. 63. polega w tem, że zamiast dwóch rozjazdów stosujemy dwie zwrotnice. Taki układ nazywamy pojedynczym angielskim rozjazdem.

To połączenie jest jednostronne. Jeżeli symetrycznie drugie takie połączenie wykonamy, to wtedy jest połączenie torów obustronne, zupełne, a taki układ nazywamy podwójnym angielskim rozjazdem. Ponieważ zwrotnice są dane, przyczem zauważyć należy, że rozkład szyn w opornicach może być inny niż w normalnej zwrotnicy, — to dla obrachowania zewnętrznego toku łączącego toru trzeba wyznaczyć miejsce dla ułożenia zwrotnicy. przez ustalenie długości prostej l , i trzeba wyznaczyć wielkość promienia r zewnętrznego toku łączącego łuku.

Długość l może być dowolnie obrana, jednakże nie trudno zauważyć, że czem ona jest mniejsza, tem korzystniejsze wypadną stosunki, gdyż albo promień łuku się zwiększa, albo przy danem promieniu kąt α się zwiększa, co znów wpływa na skrócenie całego układu. Dobrze jest zatem zastosować najmniejszą dopuszczalną długość l , którą w następujący sposób wyznaczymy. Najmniejsza długość l , czyli najmniejszy odstęp punktu skrzyżowania K od końca iglicy I' ma zadosyć uczynić warunkowi, żeby w kącie α pomiędzy sąsiednimi tokami było dostateczne miejsce na przesunięcie jednej iglicy w pojedynczym rozjeździe (rys. 65 a.), albo na równoczesne przesunięcie dwóch iglic w podwójnym rozjeździe (rys. 66 a.). Jeżeli długość tego potrzebnego miejsca nazwiemy literą η , to wyznaczmy ją dla pojedynczego rozjazdu z rysunku 65 b., gdy narysujemy koniec iglicy, a obok niej z jednej strony w odstępnie żądanego przesunięcia z (§. 3. lub 4.) szynę opornicy, a z drugiej strony szynę sąsiedniego toku, przytykającą ścianką do iglicy. Dla podwójnego rozjazdu zesunie się końce obydwu iglic (rys. 66 b.) a obustronnie w odstępnie z

Rys. 65 a. b.

Rys. 66 a. b.



narysuje się opornice. Na jednym i na drugim rysunku zmierzy się η jako odstęp wewnętrznych krawędzi szyn.*) Skoro η jest wyznaczone, to dla rys. 65. lub 66. wyznaczy się najmniejsza długość

$$\min l = \frac{\eta}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

a ponieważ dla pewności trzeba przyjąć trochę większą długość, więc zwiększymy cokolwiek $\min l$ pisząc wzór powyższy w tej formie.

167. $\min l = \frac{\eta}{\sin \alpha}$

Znając długość l możemy przystąpić do wyznaczenia r , łuku, który ma być styczny do iglic w punktach D' i D_1' . Z rzutu linii $KTE'D'FD_1'E_1'I_1'K_1$ na prostą $I_1'I_1''$ prostopadłą do II. toru otrzymamy równanie:

*) W jaki sposób tę długość można zmniejszyć, ob. przypisek do §. 23.

$$a \dots s = (l+i) \sin \alpha - g_2 \cos \alpha + r_2 [\cos \gamma - \cos (\alpha - \gamma)] + g_2$$

Z tego równania znajdziemy, gdy w przybliżeniu podstawimy $g_2 = g_2 \cos \alpha$

$$168. \dots r_2 = r + \frac{s}{2} = \frac{s - (l+i) \sin \alpha}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha - 2\gamma}{2}}$$

Długość promienia r otrzymaną z tego wzoru trzeba zaokrąglić na mniejszą liczbę, a wtedy zmieni się długość l , dla której znajdziemy dokładny wzór z powyższego równania a :

$$169. \dots l = \frac{s - 2r_2 \sin \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha - 2\gamma}{2} - 2g_2 \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right)}{\sin \alpha} - i$$

Zazwyczaj jest kąt α dany, mianowicie wtedy, jeżeli do skrzyżowania torów chce się zastosować lane krzyżownice, które są w zapasie. Nieraz może jednakże na tem zależeć, aby do skrzyżowania zastosować jak największy kąt α , przy którym dla obranego promienia r_2 jeszcze założenie rozjazdu będzie możebne.*) Ten kąt wyznaczmy z powyższego równania a , w którym za ilość l zależną od α wstawimy wartość z wzoru 167.:

$$s = \eta + i \sin \alpha - g_2 \cos \alpha + r_2 [\cos \gamma - \cos (\alpha - \gamma)] + g_2$$

Napiszmy je w tej formie

$$\cos \alpha [r_2 \cos \gamma + g_2] + \sin \alpha [r_2 \sin \gamma - i] = r_2 \cos \gamma + g_2 + \eta - s$$

Podstawmy $\tan \varphi = \frac{r_2 \cos \gamma + g_2}{r_2 \sin \gamma - i}$, to znajdziemy

$$170. \dots \sin (\varphi + \alpha) = \frac{r_2 \cos \gamma + g_2 + \eta - s}{r_2 \sin \gamma - i} \cdot \cos \varphi$$

Dla konstrukcyi potrzeba nieraz znać odstęp środka łuku od punktu skrzyżowania K_2 . Przypuśćmy, popełniając tylko bardzo nieznaczny błąd, że punkta E' i E_1' leżą na przedłużeniu promieni łuku, to z trójkąta utworzonego przez punkta E' , K_2 i przez środek koła $D'FD_1'$ obrachujemy odstęp $K_2F = e'$. Ze stosunku boków do sinus przeciwległych kątów uzyska się równanie:

$$\frac{r_2 + g_2}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{r_2 + e'}{\cos \gamma}, \text{ zatem}$$

$$171. \dots e' = (r_2 + g_2) \frac{\cos \gamma}{\cos \frac{\alpha}{2}} - r_2$$

W ten sposób jest zewnętrzny tok łuku łączącego obrachowany. Tok wewnętrzny stosuje się do zewnętrznego, podług zasad podanych przy rozjazdach.

Nie trudno zauważyć, że czem większy kąt α , tem mniejszy promień r . Na wielkość promienia wpływają jednakże jeszcze inne czynniki. Naprzód długość odstepu l ; czem większe l , tem mniejszy promień, albo tem mniejszy kąt α , zatem podwójny rozjazd angielski wymaga mniejszych promieni, lub mniejszych kątów α niż pojedynczy. Znaczny wpływ ma kąt γ iglicy; czem

*) §. 41. norm Związku dla głównych kolei, zaleca dla angielskich rozjazdów stosunek skrzyżowania 1:9, wszelako na terach zestawczych, jakoteż tam gdzie łuk ostrzejszy nie jest szkodliwy, także stosunek 1:8.

większy jest ten kąt, tem większe promienie, lub tem większe kąty α można stosować; zatem iglica zakrzywiona, posiadająca na skrócie większy kąt γ jest korzystniejsza niż prosta iglica. Dla kolei normalnotorowych uwidocznią te stosunki następująca tabliczka, w której zestawiamy największe jeszcze dopuszczalne stosunki dla kąta α .

	Rozjazd angielski	Kolej główna		Kolej lokalna
		tory główne	tory drugorzędne	
pojedynczy	{ igl. prosta igl. łukowa	0·10	0·11	0·12
		0·12	0·13	0·14
podwójny	{ igl. prosta igl. łukowa	0·09	0·10	0·11
		0·11	0·12	0·13

Stosunki skrzyżowania podane w tabliczce równają się, albo tylko nieznacznie przewyższają stosunki skrzyżowania zwykłych rozjazdów.*)

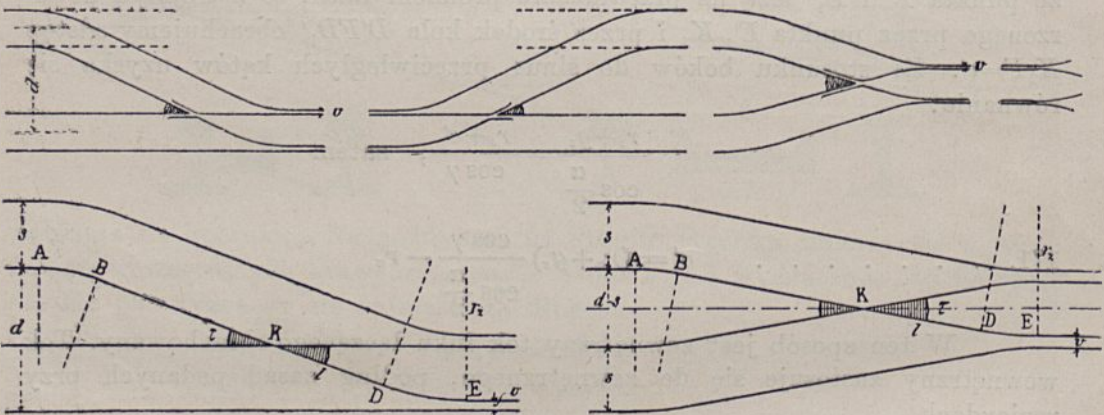
§. 55. Skupienie torów. Rys. 67. i 68.

Gdy zachodzi potrzeba stałego lub czasowego usunięcia dłuższej partyi jednego z równoległych torów, czy to z powodu wykonania budowli w tym torze lub obok niego, czy też dla zaoszczędzenia konstrukcyi mostu pod drugim torem kolei dwutorowej, lub t. p., — wtedy możemy wprowadzić jeden tor w drugi bez właściwego połączenia, czyli zastosujemy t. zw. skupienie torów, które za pomocą dwóch zwykłych krzyżownic da się uskutecznić. Przytem albo tylko jeden tor zostaje przesunięty (rys. 67 a.), albo obydwa symetrycznie (rys. 67 b.).

W celu uzyskania jeszcze możliwej długości promienia r , wewnątrz skupienia, mianowicie dla przypadku przedstawionego na rys. 68 a., wypada

Rys. 67 a.

Rys. 67 b.



Rys. 68 a.

Rys. 68 b.

odstęp toków v obrać możliwie mały, w ogóle nie wiele mniejszy niż wymiar g_2 (§. 2.). Na rys. 68 a. i 68 b. partye torów na lewo od krzyżownicy położone przedstawiają tory łączące zwykłego rozgałęzienia dwóch torów równoległych, nie potrzebujemy ich zatem osobno omawiać. Co do wewnętrznej partyi na rys. 68 a., to oberzemy najmniejszą długość $KD=l$, a obrachujemy

*) Ob. nr. 34 i 35. zbioru przykładów.

promień r_z zewnętrznego toku. W tym celu wykonamy rzut linii KDE na prostopadłą do toru:

$$s - v = l \sin \tau + r_z (1 - \cos \tau)$$

Z tego równania wyznaczy się

$$172. \dots \dots \dots r_z = \frac{s - v - l \sin \tau}{2 \sin^2 \left(\frac{\tau}{2} \right)}$$

Promień r osi łuku, mniejszy o $\frac{s}{2}$ od r_z , może być zaokrąglony na mniejszą długość r' , wtedy trzeba obrachować zmienioną długość l podług wzoru:

$$173. \dots \dots \dots l = \frac{s - v - 2r'_z \sin^2 \left(\frac{\tau}{2} \right)}{\sin \tau}$$

Dla rys. 68 *b*. otrzyma się równanie rzutu linii KDE :

$$\frac{s - v}{2} = l \sin \frac{\tau}{2} + r_z \left(1 - \cos \frac{\tau}{2} \right)$$

z którego wyznaczy się r_z :

$$174. \dots \dots \dots r_z = \frac{s - v - 2l \sin \frac{\tau}{2}}{4 \sin^2 \left(\frac{\tau}{4} \right)}$$

Po zaokrągleniu promienia $r = r_z - \frac{s}{2}$ na mniejszą wartość r' , obrachuje się l z wzoru

$$175. \dots \dots \dots l = \frac{s - v - 4r'_z \sin^2 \left(\frac{\tau}{4} \right)}{2 \sin \frac{\tau}{2}}$$

Z wzoru 174. wypada promień prawie dokładnie dwa razy tak wielki jak z wzoru 172. *)

Skrzyżowanie łukowych torów.

§. 56. Skrzyżowanie dwóch łukowych torów o różnych promieniach R i R_1 .

Pozostawiając na później (ob. §. 59.) rozstrzygnięcie czy lub kiedy skrzyżowanie torów łukowych wprost, t. j. bez pośrednictwa prostych jest możebne, przystępujemy do skrzyżowania torów łukowych w tej najogólniejszej formie, gdy promienie obydwu torów są różne. Dla wszystkich zagadnień tego rodzaju nazwiemy kąt skrzyżowania osi torów literą α i oznaczymy jedną kreską lub dwoma kreskami wszystko co się odnosi do zewnętrznych lub wewnętrznych toków. Środki łuków, punkta przecięcia toków i osi torów oznaczymy tak jak to wskazuje rys. 69.

*) Ob. nr. 36. i 37. zbioru przykładów.

Zagadnienie, które mamy omówić, jest wielce skomplikowane. Przewszystkiem punkta O' , O i O'' nie leżą na prostej, lecz na hyperboli, której środek znajduje się na środku linii łączącej środki łuków, jako jej ognisk. Oznaczmy długość MM_1 literą m , a różnicę promieni $R-R_1$ literą Δ , to równanie tej hyperboli opiewa:

$$176. \dots \frac{4y^2}{m^2 - \Delta^2} - \frac{4x^2}{\Delta^2} = -1$$

W dalszym ciągu nie będziemy mieli jednakże z tą hyperbolą do czynienia, gdyż możemy ją ominąć. Dalsza trudność w tem zachodzi, że wszystkie kąty skrzyżowania toków między sobą się różnią, jakoteż długości toków między punktami skrzyżowania są różne. W celu wyznaczenia tych niewiadomych posłużymy się rys. 70. Z trójkąta $O''MM_1$ wyznaczmy długość $MM_1 = m$:

$$m^2 = R^2 + R_1^2 - 2RR_1 \cos \alpha$$

Z trójkąta $O'MM_1$ znajdziemy równanie

$$m^2 = R'^2 + R_1'^2 - 2R'R_1' \cos \alpha'$$

a ponieważ m już było wyznaczone, więc znajdziemy

Rys. 70.

$$\cos \alpha' = \frac{R'^2 + R_1'^2 - m^2}{2R'R_1'}$$

Podstawmy $R' = R + \frac{s}{2}$, $R_1' = R_1 + \frac{s}{2}$, gdy s jest szerokością toru, to powyższy wzór otrzyma wygodniejszą formę do rachowania:

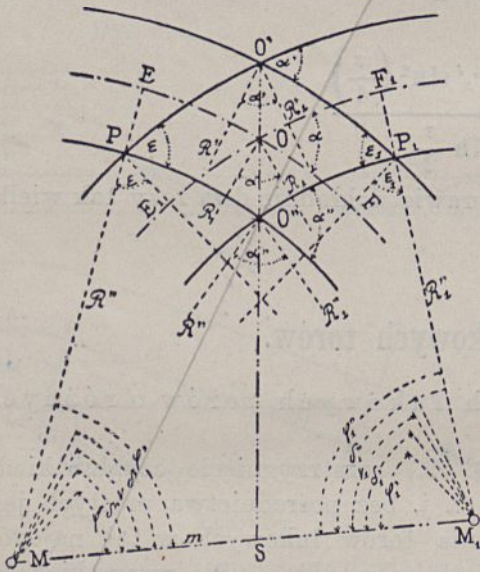
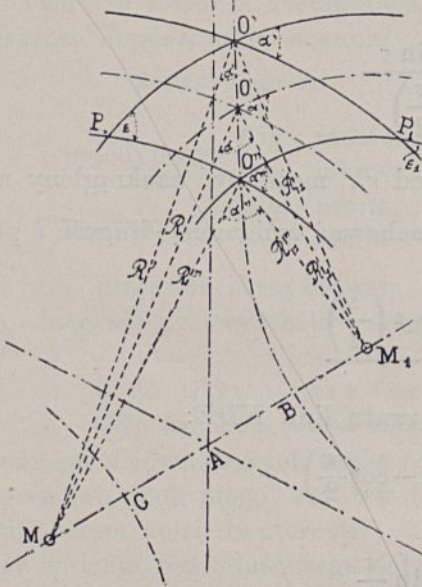
$$177. \dots \cos \alpha' = \frac{\cos \alpha + \frac{s \left(R + R_1 + \frac{s}{2} \right)}{2RR_1}}{1 + \frac{s \left(R + R_1 + \frac{s}{2} \right)}{2RR_1}}$$

Podobnie znajdziemy z trójkąta $O''MM_1$

$$\cos \alpha'' = \frac{R''^2 + R_1''^2 - m^2}{2R''R_1''}$$

lub w wygodniejszej formie

$$178. \dots \cos \alpha'' = \frac{\cos \alpha - \frac{s \left(R + R_1 - \frac{s}{2} \right)}{2RR_1}}{1 - \frac{s \left(R + R_1 - \frac{s}{2} \right)}{2RR_1}}$$



Z trójkąta PMM_1 znajdziemy

$$179. \quad \cos \varepsilon = \frac{R''^2 + R_1'^2 - m^2}{2R'R_1'} = \frac{\cos \alpha - \frac{s(R - R_1 - \frac{s}{2})}{2RR_1}}{1 + \frac{s(R - R_1 - \frac{s}{2})}{2RR_1}}$$

Nareszcie z trójkąta P_1M_1M :

$$180. \quad \cos \varepsilon_1 = \frac{R'^2 + R_1''^2 - m^2}{2R'R_1''} = \frac{\cos \alpha + \frac{s(R - R_1 + \frac{s}{2})}{2RR_1}}{1 - \frac{s(R - R_1 + \frac{s}{2})}{2RR_1}}$$

Te wzory okazują że zawsze $\alpha' < \alpha$ zaś $\alpha'' > \alpha$. Kąt $\varepsilon > \alpha$ i $\varepsilon_1 > \alpha$ podług tego czy $R > R_1$.

W celu obrachowania długości toków między punktami skrzyżowania trzeba wyznaczyć kilka kątów:

$$\sin \varphi' = \frac{R_1' \sin \varepsilon}{m}; \quad \varphi_1'' = 180 - (\varepsilon + \varphi')$$

$$\sin \varphi_1' = \frac{R' \sin \varepsilon_1}{m}; \quad \varphi'' = 180 - (\varepsilon_1 + \varphi_1')$$

$$\sin \delta' = \frac{R_1' \sin \alpha'}{m}; \quad \delta_1' = 180 - (\alpha' + \delta')$$

$$\sin \delta'' = \frac{R_1'' \sin \alpha''}{m}; \quad \delta_1'' = 180 - (\alpha'' + \delta'')$$

Znając te kąty obrachuje się długości toków z wzorów:

$$181. \quad \left\{ \begin{array}{l} PO' = R_1' \operatorname{arc}(\delta_1' - \varphi_1'') \\ PO'' = R'' \operatorname{arc}(\varphi' - \delta'') \\ P_1O' = R' \operatorname{arc}(\delta' - \varphi'') \\ P_1O'' = R_1'' \operatorname{arc}(\varphi_1' - \delta_1'') \end{array} \right.$$

Nareszcie wyznaczmy szemat skrzyżowania.

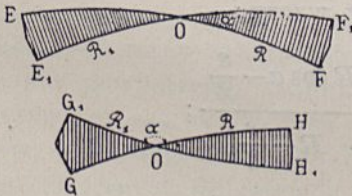
Pomyślmy sobie szemat ograniczony punktami skrzyżowania toków, to na przecięciu odnośnych promieni z osiami torów otrzymamy na rys. 70. punkta E, F, E_1, F_1 jako granice szematu przedstawionego na rys. 71 a.

Z rys 70. nie trudno otrzymać następujące wzory, w których kąt ν wyznaczony

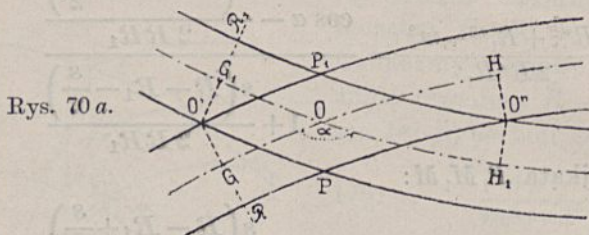
$$\text{z wzoru } \sin \nu = \frac{R_1 \sin \alpha}{m} \text{ zaś } \nu_1 = 180 - (\alpha + \nu):$$

$$182. \quad \left\{ \begin{array}{l} EO = R \operatorname{arc}(\varphi' - \nu); \quad OF = R \operatorname{arc}(\nu - \varphi'') \\ E_1O = R_1 \operatorname{arc}(\nu_1 - \varphi_1''); \quad OF_1 = R_1 \operatorname{arc}(\varphi_1' - \nu_1) \end{array} \right.$$

Jeżeli kąt α przekroczy 90° , wtedy trzeba, jak to wskazuje rys. 70 a., z punktów O' i O'' poprowadzić promienie ograniczające szemat, który się przedstawi jak na rys. 71 b. Długości nie trudno wyznaczyć z rys. 70.:



$$183. \quad \left\{ \begin{array}{l} GO = R \operatorname{arc}(\delta' - \nu); \quad OH = R \operatorname{arc}(\nu - \delta'') \\ H_1O = R_1 \operatorname{arc}(\nu_1 - \delta_1''); \quad OG_1 = R_1 \operatorname{arc}(\delta_1' - \nu_1) \end{array} \right.$$



Rys. 70 a.

Do powyższych długości trzeba dodać długość tej części krzyżownicy lub toru, która wychodzi po za punkta skrzyżowania.*)

§. 57. Skrzyżowanie dwóch łukowych torów o równych promieniach. $R=R_1$. Jeżeli promienie obydwu torów są równe, to powyższe wzory znacznie się uproszczą. Hyperbola łącząca punkta O' , O i O'' przechodzi w prostą linię, prostopadłą do prostej MM_1 . Jeżeli tę prostą przydłużymy aż do punktu S (rys. 70.), to z tójkątów, obecnie prostokątnych, OMS , $O'MS$, $O''MS$, jakoteż z trójkątów $OO'M$ i $OO''M$ wyznaczy się:

$$184. \quad \left\{ \begin{array}{l} m = 2R \sin \frac{\alpha}{2}; \quad \sin \frac{\alpha'}{2} = \frac{R}{R'} \sin \frac{\alpha}{2}; \quad \sin \frac{\alpha''}{2} = \frac{R}{R''} \sin \frac{\alpha}{2} \\ \delta' = 90 - \frac{\alpha'}{2}; \quad \delta'' = 90 - \frac{\alpha''}{2}; \quad \varepsilon = \varepsilon_1 \text{ zaś z wz. 179. } \cos \varepsilon = \frac{\cos \alpha + \frac{s^2}{4R^2}}{1 - \frac{s^2}{4R^2}} \\ \varphi' = \varphi_1' = \frac{R' \sin \varepsilon}{m}; \quad \varphi'' = \varphi_1'' = 180 - (\varepsilon + \varphi'); \quad \nu = \nu_1 = 90 - \frac{\alpha}{2} \end{array} \right.$$

Wzór 181. dla obrachowania długości toków pozostaje, tylko że $PO' = P_1O'$; $PO'' = P_1O''$. W wzorach 182. i 183., które również się nie zmieniają, jest $EO = OF_1$; $E_1O = OF$; $GO = G_1O$; $OH = OH_1$.

§. 58. Skrzyżowanie łukowego toru z prostym torem. (Rys. 72.).

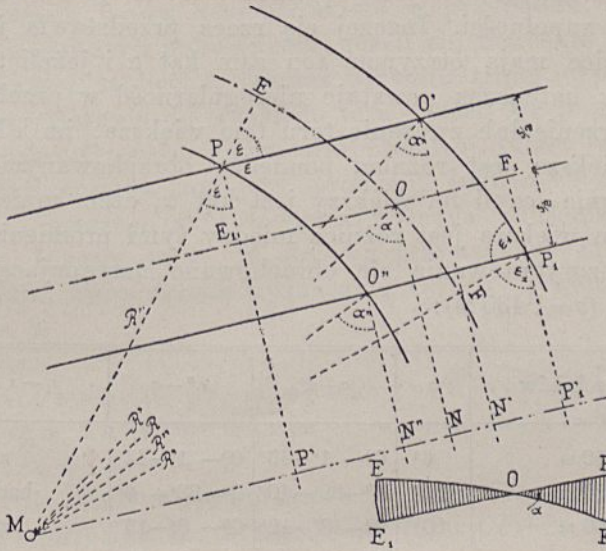
Z punktów przecięcia się toków i osi torów poprowadźmy prostopadłe do prostego toru i przetnijmy je prostą, poprowadzoną ze środka M równoległą do prostego toru. Te proste utworzą z odpowiednimi promieniami trójkąty prostokątne, w których takie boki jak $O'N'$, $O''N''$... różnią się od boku $ON = R \cos \alpha$ o $\frac{s}{2}$. Zatem otrzyma się wprost wzory:

$$185. \quad \left\{ \begin{array}{l} \cos \alpha' = \frac{R \cos \alpha + \frac{s}{2}}{R + \frac{s}{2}}; \quad \cos \alpha'' = \frac{R \cos \alpha - \frac{s}{2}}{R - \frac{s}{2}}; \\ \cos \varepsilon = \frac{R \cos \alpha + \frac{s}{2}}{R - \frac{s}{2}}; \quad \cos \varepsilon_1 = \frac{R \cos \alpha - \frac{s}{2}}{R + \frac{s}{2}} \end{array} \right.$$

*) Ob. nr. 38. zbioru przykładów.

Długości toków:

$$186. \quad \left\{ \begin{array}{l} PO' = R' \sin \alpha' - R'' \sin \varepsilon; \quad P_1 O'' = R' \sin \varepsilon_1 - R'' \sin \alpha''; \\ P_1 O' = R' \operatorname{arc}(\varepsilon_1 - \alpha'); \quad PO'' = R'' \operatorname{arc}(\alpha'' - \varepsilon) \end{array} \right.$$



Rys. 72.

Rys. 73.

Nareszcie szemat (rys. 73.) dla $\alpha < 90^\circ$:

$$187. \quad \left\{ \begin{array}{l} E_1 O = R \sin \alpha - R'' \sin \varepsilon; \quad OF_1 = R' \sin \varepsilon_1 - R \sin \alpha; \\ EO = R \operatorname{arc}(\alpha - \varepsilon); \quad OF = R \operatorname{arc}(\varepsilon_1 - \alpha) \end{array} \right.$$

§. 59. Dopuszczalność skrzyżowania łukowych torów.

Już w §. 6. wykazaliśmy, że wymóg włożenia w zwrotny tor rozjazdu przed krzyżownicą prostej o pewnej długości, jest zbędny. Poszliśmy jeszcze dalej, przeprowadzając w skupieniach rozjazdów (§. 26., 27. i 28.) przez krzyżownicę O tok łukowy bez przerwy, pomimo zastosowania krzyżownicy o prostych tokach. Takie skupienia są wykonane, zatem są możliwe. Nie ulega zatem żadnej wątpliwości, że i skrzyżowania torów łukowych bez pośrednictwa prostej są dopuszczalne. Jednakże pomiędzy skrzyżowaniem toków w rozjeździe, a skrzyżowaniem łukowych torów zachodzi różnica.

Dotyczy ona rozszerzenia toru. Bezpieczeństwo jazdy wymaga, aby na skrzyżowaniu była dochowana normalna (nie rozszerzona) szerokość toru.*) W rozjeździe łatwo otrzymać ten warunek na krótkiej przestrzeni, po za którą w łuku zwrotnym uskutecznia się rozszerzenie toru. W skrzyżowaniu łukowych torów mamy cztery krzyżownice, z których każda wymaga dotrzymania powyższego warunku. W ogóle uskuteczni się to przez zachowanie normalnej szerokości toru w obrębie tych krzyżownic, co znów pociąga za sobą tę niedogodność, że tory łukowe między krzyżownicami położone na znaczniejszych długościach nie otrzymają rozszerzenia toru. Ta trudność jest tem mniejsza, czem większe są promienie łuków i czem krótsze jest skrzyżowanie, t. j. czem mniej kąt skrzyżowania się różni od kąta prostego.

*) Podług §. 40. norm Związku dla głównych kolei powinien także zakrzywiony tor otrzymać obok matematycznego punktu skrzyżowania normalną szerokość toru (1:435 m w wysokości 14 mm pod górną krawędzią szyny).

Druga trudność w tem leży, że wszystkie kąty skrzyżowania są różne. Jeżeli krzyżownice wykona się z szyn, to można ich toki wygiąć podług danych promieni i skrzyżować podług różnych kątów, jak je rachunek podaje; wykonanie takich krzyżownic jest wprawdzie trudniejsze, ale powyższa trudność odpada w zupełności. Inaczej się rzecz przedstawia jeżeli wszystkie cztery krzyżownice mają otrzymać ten sam kąt α i jeżeli toki krzyżownic mają być proste; natenczas powstaje nieregularność w przebiegu toków łukowych i rozszerzenie lub zwężenie toru tem większe, im dłuższe są krzyżownice i im większa jest różnica pomiędzy obrachowanym a wykonanym kątem skrzyżowania, czyli im większy jest kąt α , czem mniejsze są promienie łuków i czem większa jest różnica między tymi promieniami.

W celu zorientowania się obrachowano następującą tabliczkę dla toru normalnego ($s=1.435\text{ m}$):

L. p.	Promienie łuków	α	$\alpha-\alpha'$	$\alpha''-\alpha$	$\varepsilon_1-\alpha$	$\alpha-\varepsilon_2$
1.	$R=R_1=150\text{ m}$	6°	$0^\circ-1'-43''$	$0^\circ-1'-44''$	znikome	
2.	$R=R_1=150\text{ m}$	90°	$0^\circ-32'-40''$	$0^\circ-33'-6''$	bardzo małe	
3.	$R=R_1=600\text{ m}$	90°	$0^\circ-8'-12''$	$0^\circ-8'-15''$	znikome	
4.	$R=R_1=1\,500\text{ m}$	174°	$0^\circ-57'-48''$	$1^\circ-9'-28''$	znikome	
5.	$R=R_1=3\,000\text{ m}$	174°	$0^\circ-30'-8''$	$0^\circ-32'-56''$	znikome	
6.	$R=1\,500\text{ m}, R_1=\infty$	6°	$0^\circ-0'-9''$	$0^\circ-0'-5''$	$0^\circ-30'-32''$	$0^\circ-32'-53''$
7.	$R=600\text{ m}, R_1=\infty$	90°	$0^\circ-4'-6''$	$0^\circ-4'-7''$	$0^\circ-4'-6''$	$0^\circ-4'-7''$
8.	$R=1\,500\text{ m}, R_1=\infty$	174°	$0^\circ-30'-32''$	$0^\circ-32'-53''$	$0^\circ-0'-9''$	$0^\circ-0'-5''$

Jeżeli dla wszystkich czterech krzyżownic skrzyżowania chcemy zastosować ten sam kąt α , to trzeba przypuścić pewną granicę błędu. Dla kątów bardzo małych i bardzo wielkich błąd może być większy, gdyż nieregularność w przebiegu toków spowodowana błędem mniej zaważy, wobec większej długości torów między krzyżownicami się znajdujących. Dla takich kątów oznaczmy granicę błędu np. na $\frac{1}{2}^\circ$. Natomiast dla kątów α zbliżonych do prostego niech błąd nie przekroczy kilku minut. Dla tych granic jest obrachowana powyższa tabliczka, z której wyczytamy następujące pravidła:

a. Jeżeli różnica między długościami promieni torów jest nieznaczna, ewentualnie promienie są równe, to dla małych kątów skrzyżowania mogą promienie krzyżujących się torów otrzymać najmniejsze dozwolone długości — ograniczone chyba warunkiem przeprowadzenia jakiego takiego rozszerzenia toru. Czern większy kąt α tem większe wartości muszą promienie otrzymać, tak że dla kąta prostego dochodzą do 600 m . Dla kątów większych niż 90° aż do 174° wzrastają promienie do $3\,000\text{ m}$. Ztąd wniosek, że ostre łuki o mało różniących się promieniach mogą tylko pod małymi kątami się krzyżować.

b. Jeżeli różnica między długościami promieni torów jest znaczna, ewentualnie jeżeli jeden tor jest prosty, to mniejszy promień otrzyma najmniejszą wartość dla $\alpha=90^\circ$, wynoszącą nie wiele mniej niż 600 m , zaś w miarę zmniejszania się lub zwiększania się kąta α musi się promień zwiększać do $1\,500\text{ m}$ dla kątów 6° lub 174° . Zatem, gdy różnice

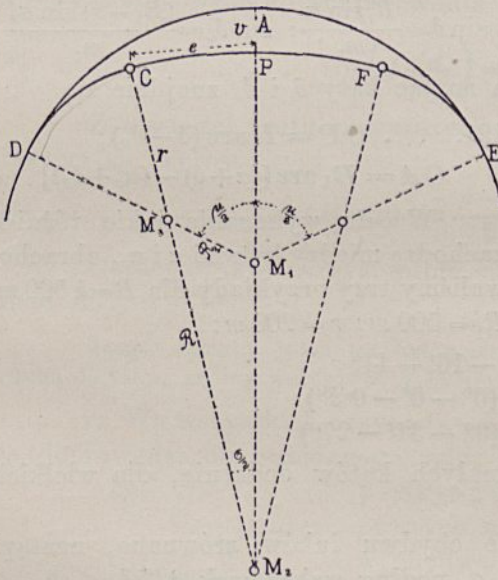
w długościach promieni są wielkie, to tylko łuki o wielkich promieniach mogą się krzyżować.

c. W przypadku b. gdy kąt α jest mały umożliwi się skrzyżowanie łuków o mniejszych promieniach, jeżeli się obydwie promienie zrówna. Dla większych kątów α umożliwi się w przypadku a. lub b. skrzyżowanie łuków o mniejszych promieniach, jeżeli się zastosuje proste skrzyżowanie. Powyższa tabliczka, jakoteż prawidła z niej wyprowadzone, mają w zupełności zastosowanie do wąskiego toru, jeżeli się promienie zmniejszy w stosunku szerokości torów. Zrównanie promieni łuków wymaga włożenia w ten łuk, który posiada mniejszy promień, łuku o większym promieniu, zaś zastosowanie prostego skrzyżowania wymaga włożenia prostych części toru w obydwie łukowe toru. W obydwu przypadkach zmieni się wielkość kąta skrzyżowania, którą trzeba wyznaczyć. Obydwa przypadki rozpatrzmy w następującym §.

§. 60. Zrównanie promieni krzyżujących się torów, włożenie prostego skrzyżowania i wyznaczenie zmienionych kątów skrzyżowania.

a. W łuk DAE o promieniu R_1 (rys. 74.) mamy włożyć łuk o większym promieniu R . Długość tego łuku $CF=2e$ ma być tak wielka,

Rys. 74.



aby mogło nastąpić skrzyżowanie torów o jednakowym promieniu R . Ponieważ dany kąt skrzyżowania α zmieni się na inną wartość α_0 , której na razie nieznamy, to nie mogliśmy wyznaczyć długości e , która odpowiada w §. 57. długości EO lub HO szematu skrzyżowania. Obliczamy ją zatem dla kąta α , który nie wiele się różni od kąta α_0 . Oprócz długości szematu (EO lub HO) złoży się na długość e albo wystająca część krzyżownicy, albo długość torów sięgających po za krzyżownicę. W ogóle lepiej obrać dla e cokolwiek większą wartość.*) Gdy znamy e , to znamy kąt $\frac{\sigma}{2}$, gdyż $\text{arc } \frac{\sigma}{2} = \frac{e}{R}$.

W celu połączenia łuku CF z danym łukiem trzeba zastosować łuki DC i FE o promieniu r , mniejszym niż R_1 , przezo łuk pierwotny dozna przekształcenia na długość DE , która odpowiada kątowi μ . Jeżeli wyznaczymy ten kąt i odstęp $AP=v$, to włożenie łuku jest ustalone. Z trójkąta $M_1M_2M_3$ otrzyma się wprost

$$188. \dots \dots \dots \sin \frac{\mu}{2} = \frac{(R-r) \sin \frac{\sigma}{2}}{R_1-r}$$

*) Mianowicie gdy α ma wartość między 0° a 90° ; dla kątów większych niż 90° jest α_0 większe niż α , zatem skrzyżowanie wypada krótsze.

Z tego samego trójkąta wyznaczy się

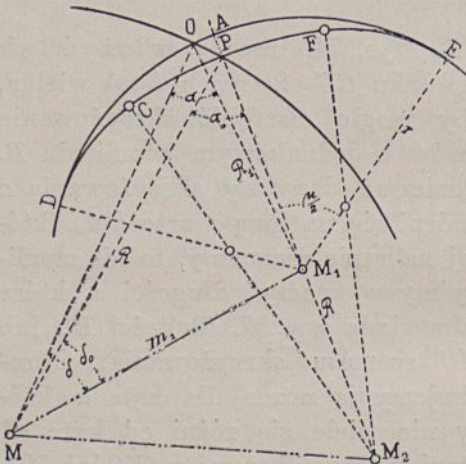
$$M_1 M_2 = \frac{(R_1 - r) \sin \frac{\mu - \sigma}{2}}{\sin \frac{\sigma}{2}}, \text{ a gdy } v = R_1 + M_1 M_2 - R \text{ to}$$

$$189. \dots \dots \dots v = \frac{(R_1 - r) \sin \frac{\mu - \sigma}{2}}{\sin \frac{\sigma}{2}} - (R - R_1)$$

Jeżeli na rys. 75. łuk DAE jest przekształcony jak to właśnie wskazano, a łuk CF włożony posiada ten sam promień R co łuk OP o środku M , to te obydwie łuki przecinają się w punkcie P pod kątem α_0 , który z trójkąta PMM_1 wyznaczy się:

$$190. \dots \dots \cos \alpha_0 = \frac{R^2 + (R_1 - v)^2 - m_1^2}{2 R (R_1 - v)} = \frac{2 R R_1 \cos \alpha - v (2 R_1 - v)}{2 R (R_1 - v)}$$

Rys. 75.



W ten wzór wstawiono $m_1^2 = R^2 + R_1^2 - 2 R R_1 \cos \alpha$.

Miejsce punktu P wyznaczy się długością OP lub OA . W celu jej obrachowania wyznaczmy naprzód

$$\sin \delta = \frac{R_1 \sin \alpha}{m_1}; \sin \delta_0 = \frac{(R_1 - v) \sin \alpha_0}{m_1}$$

a znając kąty δ i δ_0 znajdzie się

$$191. \dots \dots OP = R \text{ arc } (\delta - \delta_0);$$

$$OA = R_1 \text{ arc } [(\alpha + \delta) - (\alpha_0 + \delta_0)]$$

W celu wykazania jakie różnice zachodzą między kątami α i α_0 , obrachowaliśmy trzy przykłady dla $R = 1500 \text{ m}$, $R_1 = 500 \text{ m}$, $r = 200 \text{ m}$:

- | | |
|---|---|
| $\alpha = 6^\circ, e = 15 \text{ m}.$ | $\alpha - \alpha_0 = 0^\circ - 16' - 44''$ |
| $\alpha = 90^\circ, e = 2 \text{ m}.$ | $\alpha - \alpha_0 = -(0^\circ - 0' - 0.2'')$ |
| $\alpha = 174^\circ, e = 15 \text{ m}.$ | $\alpha - \alpha_0 = -(0^\circ - 34' - 27'')$ |

Różnice nie są znaczne, dla małych kątów dodatnie, dla wielkich ujemne.

Mając w ten sposób promienie obydwu łuków zrównane, nastąpi obrachowanie skrzyżowania pod kątem α_0 podług wskazówek §. 57.

Uwaga. Jeżeliby jeden z krzyżujących się torów był prosty ($R = \infty$), to w tor łukowy trzeba włożyć prostą, podług wskazówek §. 62. o długości $2e$, wyznaczonej dla skrzyżowania prostych torów pod kątem α . Wzory powyższe znacznie się wtedy uproszczą, mianowicie:

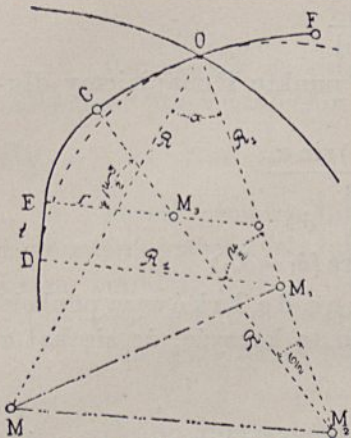
$$192. \dots \dots \dots \cos \alpha_0 = \frac{R_1 \cos \alpha}{R_1 - v}$$

$$193. \dots \dots \dots OP = (R_1 - v) \frac{\sin (\alpha - \alpha_0)}{\cos \alpha}; \quad OA = R_1 \text{ arc } (\alpha - \alpha_0)$$

b. Zrównanie promieni łuków może także w ten sposób nastąpić, że w punkcie O stycznie do łuku o mniejszym promieniu, wprowadzi się łuk o większym promieniu (rys. 76.). Osiąga się wtedy tę korzyść, że

kąt skrzyżowania α się nie zmienia, ani punkt skrzyżowania O . Jeżeli długość łuku CF o promieniu R wyznaczona jak pod $a.$, to do końców tego łuku przytknie się stycznie łuk o małym promieniu r , który z danym łukiem połączy się za pomocą wspólnej stycznej DE o długości t . W celu wyznaczenia przekształcenia łuku DO trzeba znać kąt μ i długość t .

Rys. 76.



Z równania rzutów łuku DO i linii $DECO$ na kierunek DM_1 wypływa równanie:

$$R_1 \left(1 - \cos \frac{\mu}{2}\right) = r \left(1 - \cos \frac{\mu - \sigma}{2}\right) + R \left(\cos \frac{\mu - \sigma}{2} - \cos \frac{\mu}{2}\right)$$

Napiszmy je w tej formie

$$\cos \frac{\mu}{2} [(R-r) \cos \frac{\sigma}{2} - (R-R_1)] + \sin \frac{\mu}{2} \sin \frac{\sigma}{2} [R-r] = R_1 - r$$

$$(R-r) \cos \frac{\sigma}{2} - (R-R_1)$$

i podstawmy $\operatorname{tg} \varphi = \frac{(R-r) \cos \frac{\sigma}{2} - (R-R_1)}{R-r}$

to otrzymamy wzór do obrachowania kąta μ :

194. $\sin \left(\varphi + \frac{\mu}{2}\right) = \frac{R_1 - r}{R - r} \cos \varphi$

Z równości rzutu powyższych linii na kierunek do DM_1 prostopadły, otrzyma się wprost

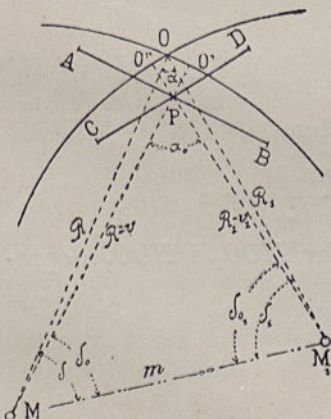
195. $t = (R-r) \sin \frac{\mu - \sigma}{2} - (R - R_1) \sin \frac{\mu}{2}$

Obrachowanie skrzyżowania nastąpi dla kąta α i jednakowych promieni R .

Uwaga. Jeżeliby jeden tor był prosty ($R = \infty$), to w punkcie O włożymy prostą styczną do łuku, podług wskazówek §. 62. (rys. 80).

c. We wszystkich przypadkach, w których zrównanie promieni łuków nie doprowadzi do pożądanego celu, pozostaje jeszcze możliwość wykonania prostego skrzyżowania, przez włożenie prostych o długości $2e$, wyznaczonej jak pod $a.$, w obydwu tory łukowe (rys. 77).

Rys. 77.



prostego skrzyżowania, przez włożenie prostych o długości $2e$, wyznaczonej jak pod $a.$, w obydwu tory łukowe (rys. 77). Włożenie prostych i odpowiednie przekształcenie toru wyznaczy się podług §. 62. Jeżeli $AP = PB = e$ i $CP = PD = e$ są te proste poprowadzone w wyznaczonym odstępnie $PO' = v$ i $PO'' = v_1$ od przynależnych łuków, to ich kąt skrzyżowania α_0 znajdziemy w następujący sposób:

Jeżeli m znajdzie się jak poprzednio, to

$$\cos \alpha_0 = \frac{(R-v)^2 + (R_1-v_1)^2 - m^2}{2(R-v)(R_1-v_1)} = \frac{1}{2} \left[\frac{R-v}{R_1-v_1} + \frac{R_1-v_1}{R-v} - \frac{m^2}{2(R-v)(R_1-v_1)} \right]$$

Albo jeżeli sumę $\frac{1}{2} [(R-v) + (R_1-v_1) + m]$ oznaczmy literą a , to

196. $\cos \frac{\alpha_0}{2} = \sqrt{\frac{a(a-m)}{(R-v)(R_1-v_1)}}$

W celu dokładnego wyznaczenia położenia punktu P znajdziemy długości OO' i OO'' :

$$\sin \delta = \frac{R_1 \sin \alpha}{m}; \quad \sin \delta_0 = \frac{(R_1 - v_1) \sin \alpha}{m}$$

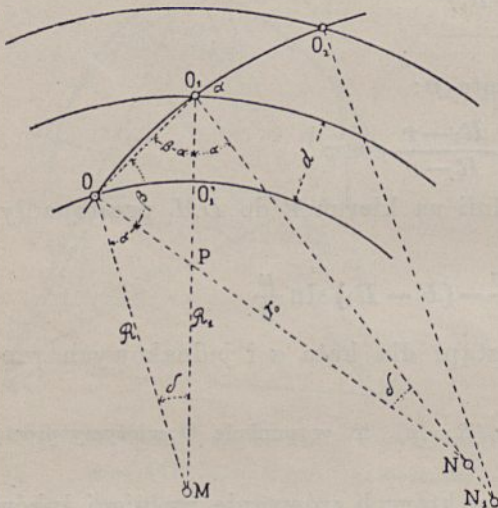
$$\delta_1 = 180 - (\alpha + \delta); \quad \delta_{01} = 180 - (\alpha_0 + \delta_0)$$

197. $OO' = R \text{ arc } (\delta - \delta_0); \quad OO'' = R_1 \text{ arc } (\delta_1 - \delta_{01})$

d. Podobnie można dwie proste styczne do łuków w punkcie O ułożyć, podług wskazówek §. 62. Przedstawia to tę korzyść, że się kąt α nie zmienia.*)

§. 61. Przecięcie pod stałym kątem α szeregu współśrodkowych łukowych torów. Rys. 78.

Rys. 78.



Krzywa, która szereg kół współśrodkowych przecina pod stałym kątem, jest spiralną logarytmiczną. W zastosowaniu do torów kolejowych będzie wygodniej złożyć tor przecinający z łuków kołowych. Najprościej rzecz się przedstawi, jeżeli każda część tego toru, jak $OO_1, O_1O_2 \dots$ będzie jednolitym łukiem, przechodzącym w punkcie skrzyżowania stycznie w łuk sąsiedni. Dla łuku OO_1 mamy wyznaczyć promień r_0 i kąt δ .

Przedewszystkiem nie trudno zauważyć, że kąty przy M i N są równe (δ). Oznaczmy kąt $OO_1N = O_1ON$ literą β , to z trójkąta MOO_1 znajdziemy:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin(\beta + \alpha)} = \frac{\text{tang } \beta - \text{tang } \alpha}{\text{tang } \beta + \text{tang } \alpha}$$

A ztąd wyznaczy się

$$\text{tang } \beta = \frac{R_1 + R}{R_1 - R} \text{tang } \alpha$$

Z trójkąta NNO_1 wynika, że $\beta = 90 - \frac{\delta}{2}$, zatem

198. . . . $\text{tang } \frac{\delta}{2} = \text{cotg } \beta = \frac{R_1 - R}{R_1 + R} \text{cotg } \alpha = \frac{d}{R_1 + R} \text{cotg } \alpha$

Długość cięciwy OO_1 , wyznaczona z trójkątów MOO_1 i NNO_1 doprowadza do równania

$$\frac{R \sin \delta}{\sin(\beta - \alpha)} = \frac{r_0 \sin \delta}{\sin \beta}$$

*) Ob. nr. 38. zbioru przykładów.

które napiszemy w tej formie

$$r_o \sin(\beta - \alpha) = R \sin \beta \quad \text{lub}$$

$$r_o (\cotg \alpha - \cotg \beta) = \frac{R}{\sin \alpha}$$

Podstawmy za $\cotg \beta$ wartość powyżej otrzymaną, a znajdziemy po należytem przekształceniu

199. $r_o = \frac{R_1 + R}{2 \cos \alpha}$

Zatem promień łuku przecinającego równa się średni arytmetycznej z promieni przeciętych łuków, podzielonej przez cosinus kąta skrzyżowania. Czem mniejszy kąt α , tem bardziej zbliża się r_o do tej średni, natomiast rośnie wraz z kątem i osiąga wartość nieskończenie wielką dla $\alpha = 90^\circ$.

Dla wytyczenia punktu O_1 obrachuje się długość łuku

200. $OO_1' = R \text{ arc } \delta$

Co do konstrukcyi skrzyżowań w punktach O, O_1, \dots , jakoteż ich dopuszczalności, odwołujemy się na poprzednie paragrafy.

Rozgałęzienie i połączenie łukowych torów.

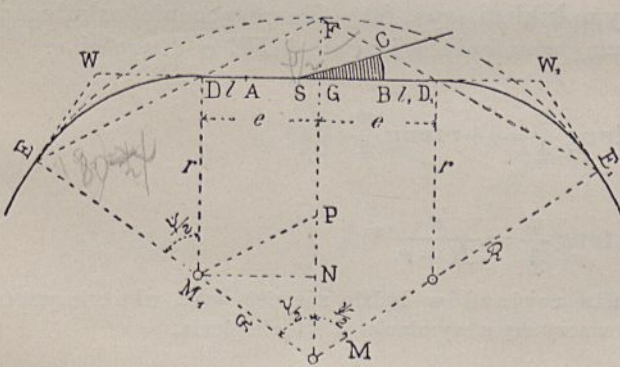
§. 62. Włożenie prostego rozjazdu w tor łukowy.

Do połączenia torów łukowych można zastosować rozjazdy proste, jeżeli promienie tych torów są wielkie, albo rozjazdy łukowe. W pierwszym właśnie uważanym przypadku trzeba rozjazd prosty włożyć w tor łukowy. To zagadnienie redukuje się na włożenie prostej i połączenie jej z torem

łukowym za pomocą łuków, których promienie powinny być dopuszczalnie najmniejsze, aby uzyskać jak najkrótsze przekształcenie danego toru łukowego.

W łuk o promieniu R na rys. 79. chcemy włożyć prostą $DD_1 = 2e$, na którą składa się długość rozjazdu $AB = a + b$ i długości l i l_1 prostych, wymaganych po-

Rys. 79.



między końcami rozjazdu a początkami łuków łączących DE i D_1E_1 o promieniu r .*) Zatem

201. $2e = a + b + l + l_1$

*) Co do długości prostej l przepisuje §. 39. norm Związku dla głównych kolei co następuje: Jeżeli z łukowego toru następuje rozgałęzienie na różne strony, a planem jazdy objęte pociągi wjeżdżają na zwrotnicę, to przed rozgałęzieniem zaleca się włożyć prostę conajmniej 6 m długą; jeżeli zaś rozgałęzienie w tę samą stronę następuje, to połączenie rozgałęzienia z torem łukowym ma być uskutecznione ciągle, za pomocą łuków o możliwie wielkich promieniach.

Włożenie prostej będzie ustalone, skoro będzie znana długość przekształcenia łuku EE_1 , względnie kąt ψ tego łuku i skoro się wyznaczy strzałkę $FG=v$.

Spuścimy ze środka M_1 prostą prostopadłą na promień MF , to z trójkąta MM_1N wyznaczymy

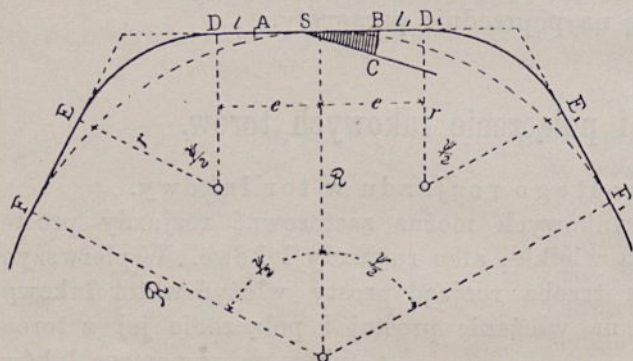
202. $\sin \frac{\psi}{2} = \frac{e}{R-r}$

Znając ψ znajdziemy długość przekształcenia $EFE_1 = R \text{ arc } \psi$. Jeżeli poprowadzimy M_1P równoległe do EF , natenczas $PN=FG=v$, a z trójkąta PM_1N wyznaczy się

203. $v = e \text{ tang } \frac{\psi}{4}$

Jeżeliby v obrachowane podług tego wzoru, albo też długość przekształcenia wypadły z jakiegokolwiek powodów za wielkie, a zmniejszenie

Rys. 80.



promienia r było niedopuszczalne, to trzeba zastosować rozjazd łukowy. (§. 63.).

Wytyczenie nie przedstawia żadnych trudności; do kontroli można użytkować warunek, że punkta E, D, F leżą na jednej prostej.

Czasem zdarzy się potrzeba włożenia rozjazdu w prostą styczną do łuku

i połączenia tej prostej z danym łukiem (rys. 80.). To połączenie uskuteczni się za pomocą łuku o mniejszym promieniu r i prostej FE o długości e .

Z równania

$$R \text{ tang } \frac{\psi}{4} = e + r \text{ tang } \frac{\psi}{4}$$

znajdzie się

204. $\text{tang } \frac{\psi}{4} = \frac{e}{R-r}$ *)

Uwaga. Włożenie skupienia rozjazdów będzie również przez włożenie prostej uskutecznione, której długość $2e$ wyznaczy się z wymiarów a i b skupienia.

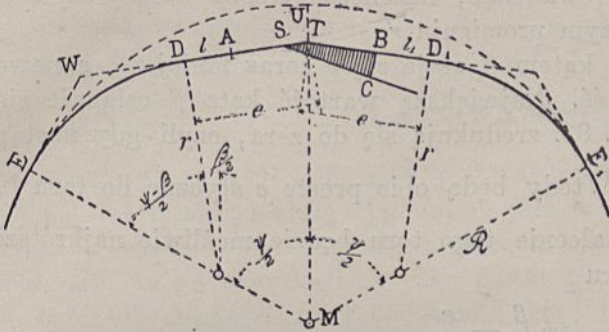
§. 63. Włożenie łukowego rozjazdu w tor łukowy.

Jeżeli się przypatrzymy na rys. 24. i 25. szematom rozjazdów łukowych, to zobaczymy dwie proste AT i TB należące do toru zasadniczego, nachylone do siebie pod kątem $180-\beta$. Włożenie łukowego rozjazdu redukuje się zatem na włożenie dwóch prostych zawierających kąt $180-\beta$ i ich połączenie obustronne z torem łukowym za pomocą łuków o mniejszym promieniu r (rys. 81.). W ten sposób włożony rozjazd łukowy nadaje się do połączenia z innymi torami.

*) Ob. nr. 39. i 40. zbioru przykładów.

Przed początkiem A i za końcem B rozjazdu trzeba wstawić proste

Rys. 81.



o wymaganej długości, jednakże tak dobrane, aby długości DT i TD_1 były równe, gdyż wtedy rachunek znacznie się uprości. Te równe długości nazwiemy literą e . Włożenie rozjazdu będzie ustalone, skoro będzie znany kąt ψ przekształcenia toru łukowego, jakoteż strzałka $TU=v$. Dwa ku temu potrzebne równania uzyska się

z rzutów zamkniętej figury $UEDTU$ na kierunku prostopadły i równoległy do promienia MU .

$$R \sin \frac{\psi}{2} - r \left(\sin \frac{\psi}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right) - e \cos \frac{\beta}{2} = 0$$

$$R \left(1 - \cos \frac{\psi}{2} \right) - r \left(\cos \frac{\beta}{2} - \cos \frac{\psi}{2} \right) - e \sin \frac{\beta}{2} - v = 0$$

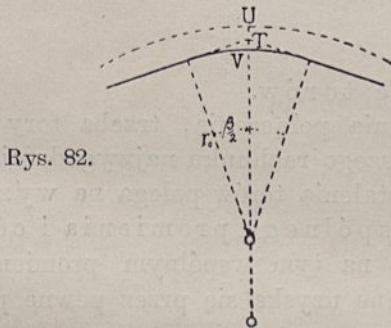
Z pierwszego równania wyznaczy się wprost:

$$205. \quad \sin \frac{\psi}{2} = \frac{e \cos \frac{\beta}{2} - r \sin \frac{\beta}{2}}{R - r}$$

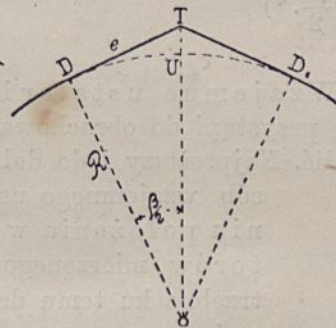
Gdy znany kąt ψ , wtedy wyznaczy się z drugiego równania:

$$206. \quad v = R - r \cos \frac{\beta}{2} - (R - r) \cos \frac{\psi}{2} - e \sin \frac{\beta}{2}$$

Wymiar v nie daje nam pojęcia o wielkości przesunięcia toru, gdyż punkt T jest punktem wierchołkowym łuku zasadniczego toru rozjazdu.



Rys. 82.



Rys. 83.

Jeżeli na rys. 82. wrysujemy łuk toru zasadniczego, którego promień r_0 , natomiast odstęp $VU=v_0$ jest wielkością przesunięcia toru. Otóż

$$TV = \frac{r_0}{\cos \frac{\beta}{2}} - r_0 = \frac{r_0 \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)}{\cos \frac{\beta}{2}} = \frac{2 r_0 \sin^2 \frac{\beta}{4}}{\cos \frac{\beta}{2}} = r_0 \tan \frac{\beta}{2} \tan \frac{\beta}{4}$$

Zatem

$$207. \quad v_0 = v + r_0 \tan \frac{\beta}{2} \tan \frac{\beta}{4}$$

Jeżeliby dla warunków zakreślonych przez sytuację wypadło v_0 za wielkie, wtedy trzeba zmniejszyć promień r ; a jeżeli r już w dopuszczalnie najmniejszej wartości było wprowadzone, natenczas trzeba obrać rozjazd o większym kącie β a mniejszym promieniu r_0 .

Ze zwiększającym się kątem β staje się v coraz mniejsze, a nawet może otrzymać ujemną wartość. Największą wartość kąta β osiągnie się, skoro łuki ED i D_1E_1 na rys. 81. zredukują się do zera, czyli gdy nastąpi $\frac{\psi}{2} - \frac{\beta}{2} = 0$, to znaczy $\psi = \beta$. Wtedy będą obie proste e styczne do toru łukowego (rys. 83.), a przekształcenie tego toru będzie możliwie najkrótsze. To $\max \beta$ wyznaczy się z wzoru

$$208. \dots \dots \dots \text{tg } \frac{\beta}{2} = \frac{e}{R}$$

Ponieważ w tym przypadku jest $e = R \text{ tang } \frac{\beta}{2}$, to wzór na v uprości się:

$$206 a. \dots \dots \dots v = -R \frac{1 - \cos \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\beta}{2}} = -R \text{ tang } \frac{\beta}{2} \text{ tang } \frac{\beta}{4}$$

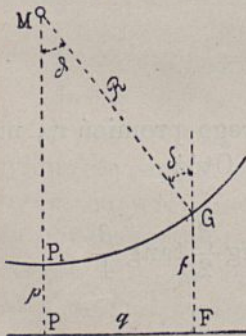
a wzór 207. pozostaje.

Jeżeli zastosowanie takiego kąta β jest ze względu na długość promieni rozjazdu łukowego dopuszczalne, wtedy włożenie rozjazdu łukowego podług rys. 83. będzie wtedy korzystne, gdy z danego toru ma się skutecznie kilka po sobie następujących rozgałęzień, gdyż wprost do punktu D_1 może przytknąć styczna prosta e następującego rozjazdu. Jednakże w tym przypadku okaże się zazwyczaj korzystniejsze włożenie skupienia rozjazdów prostych. Jeżeli się posiada rozjazd łukowy o pewnym kącie β' , który jest większy niż β z wzoru 208., to można w celu zastosowania rys. 83. zwiększyć e na $e' = R \text{ tang } \frac{\beta'}{2}$.*)

§. 64. Wzajemne ustalenie torów.

Nim się przystąpi do obrachowania połączenia, trzeba tory łukowe wzajemnie ustalić. Najprostszy i do dalszego rachunku najwygodniejszy sposób wzajemnego ustalenia torów polega na wyznaczeniu położenia wspólnego promienia i odstępu torów mierzonego na tym wspólnym promieniu. Potrzebne ku temu dane uzyska się przez pewne pomiary, wykonane w naturze.

Rys. 84.



1. Względne ustalenie prostego i łukowego toru. Rys. 84.

Jeżeli w naturze dany tor prosty i łukowy, to w dowolnym punkcie F prostego toru wystawimy prostopadłą, aż do jej przecięcia z osią toru łukowego w punkcie G , poczem wystawimy w G prostopadłą do łuku i zmierzmy kąt ϑ zawarty między obydwoma

*) Ob. nr. 41. i 42. zbioru przykładów.

prostopadłemi, jakoteż długość $FG=f$. Położenie wspólnego (głównego) promienia MP będzie znane, skoro obrachujemy długość $PF=q$ z wzoru:

209. $q = R \sin \vartheta$

Zaś odstęp torów mierzony na wspólnym promieniu wyznaczy się z wzoru

210. $p = f - 2 R \sin^2 \left(\frac{\vartheta}{2} \right)$

Punktów P i P_1 nie trzeba w naturze wyznaczać.

Jeżeli p wypadnie ujemne, to jest to oznaką że łuk przecina prostą; jeżeli w tym przypadku punkt przecięcia łuku z prostą jest w naturze łatwo dostępny, to go zużytkujemy jako punkt G rysunku 84., a wtedy jest $f=0$. W ogóle są długości p i f dodatnie, skoro leżą zewnątrz łuku, a ujemne jeżeli wpadają wewnątrz łuku.*)

2. Wzajemne ustalenie dwóch torów łukowych niewspółśrodkowych.

Jeden tor obierzemy jako zasadniczy i oznaczymy promień, środek łuku i punkt leżący na głównym promieniu literami R, M, P , zaś dla drugiego toru literami R_1, M_1, P_1 . (Rys. 85 a.) Odstęp środków łuków nazwiemy m , odstęp torów mierzony na promieniu głównym nazwiemy p . Na łuku zasadniczym obierzemy dogodny punkt F , wystawimy w nim prostopadłą do łuku aż do przecięcia się z drugim łukiem w punkcie G i zmierzmy długość $FG=f$. Następnie wyprowadzimy z punktu G prostopadłą do drugiego łuku i zmierzmy kąt zawarty pomiędzy nią a prostą FG . Ten kąt oznaczymy literą ϑ . Kąt zawarty pomiędzy promieniem toru zasadniczego w punkcie F a głównym promieniem oznaczymy literę μ . Mamy wyznaczyć kąt μ , w celu ustalenia położenia głównego promienia, jakoteż odstęp torów p .

Z trójkąta MM_1G wynika:

$$\frac{\sin(\mu + \vartheta)}{\sin \mu} = \frac{R + f}{R_1}, \text{ zatem}$$

211. $\cotg \mu = \frac{R + f}{R_1 \sin \vartheta} - \cotg \vartheta$

Odstęp środków $m = R_1 \frac{\sin \vartheta}{\sin \mu}$, zaś

212. $p = m - R + R_1$

Położenie głównego promienia wyznaczą długości łuków $FP = R \text{ arc } \mu$, lub $GP_1 = R_1 \text{ arc } (\mu + \vartheta)$.

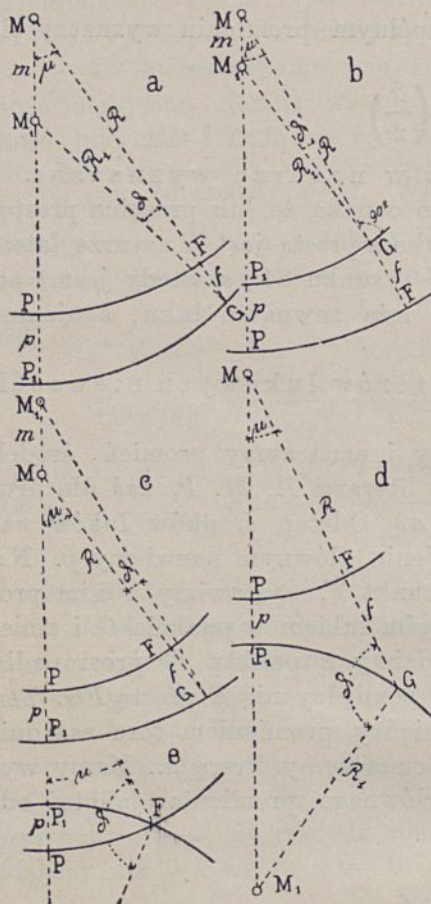
Względne położenie torów może być różnorodne, jednakże do wszystkich przypadków można zastosować powyższe wzory, jeżeli się zważy co następuje:

Wymiar m i kąt ϑ są dodatnie, jeżeli środek M_1 wypada pomiędzy punktami M i P , lub też na przedłużeniu promienia po za P ; zaś m i ϑ trzeba wprowadzić w wzory z ujemnym znakiem, skoro środek M_1 wypadnie po przeciwnej stronie punktu M (rys. 85 c.). Następnie f wprowadzi się ze znakiem dodatnim lub ujemnym, jeżeli punkt G leży na przedłużeniu pro-

*) Ob. nr. 43. zbioru przykładów.

mienia MF (rys. 85. *a.*, *c.*, *d.*) lub wpada wewnątrz tego promienia (rys. 85 *b.*).
Nareszcie zmieni się wzór 212. na $p=m-R-R_1$ skoro toki łuków nie są

Rys. 85. (*a-e.*)



zgodne (rys. 85 *d.* i *e.*). Znak wymiaru p wypadnie z wzorów; będzie on dodatni lub ujemny, jeżeli ten wymiar wypada na przedłużeniu promienia MP (rys. 85. *a.*, *c.*, *d.*), lub wpada wewnątrz tego promienia (rys. 85 *b.* i *e.*).*)

§. 65. Ogólne wskazówki dotyczące rozgałęzienia łukowych torów.

Różnorodność przypadków rozgałęzień, wynikająca z względnego położenia torów łukowych, jest tak wielka, że ustawienie wzorów dla każdego przypadku jest wręcz niemożliwe. Rozpatrzywszy się jednakowoż w tym chaosie, jaki przedstawia wyczerpujące opracowanie tego tematu, można wyszukać takie przypadki, których obrachowanie uskuteczni się na podstawie tych samych wzorów i zszeregować je w grupy. Takich grup jest tylko kilka, a cecha każdej grupy jest tak charakterystyczna, że oznaczenie dotyczącej grupy dla każdego przypadku nie przedstawi trudności.

Nim przystąpimy do ustawienia wzorów dla poszczególnych grup, podajemy

następujące ogólne wskazówki, w celu uniknięcia niepotrzebnego powtarzania się:

1. Włożenie w tor łukowy szematu prostego lub łukowego rozjazdu nastąpi podług §§. 62. i 63.
2. Tor, w którym rozjazd się znajduje, nazwiemy zasadniczym, dla odróżnienia od gałęzi. Promień toru zasadniczego oznaczymy stałe literą R , gałęzi literą R_1 .
3. Względne ustalenie torów nastąpi podług §. 64., przezco będzie znane położenie wspólnego (głównego) promienia. Względem tego promienia trzeba ustalić położenie rozjazdu.

Jeżeli rozjazd leży w prostym torze, natenczas musi być dany odstęp u_1 środka S tego rozjazdu od głównego promienia. Tego promienia na miejscu nie wytyczyliśmy, natomiast znamy położenie punktu F (rys. 84.). Jeżeli zatem zmierzmy odstęp punktu S od punktu F , to podług znanego odstępu $PF=q$, wyznaczmy odstęp u_1 . Temu odstępowi u_1 damy znak dodatni lub ujemny, podług tego czy początek A rozjazdu i punkt P na głów-

*) Ob. nr. 44. i 45. zbioru przykładów.

wnym promieniu leżą po tej samej stronie lub po przeciwnych stronach punktu S .

Jeżeli rozjazd jest dany w łukowym torze, to ustalenie rozjazdu nastąpi za pomocą kąta ϵ , zawartego pomiędzy głównym promieniem a promieniem przynależnym do punktu T łukowego rozjazdu (ob. np. rys. 86.), lub też do środka prostej $2e$ włożonej w łuk dla prostego rozjazdu, posługując się również punktem F' , podobnie jak powyżej na prostym torze. Temu kątowi damy znak dodatni lub ujemny, podług tego czy początek A rozjazdu i punkt P na głównym promieniu leżą po tej samej stronie punktu T łukowego, lub środka prostej $2e$ prostego rozjazdu, albo też po przeciwnych stronach.

4. W celu uogólnienia zagadnień stosujemy łukowe rozjazdy w torach łukowych. W razie zastosowania prostych rozjazdów wstawi się w wzory $\beta=0$, a zamiast $a'-a''$ wprowadzi się odstęp środka S od środka prostej $2e$ w łuk włożonej.

5. Równania potrzebne do wyprowadzenia wzorów uzyska się z rzutów pewnego zamkniętego wieloboku na dwa kierunki. Z tych równań otrzyma się dwa wzory dla wyznaczenia dwóch niewiadomych; reszta ilości w grę wchodzących będzie w ogóle tak obrana, aby rozgałęzienie wypadło jak najkrótsze.

6. Dla zorientowania się, lub też w celu ułatwienia obrachowania, zajdzie nieraz potrzeba próbnego wykresu. Do takiego wykresu dojdzie się najszybciej, jeżeli na kalce wykreślone elementa toru łączącego wzdłuż wykresu danych torów przesuwac się będzie, aż się znajdzie korzystne rozwiązanie. Znakomitą usługę może przytem oddać krzywka z elementem stycznym, wprowadzona od niedawna w handel. *)

7. Wyznaczenie rachunkiem położenia ukresu w rozgałęzieniu łukowych torów jest o wiele trudniejsze niż w rozgałęzieniu torów prostych. Dlatego pomijamy je, a przypuszczamy że ono nastąpi sposobem wykreślnym, a to tem bardziej, że wystarczy dokładność kilku lub nawet kilkunastu centymetrów dla wyznaczenia położenia ukresu.

Uwaga. Dla każdego w praktyce trafiającego się przypadku powinno się samodzielnie ustawić wzory i skontrolować je wzorami podanymi w niniejszem dziele. Tylko tym sposobem postępując, można się uchronić od ewentualnych błędów.

§. 66. Rozgałęzienie łukowych torów. Pierwsza grupa.

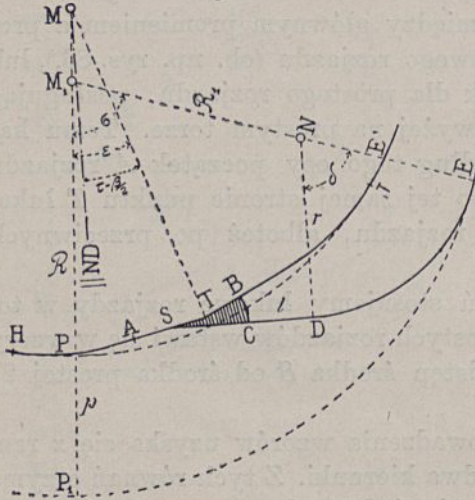
Do tej grupy zaliczymy wszystkie przypadki rozgałęzienia, w których łuk toru łączącego przechodzi w łuk gałęzi bez pośrednictwa prostej.

Na rys. 86. jest tor HI o promieniu R torem zasadniczym, zaś tor P_1E gałęzią. Położenie głównego promienia M_1MPP_1 zostało rachunkiem wyznaczone, wraz z wymiarami m i p . W tor zasadniczy włożono szemat rozjazdu łukowego o kątach τ , β i odstęp v i połączono go z torem zasadniczym za pomocą łuków, kończących się w punktach H i I . Położenie rozjazdu względem promienia głównego jest ustalone przez kąt ϵ . Rozjazd,

*) Patrz Tangentencurvenlineal w *Organ für die Fortschr. des Eisenbahnwesens* z r. 1895. str. 78.

w tym przypadku dwustronny, łączy się z gałęzią za pomocą prostej l i łuku o promieniu r . Najmniejszą długość układu otrzyma się, jeżeli się obierze

Rys. 86.



promień r w najmniejszej dopuszczalnej długości; wtedy pozostaje do wyznaczenia długość prostej l i kąt δ .

Potrzebne dwa równania uzyskamy z rzutów wieloboku $MTSDEM_1M$ na kierunki prostopadłe i równoległe do kierunku prostej l .

Rzut na prostopadłą do l :

$$R_1 \cos \delta + r(1 - \cos \delta) - (a' - a'') \sin(\tau - \beta) - (R - v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + m \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) = 0$$

W tym wzorze niema niewiadomej l , możemy zatem wprost δ wyznaczyć:

$$213. \dots \cos \delta = \frac{(R - v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) - m \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - r + (a' - a'') \sin(\tau - \beta)}{R_1 - r}$$

Równanie rzutu na kierunek równoległy do l :

$$214. \dots l = (R_1 - r) \sin \delta + m \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - (R - v) \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau - \beta) - c$$

W ten wzór wstawi się za δ wartość poprzednio znalezionej.

Stosownie do punktu 3. §. 65. może ε otrzymać ujemną wartość. Również m może znak zmienić w myśl §. 64. W celu obrachowania całkowitej długości układu, wyznaczmy kąt σ zawarty pomiędzy głównym a skrajnym promieniem M_1E :

$$215. \dots \sigma = \delta - \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right)$$

Znając kąt σ nie trudno wyznaczyć długość TE' , względnie AE' .

Jeżeliby z wzoru 214. obrachowana długość prostej l wypadła za małą, a zmniejszenie promienia r było niedopuszczalne, wtedy trzeba zastosować inny rozjazd o mniejszym kącie β lub mniejszym kącie τ , alboważ można sobie poradzić w sposób podany w §. 69. 1. c.

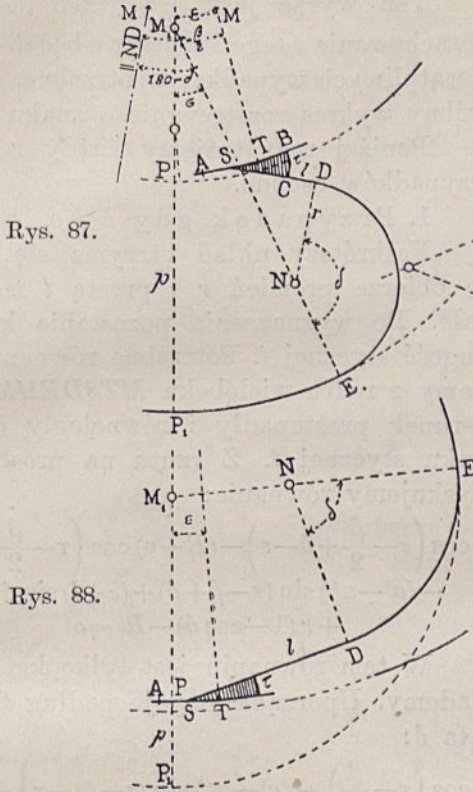
Przeciwnie jeżeliby l wypadło za wielkie, co przy wielkim odstępie p zdarzyć się może, to będzie możebne skrócenie całkowitej długości układu podług wskazówek §. 72. *)

§. 67. Kilka przypadków należących do pierwszej grupy rozgałęzień torów łukowych (§. 66.).

a. Rys. 87. W wzorach §. 66. zmieniają znak δ , r i R_1 . (Ob. także §. 69. 1. e.).

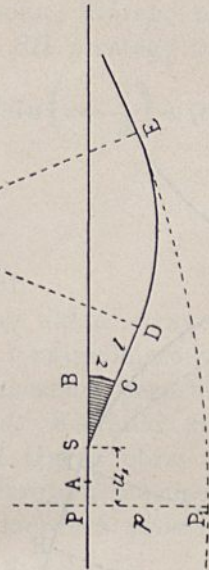
*) Ob. nr. 46. zbioru przykładów.

b. Rys. 88. Do rozgałęzienia zastosowano rozjazd jednostronny. W wzorach §. 66. kąt τ zmieni znak. (Ob. także §. 69. 1. d.).



Rys. 87.

Rys. 88.



Rys. 89.

c. Rys. 89. Jeżeli tor zasadniczy jest prosty, to wzory §. 66. uproszczą się w następujący sposób:

$$216. \dots \dots \cos \delta = \frac{(R_1 - p) \cos \tau - u_1 \sin \tau - r}{R_1 - r}$$

$$217. \dots \dots l = (R_1 - r) \sin \delta - (R_1 - p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - c$$

d. Wzory 216. i 217. zastosuje się również wtedy, gdy na rys. 87. i 88. tor zasadniczy jest prosty, uwzględniając zmiany znaku podane pod a. i b.

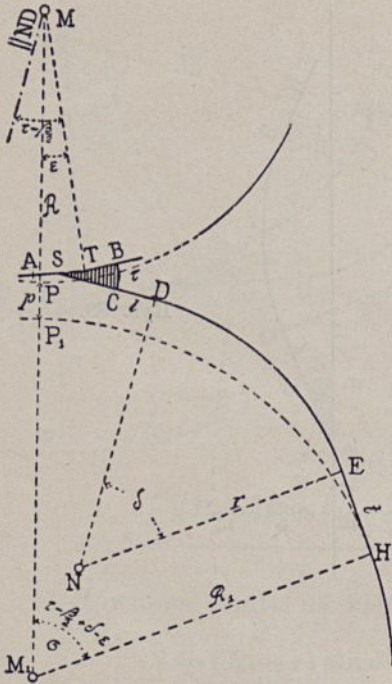
§. 68. Rozgałęzienie łukowych torów. Druga grupa.

Do tej grupy zaliczymy te przypadki rozgałęzień, w których łuk toru łączącego przechodzi w łuk gałęzi za pośrednictwem prostej stycznej t . Na rys. 90. są dane dwa tory łukowe o odwrotnych tokach. Rozgałęzienie uskuteczni się za pomocą rozjazdu dwustronnego i toru łączącego, na który składa się prosta l , łuk DE i styczna t . Łuk DE może być w tym samym lub w odwrotnym toku skierowany (rys. 91.) jak gałąź. W pierwszym przypadku jest $\delta > 0$, w drugim jest $\delta < 0$. Przejście jednego przypadku w drugi stanowi przypadek, gdy $\delta = 0$, to znaczy że tor łączący jest prosty.

Pomyślmy sobie że tor łączący jest prosty i wykonajmy rzut wieloboku $MTSDEHM_1M$ na kierunek prostopadły do prostej SH , to otrzymamy następujący wyraz:

$$218. \quad m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R - v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta) - R_1$$

Rys. 90.



Ten wyraz jest ≥ 0 , jeżeli jest $\delta \geq 0$.
 Obrachowanie tego wyrazu będzie tylko w wątpliwych wypadkach potrzebne, zresztą próbny wykres rozstrzygnie o znaku kąta δ .
 Poniżej rozpatrujemy każdy z trzech przypadków osobno.

1. Przypadek gdy $\delta > 0$. Rys. 90.

Najkrótszy układ otrzyma się, jeżeli się obierze promień r i prostą l możliwie małe. Do wyznaczenia pozostanie kąt δ i długość stycznej t . Potrzebne równania uzyskamy z rzutu wieloboku $MTSDEHM_1M$ na kierunku prostopadły i równoległy do kierunku stycznej t . Z rzutu na prostopadłą uzyskujemy równanie:

$$m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) - (R - v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta + \delta) + (c + l) \sin \delta + r(1 - \cos \delta) - R_1 = 0$$

W tem równaniu jest tylko kąt δ nie wiadomy. Uporządkujemy je podług funkcyi kąta δ :

$$\cos \delta \left[m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R - v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta) - r \right] - \sin \delta \left[m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R - v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta) - (c + l) \right] = R_1 - r$$

Nazwijmy wyrazy w nawiasach przy $\cos \delta$ i $\sin \delta$ literami A i B i podstawmy $\operatorname{tg} \varphi = \frac{A}{B}$, gdy φ jest kątem pomocniczym, to dla obrachowania δ otrzymamy wzór:

$$219. \quad \sin (\varphi - \delta) = \frac{R_1 - r}{B} \cdot \cos \varphi$$

Z rzutu na równoległą do kierunku t otrzyma się wprost:

$$220. \quad t = m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) - (R - v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta + \delta) - (c + l) \cos \delta - r \sin \delta$$

$$221. \quad \sigma = \tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon$$

Jeżeliby długość układu wypadła znaczna, wtedy można uzyskać skrócenie albo przez zastosowanie rozjazdu o większym kącie β lub τ , albo przez włożenie odwrotnych łuków podług wskazówek §. 72.

2. Przypadek gdy $\delta = 0$.

Z wyrazu 218. zrównanego ze zerem możemy wyznaczyć kąt ε , czyli położenie rozjazdu, dla którego warunek $\delta = 0$ nastąpi:

$$222. \quad \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) = \frac{(R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \sin (\tau - \beta) + R_1}{m}$$

Z drugiego rzutu tego samego wieloboku, którego pierwszy rzut dał równanie 218., otrzymamy całkowitą długość SH prostego toru łączącego:

$$223. \quad SH = m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta)$$

Nareszcie

$$224. \quad \sigma = \tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon$$

3. Przypadek gdy $\delta < 0$. Rys. 91.

Rys. 91.

Najkrótszy układ otrzyma się, skoro się wybierze za r i t najmniejsze dopuszczalne wartości. Do wyznaczenia pozostanie długość prostej l i kąt δ . Kierunki rzutów wieloboku $MTSDEHM_1M$ trzeba obracać prostopadłe i równoległe do kierunku niewiadomej l .

Rzut na kierunek prostopadły:

$$m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta) + r(1 - \cos \delta) + t \sin \delta - R_1 \cos \delta = 0$$

Uporządkujmy to równanie podług funkcji δ :

$$(R_1 + r) \cos \delta - t \sin \delta = C, \text{ gdy}$$

$$C = m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta) + r$$

Podstawmy kąt pomocniczy φ , dla którego $\tan \varphi = \frac{R_1 + r}{t}$, to

$$225. \quad \sin (\varphi - \delta) = \frac{C}{t} \cos \varphi$$

Tym wzorem jest δ wyznaczone.

Rzut powyższego wieloboku na kierunek równoległy do kierunku l da nam drugie równanie:

$$226. \quad l = m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta) - c - t \cos \delta - (R_1 + r) \sin \delta$$

Nareszcie

$$227. \quad \sigma = \tau - \frac{\beta}{2} - \delta - \varepsilon$$

Jeżeliby z wzoru 226. obrachowana długość wypadła za wielką, to skrócenie całego układu uzyska się sposobami podanymi pod 1.*)

*) Ob. nr. 47. zbioru przykładów.

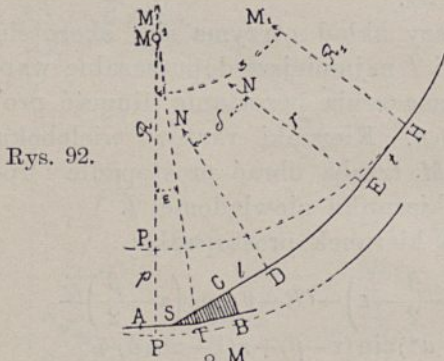
§. 69. Kilka przypadków należących do drugiej grupy rozgałęzień torów łukowych (§. 68.).

Do 1. przypadku, gdy $\delta > 0$.

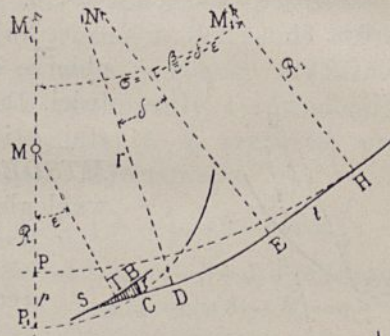
a. Rys. 92. Obydwa tory w tym samym toku skierowane. Zastosuje się wzory 219. do 221., w których zmieni się znak dla τ , R_1 , r , σ i δ . Na tym rysunku jest m ujemne w myśl §. 64., zatem musi być do wzorów z ujemnym znakiem wprowadzone.

b. Rys. 93. W wzorach 219. do 221. zmieni się znak dla R_1 , r , δ i σ . Również m jest ujemne.

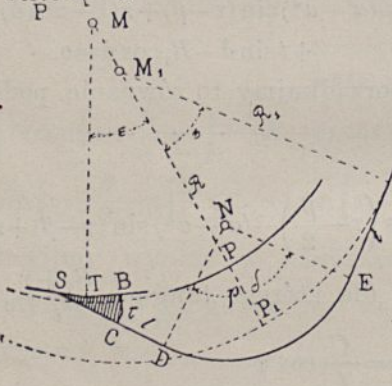
c. Rys. 94. Jeżeliby w zagadnieniu przedstawionem na rys. 86. wypadła długość l za mała, wtedy zastosuje się układ rys. 94. obrachowany



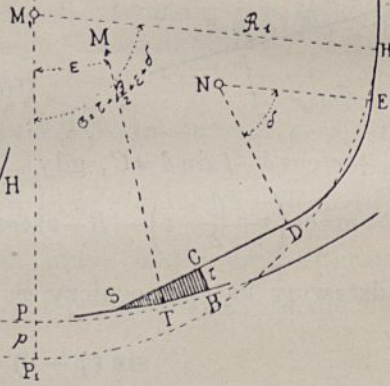
Rys. 92.



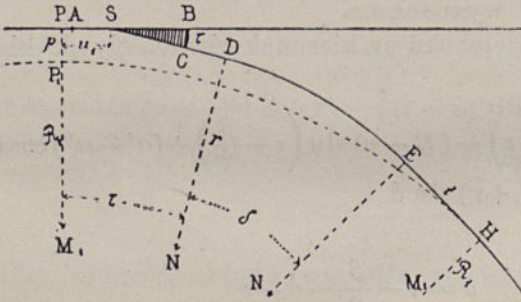
Rys. 93.



Rys. 94.



Rys. 95.

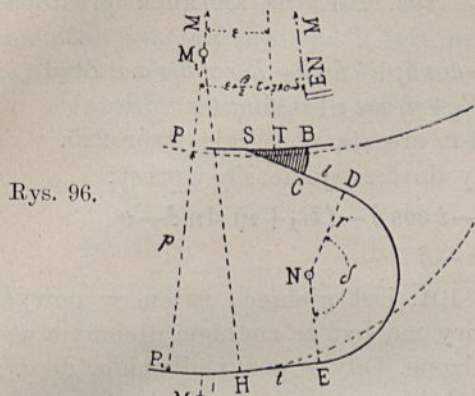


Rys. 97.

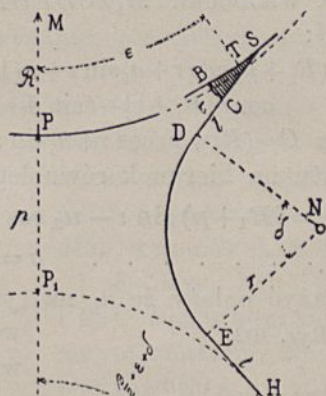
podług wzorów 219. do 221., w których zmieni się znak dla R_1 , r i δ . Na tym rysunku jest m dodatnie, lecz ϵ jest ujemne.

d. Rys. 95. powstanie, jeżeli w przypadku przedstawionym na rys. 88. wypadnie długość l za mała. W wzorach 219. do 221. zmieni się znak dla τ , R_1 , r , δ i σ .

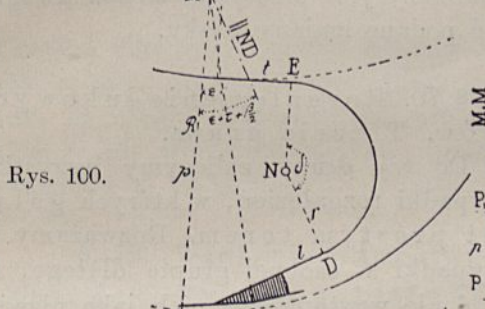
e. Dla rys. 96. pozostają wzory bez zmiany. Ten rysunek zastąpi rys. 87., jeżeli l wypadnie za małe.



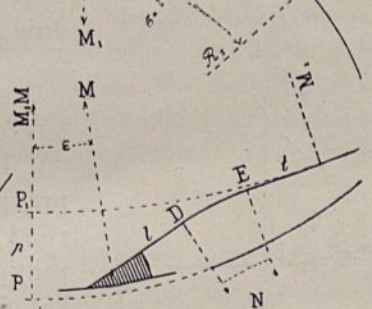
Rys. 96.



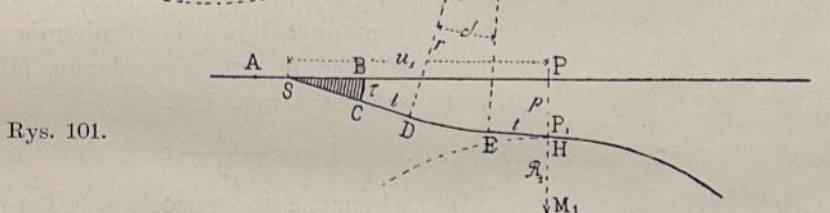
Rys. 98.



Rys. 100.



Rys. 99.



Rys. 101.

f. Jeżeli tor zasadniczy jest prosty, to z uwzględnieniem zmian podanych pod a. do d., wzory 219. i 220. uproszczą się w następujący sposób (rys. 97.):

Równanie, które służyło do wyprowadzenia 219. wzoru przejdzie w następujące, powstałe z rzutu wieloboku $M_1PSDEHM_1$ na kierunek prostopadły do t :

$$(R_1 + p) \cos(\tau + \delta) + u_1 \sin(\tau + \delta) + (c + l) \sin \delta + r(1 - \cos \delta) - R_1 = 0; \text{ zatem}$$

$$\cos \delta [(R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r] - \sin \delta [(R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - (c + l)] = R_1 - r$$

Nawiasy przy $\cos \delta$ i $\sin \delta$ są to ilości A i B służące do obrachowania $\sin(\varphi - \delta)$ z takiego samego wzoru jak 219.

Z rzutu powyższego wieloboku na kierunek równoległy do t :

228. $t = (R_1 + p) \sin(\tau + \delta) - u_1 \cos(\tau + \delta) - (c + l) \cos \delta - r \sin \delta$

229. $\sigma = \tau + \delta$

Do 3. przypadku, gdy $\delta < 0$.

a. Rys. 98. Zastosuje się wzory 225. do 227., w które się wprowadzi R_1 , r i δ z zmienionym znakiem. Zauważyć należy, że ε na rys. 98. ma wartość ujemną.

b. Rys. 99. W wzorach 225. do 227. zmieni się znak dla τ , R_1 , r i δ .

c. Rys. 100. Znak zmieni się dla τ i R_1 .

d. Jeżeli tor zasadniczy jest prosty, to otrzyma się następujące równanie rzutu wieloboku $M_1PSDEHM_1$ (rys. 101.) na kierunek prostopadły do kierunku l :

$$(R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau + r(1 - \cos \delta) + t \sin \delta - R_1 \cos \delta = 0. \quad \text{Ztąd}$$

$$\cos \delta [R_1 + r] - t \sin \delta = (R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau + r$$

Zatem $C = (R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau + r$, zresztą pozostaje wzór 225.

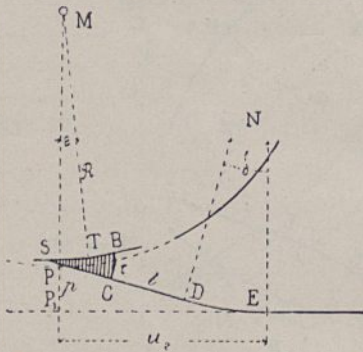
Z rzutu na kierunek równoległy do l znajdzie się wprost:

230. $l = (R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - t \cos \delta - (R_1 + r) \sin \delta - c$

231. $\sigma = \tau - \delta$

Zauważyć należy że u_1 na rys. 101. jest ujemne, zatem w powyższe

Rys. 102.



§. 70. Rozgałęzienie łukowych torów. Trzecia grupa.

Do tej grupy zaliczymy wszystkie przypadki rozgałęzień, w których gałąź jest prostym torem. Rozważamy te przypadki w osobnej grupie dlatego, że kąt δ nie występuje w nich jako niewiadomy, zatem obrachowanie odmiennie od poprzednich będzie przeprowadzone. Mianowicie wynika z rys. 102. że

232. $\delta = \tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon$

Do wyznaczenia pozostaje długość prostej l i odstęp u_2 końca łuku E od głównego promienia.

Z rzutu wieloboku $MTSDEP_1M$ na główny promień, otrzyma się następujące równanie:

$$R + p - (R - v) \cos \varepsilon - (a' - a'') \sin \left(\varepsilon - \frac{\beta}{2} \right) - (c + l) \sin \delta - r(1 - \cos \delta) = 0$$

Rys. 103.

Z tego równania znajdzie się wzór:

233. $l = \frac{R + p - (R - v) \cos \varepsilon - (a' - a'') \sin \left(\varepsilon - \frac{\beta}{2} \right) - 2r \sin^2 \frac{\delta}{2}}{\sin \delta} - c$

Z rzutu na kierunek do poprzedniego prostopadły:

234. $u_2 = (R - v) \sin \varepsilon - (a' - a'') \cos \left(\varepsilon - \frac{\beta}{2} \right) + (c + l) \cos \delta + r \sin \delta$

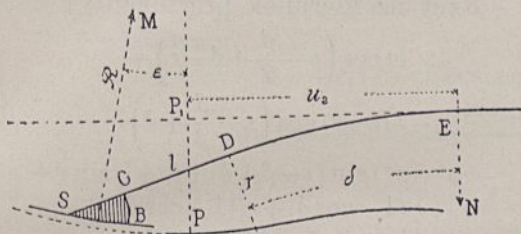
Jeżeliby długość l z wzoru 233. wypadła za mała, to można zastosować rozjazd o mniejszym kącie β lub τ ; albowiem można podług wskazówek §. 35. przesunąć prosty tor. Jeżeli l wypadnie o Δl za małe, wtedy potrzebne przesunięcie wyniesie $\Delta d = \Delta l \sin \delta$. Odstęp u_2 odpowiednio się zmieni.

§. 71. Niektóre przypadki należące do trzeciej grupy rozgałęzień łukowych torów. (§. 70.).

a. Rys. 103. W wzory 233. i 234. wprowadzi się τ z ujemnym znakiem. Tak jak ten przypadek jest na rysunku przedstawiony, jest ϵ i p ujemne, również u_2 może wypaść ujemne.

Jeżeliby długość prostej l wypadła za mała, to można albo zastosować inny rozjazd o mniejszym kącie β lub większym kącie τ , albo przesuwać prosty tor podług wskazówek §. 35.

Rys. 104.



b. Rys. 104. W wzory 233. i 234. wprowadzi się τ , r i δ z ujemnym znakiem. Na tym rysunku jest również ϵ i p ujemne. Jeżeliby długość l wypadła za mała,

to można albo inny rozjazd wprowadzić, o większym kącie β lub mniejszym kącie τ , albo przesuwać tor prosty podług §. 35. Jeżeliby zaś prosta l wypadła za długa, wtedy można albo wprowadzić inny rozjazd o mniejszym kącie β lub większym kącie τ , albo zastosować łuki odwrotne podług wskazówek §. 72.*)

§. 72. Włożenie odwrotnych łuków w tor łączący rozgałęzień łukowych torów pierwszej i drugiej grupy.

W zagadnieniach dotyczących rozgałęzienia łukowych torów zachodzi nieraz potrzeba skrócenia lub wydłużenia całego układu. Jedno i drugie da się skutecznie przez włożenie rozjazdu o innym kącie β lub τ , o czym była mowa w poprzednich paragrafach; albowiem przez odpowiednie przesunięcie rozjazdu. Nie zawsze jednakże te środki dadzą się przeprowadzić, a często nie doprowadzą do celu. Inny sposób przedstawia włożenie odwrotnych łuków w tor łączący.

Rys. 105. pokazuje, jak za pomocą odwrotnych łuków skutecznie się skrócenie układu na rys. 90. Podobnie skutecznie się przedłużenie układu przedstawionego na rys. 86. Potrzeba takiego przedłużenia wtedy zajdzie, jeżeli prosta l wypadnie za krótka. W obydwu przypadkach włoży się dwa łuki odwrotne DE i D_1E_1 i dwie proste l_1 i t o takiej długości, jaka jest wymagana między odwrotnie skierowanymi łukami. Rys. 106. i 107. okazują dwa przypadki wydłużenia, w których druga prosta t odpada, z powodu że łuk D_1E_1 i łuk gałęzi są w tym samym toku skierowane.

W celu otrzymania możliwie krótkiego układu, trzeba promienie r i r_1 , jakoteż proste l , l_1 i t obrać w najmniejszej dozwolonej długości.

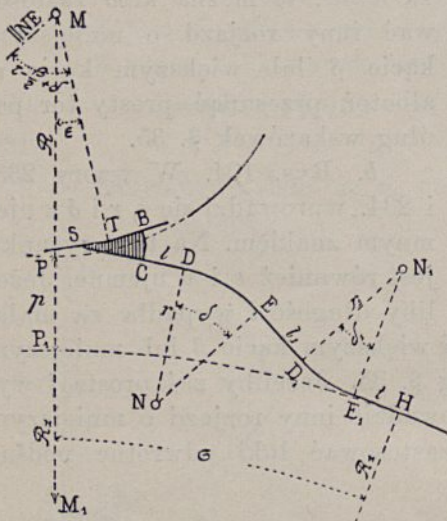
Obrachowanie może być wprost skutecznie, ale jest bardzo mozolne. Polega ono na wyznaczeniu rachunkiem kątów δ i δ_1 . O wiele prostsze jest obrachowanie na podstawie próbnego wykresu. Obydwa sposoby rachowania podajemy poniżej. Wzory wyprowadzimy dla przypadku przedstawionego na rys. 105. i wskażemy jak je w innych przypadkach zastosować należy.

*) Ob. nr. 48. zbioru przykładów.

§. 73. Bezpośrednie obrachowanie do §. 72.

W przypadku przedstawionym na rys. 105. obiera się r, r_1, l, l_1 i t . Do wyznaczenia pozostają kąty δ i δ_1 . Potrzebne równania uzyskamy z rzutu zamkniętego wieloboku $MTSDED_1E_1HM_1M$. Najwygodniejszy kształt równań otrzyma się, gdy się obierze kierunki rzutów prostopadłe i równoległe do kierunku prostej l_1 .

Rys. 105.



Rzut na kierunek prostopadły:

$$m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) - (R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta + \delta) + (c+l) \sin \delta + r(1 - \cos \delta) + r_1(1 - \cos \delta_1) + t \sin \delta_1 - R_1 \cos \delta_1 = 0$$

Rzut na kierunek równoległy:

$$m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta + \delta) - (c+l) \cos \delta - r \sin \delta - l_1 - t \cos \delta_1 - (R_1 + r_1) \sin \delta_1 = 0$$

Uporządkujmy te równania:

$$\begin{aligned} & \cos \delta \left[m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta) - r \right] - \\ & - \sin \delta \left[m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta) - (c+l) \right] - \\ & \quad - [(R_1 + r_1) \cos \delta_1 - t \cdot \sin \delta_1] + r + r_1 = 0 \\ & \cos \delta \left[m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta) - (c+l) \right] + \\ & + \sin \delta \left[m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau - \beta) - r \right] - \\ & \quad - [t \cos \delta_1 + (R_1 + r_1) \sin \delta_1] - l_1 = 0 \end{aligned}$$

Oznaczmy w pierwszym równaniu nawias przy $\cos \delta$ literą A , przy $\sin \delta$ literą B , to powyższe równania przejdą w następujące:

$$\begin{aligned} [A \cos \delta - B \sin \delta] - [(R_1 + r_1) \cos \delta_1 - t \sin \delta_1] + r + r_1 &= 0 \\ [B \cos \delta + A \sin \delta] - [t \cos \delta_1 + (R_1 + r_1) \sin \delta_1] - l_1 &= 0 \end{aligned}$$

Podstawmy

$$\begin{aligned} A &= C \sin \varphi & R_1 + r_1 &= D \sin \chi \\ B &= C \cos \varphi & t &= D \cos \chi \end{aligned}$$

to te równania tak się przedstawiają:

$$a. \quad \begin{cases} C \sin (\varphi - \delta) = D \sin (\chi - \delta_1) - (r + r_1) \\ C \cos (\varphi - \delta) = D \cos (\chi - \delta_1) + l_1 \end{cases}$$

Kwadrujemy te równania obustronnie i sumujemy:

$$C^2 = D^2 - 2(r + r_1) D \sin (\chi - \delta_1) + 2l_1 D \cos (\chi - \delta_1) + (r + r_1)^2 + l_1^2$$

Podstawmy nareszcie

$$2(r + r_1) D = E \cos \psi; \quad 2l_1 D = E \sin \psi, \quad \text{to otrzymamy}$$

$$235. \quad \sin(\psi - \chi + \delta_1) = \frac{C^2 - D^2 - (r+r_1)^2 - l_1^2}{E}$$

Z tego wzoru można wyrachować kąt δ_1 .

W celu wyznaczenia kąta δ napiszmy równania a . w tej formie:

$$D \sin(\chi - \delta_1) = C \sin(\varphi - \delta) + (r+r_1)$$

$$D \cos(\chi - \delta_1) = C \cos(\varphi - \delta) - l_1$$

Kwadrujemy i sumujemy:

$$D^2 = C^2 + 2(r+r_1)C \sin(\varphi - \delta) - 2l_1C \cos(\varphi - \delta) + (r+r_1)^2 + l_1^2$$

Podstawmy

$$2(r+r_1)C = F \cos \psi; \quad 2l_1C = F \sin \psi, \quad \text{to otrzymamy}$$

$$236. \quad \sin(\psi - \varphi + \delta) = \frac{C^2 - D^2 + (r+r_1)^2 + l_1^2}{F}$$

Tok rachunku jest następujący:

Przedewszystkiem wyrachuje się

$$A = m \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - (R-v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) - (a' - a'') \sin(\tau - \beta) - r$$

$$B = m \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - (R-v) \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau - \beta) - (c+l)$$

Poczem obrachuje się po porządku:

$$C^2 = A^2 + B^2; \quad D^2 = (R_1 + r_1)^2 + t^2; \quad E = 2D \sqrt{(r+r_1)^2 + l_1^2}; \quad F = 2C \sqrt{(r+r_1)^2 + l_1^2}$$

Podług tych wartości wyrachuje się prawą stronę wzorów 235. i 236.

i kąty lewej strony.

Potem wyznaczy się kąty φ , ψ i χ z wzorów:

$$\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}; \quad \text{tang } \chi = \frac{R_1 + r_1}{t}; \quad \text{tang } \psi = \frac{l_1}{r+r_1}$$

a znając je znajdzie się niewiadome δ i δ_1 .

Nareszcie wyznaczy się

$$237. \quad \sigma = \tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon + \delta - \delta_1$$

Powyższe wzory mają zastosowanie do wszystkich rozgałęzień pierwszej i drugiej grupy, jeżeli się wprowadzi odpowiednie zmiany znaków niektórych ilości. Dla kilku przypadków podajemy te zmiany:

Rys. 106. Zmiany znaków nastąpią dla r , r_1 , δ i δ_1 . Następnie jest $t=0$.

Rys. 107. Znak zmieniają: τ , r , r_1 , δ i δ_1 . Następnie jest $t=0$

Jeżeli tor zasadniczy jest prosty (rys. 108.), to równania pierwotne są inne. Z rzutu zamkniętego wieloboku $M_1PSDED_1E_1HM_1$ na kierunku prostopadły i równoległy do kierunku prostej l_1 uzyskuje się następujące równania:

$$(R_1 + p) \cos(\tau + \delta) + u_1 \sin(\tau + \delta) + (c+l) \sin \delta + r(1 - \cos \delta) + r_1(1 - \cos \delta_1) + t \sin \delta_1 - R_1 \cos \delta_1 = 0$$

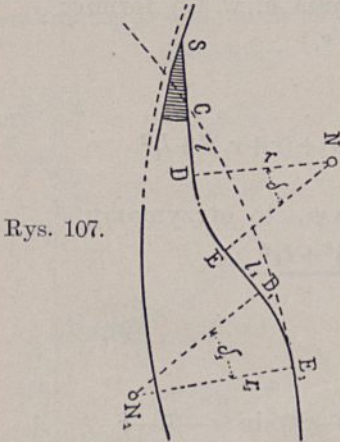
$$(R_1 + p) \sin(\tau + \delta) - u_1 \cos(\tau + \delta) - (c+l) \cos \delta - r \sin \delta - l_1 - t \cos \delta_1 - (R_1 + r_1) \sin \delta_1 = 0$$

Uporządkujemy te równania:

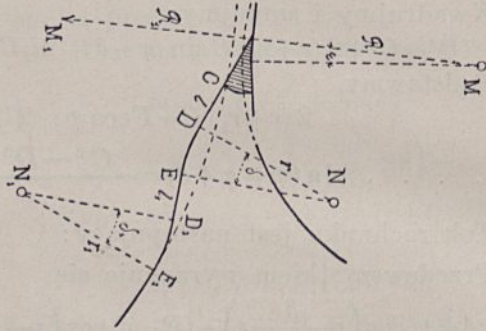
$$\cos \delta [(R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r] - \sin \delta [(R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - (c+l)] - [\cos \delta_1 (R_1 + r_1) - t \sin \delta_1] + r + r_1 = 0$$

$$\cos \delta [(R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - (c+l)] + \sin \delta [(R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r] - [t \cos \delta_1 + (R_1 + r_1) \sin \delta_1] - l_1 = 0$$

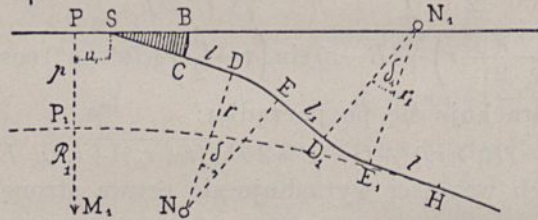
Z porównania tych równań z równaniami powyżej do rys. 105. ustawionemi wynika, że nawiasy przy $\cos \delta$ i $\sin \delta$, któreśmy oznaczyli literami A i B się zmieniły, zresztą niema żadnej zmiany. Otóż obecnie jest



Rys. 107.



Rys. 106.



Rys. 108.

$$A = (R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r$$

$$B = (R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - (c + l)$$

Dalszy tok rachunku pozostaje niezmienny. Kąt σ przejdzie w następujący:

238. $\sigma = \tau + \delta - \delta_1$

Co do przypadków przedstawionych na rys. 105. do 107., jeżeliby tor zasadniczy był prosty, uwzględni się te same zmiany, jakie powyżej dla tych rysunków przytoczono.

§. 74. Bezpośrednie obrachowanie włożenia odwrotnych łuków w tor łączący rozgałęzień trzeciej grupy.

Na rys. 109. przedstawiono włożenie odwrotnych łuków w tor łączący rozgałęzienia trzeciej grupy (o prostym torze gałęzi). Między kątami δ i δ_1 zachodzi następujący związek:

239. $\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon + \delta - \delta_1 = 0$

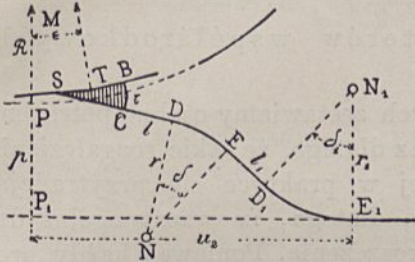
Jeżeli zatem obrachujemy np. kąt δ_1 , to kąt δ wyznaczy się z wzoru 239. Obierzemy więc najmniejsze wartości dla r , r_1 , l i l_1 , a wyznaczymy δ_1 ; drugą niewiadomą jest odstęp u_2 punktów P_1 i E_1 .

Wielobok $MP_1E_1D_1EDSTM$ będziemy rzutować na kierunek promienia MP i na kierunek prostopadły do tego promienia, a dojdziemy do następujących równań:

$$R+p-(R-v)\cos\varepsilon-(a'-a'')\sin\left(\varepsilon-\frac{\beta}{2}\right)-(c+l)\sin\left(\tau-\frac{\beta}{2}-\varepsilon\right)-$$

$$-r\left[\cos\left(\tau-\frac{\beta}{2}-\varepsilon\right)-\cos\delta_1\right]-l_1\sin\delta_1-r_1(1-\cos\delta_1)=0$$

Rys. 109.



To równanie uporządkowane:

$$(r+r_1)\cos\delta_1-l_1\sin\delta_1=(R-v)\cos\varepsilon+$$

$$+(a'-a'')\sin\left(\varepsilon-\frac{\beta}{2}\right)+(c+l)\sin\left(\tau-\frac{\beta}{2}-\varepsilon\right)+$$

$$+r\cos\left(\tau-\frac{\beta}{2}-\varepsilon\right)+r_1-(R+p)$$

Oznaczmy prawą stronę tego równania literą C i podstawmy $\tan\varphi=\frac{r+r_1}{l_1}$, to otrzymamy ostatecznie

240. $\sin(\varphi-\delta_1)=\frac{C}{l_1}\cos\varphi$

Znając kąt δ_1 wyrachujemy z wzoru 239. kąt δ .

Drugi rzut wyznaczy niewiadomą u_2 :

241. . . $u_2=(R-v)\sin\varepsilon-(a'-a'')\cos\left(\varepsilon-\frac{\beta}{2}\right)+(c+l)\cos\left(\tau-\frac{\beta}{2}-\varepsilon\right)+$

$$+r[\sin\delta_1-\sin(\delta_1-\delta)]+l_1\cos\delta_1+r_1\sin\delta_1$$

Nawias przy r da się przedstawić w wygodniejszej formie:

$$2\cos\left(\delta_1-\frac{\delta}{2}\right)\sin\frac{\delta}{2}.$$

Zastosowanie powyższych wzorów do poszczególnych przypadków nie przedstawi trudności, dlatego je pomijam.

§. 75. Obrachowanie do §. 72. na podstawie próbnego wykresu.

Do wszystkich cokolwiek zawilczych zagadnień połączenia torów jest wskazane wykonanie próbnego wykresu (podług §. 65. punkt 6.), aby się uchronić od grubych błędów w obrachowaniu. Jeżeli taki wykres jest dokładnie wykonany, to może służyć za podstawę dla rachunku, a obrachowanie uprości się. Mianowicie jeżeli wykonamy dokładny rysunek rozgałęzienia z włożeniem odwrotnych łuków, do którego doszliśmy drogą prób, natenczas możemy zmierzyć kąty δ i δ_1 , a wtedy pozostaną do obrachowania długości dwóch prostych. Długość prostej t jest albo równa zero, albo ją stosownie dobierzemy, a wtedy pozostają do wyznaczenia długości prostych l i l_1 . Do tego wyznaczenia zużytkujemy równania rzutów otrzymane w §. 73.

Z pierwszego równania otrzyma się wprost

242. . $l = \frac{\left\{ (R-v)\cos\left(\tau-\frac{\beta}{2}+\delta\right)+(a'-a'')\sin(\tau-\beta+\delta)-2r\sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right)+ \right.}{\sin\delta} - c$

$$\left. + (R_1+r_1)\cos\delta_1-r_1-t\sin\delta_1-m\cos\left(\tau-\frac{\beta}{2}+\delta-\varepsilon\right) \right\}$$

Z drugiego równania wyznaczy się

243. . . $l_1 = m\sin\left(\tau-\frac{\beta}{2}+\delta-\varepsilon\right)-(R-v)\sin\left(\tau-\frac{\beta}{2}+\delta\right)+$

$$+(a'-a'')\cos(\tau-\beta+\delta)-(c+l)\cos\delta-r\sin\delta-t\cos\delta_1-(R_1+r_1)\sin\delta_1$$

W ten wzór wstawi się za l wartość obrachowaną z wzoru 242.

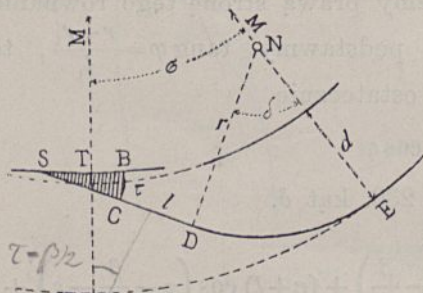
Zmiany, które mają być w wzory wprowadzone w zastosowaniu do rys. 105. do 107., są te same, które podano w §. 73.

Powyższy sposób obrachowania jest prostszy, niż obrachowanie bezpośrednie, podane w §. 73.

§. 76. Rozgałęzienie dwóch torów współśrodkowych. Pierwsza grupa.

Dla rozgałęzień torów współśrodkowych zestawiamy osobno potrzebne

Rys. 110.



wzory, raz dlatego, że takie rozgałęzienia najczęściej w praktyce się przytrafiają, a powtórę dlatego, że wzory ogólne doznają uproszczenia. Ponieważ każdy promień jest główny, więc $\varepsilon=0$; ponieważ środek jest wspólny, więc $m=0$, zaś za R_1 podstawia się $R+d$, jeżeli d jest stałym odstępem torów. Przypadek rozgałęzienia należący do pierwszej grupy przedstawia rys. 110.

Wzory 213. do 215. (§. 66.) przejdą w następujące:

$$244. \dots \cos \delta = \frac{(R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - r + (a' - a'') \sin (\tau - \beta)}{R + d - r}$$

$$245. \dots l = (R + d - r) \sin \delta - (R - v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta) - c$$

$$246. \dots \sigma = \delta - \tau + \frac{\beta}{2}$$

Jeżeliby długość l wypadła za mała, to można uzyskać jej powiększenie albo przez włożenie innego rozjazdu o mniejszym kącie β lub τ , albo też przez zarządzenie podług rys. 112., stosując wzory w §. 77. dla tego przypadku podane.

Przeciwnie, gdyby prosta l , a zatem i długość całego układu, wypadła za wielka, to skrócenie można skutecznie przez włożenie odwrotnych łuków podług rys. 114., a obrachowanie przeprowadzić podług wzorów w §. 78. dla tego przypadku podanych.

§. 77. Rozgałęzienie dwóch torów współśrodkowych. Druga grupa.

1. Przypadek gdy $\delta > 0$. Rys. 111. Zastosuje się wzory 219. do 221. z §. 68., wprowadzając uproszczenia w poprzednim §. podane i uwzględniając zmiany omówione w §. 69 a. (do rys. 92.). Nawiasy oznaczone literami A i B tak obecnie się zmieniają:

$$A = - \left[(R-v) \cos \left(\tau + \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau + \beta) - r \right]$$

$$B = + \left[(R-v) \sin \left(\tau + \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau + \beta) - (c + l) \right]$$

Gdy $\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}$, to kąt δ obrachuje się z wzoru

247. $\sin(\varphi + \delta) = -\frac{R-d-r}{B} \cos \varphi$

248. . . $t = (R-v) \sin\left(\tau + \frac{\beta}{2} + \delta\right) + (a' - a'') \cos(\tau + \beta + \delta) - (c+l) \cos \delta - r \sin \delta$

249. $\sigma = \delta + \tau + \frac{\beta}{2}$

W zastosowaniu do rys. 112. wprowadzi się w powyższe wzory τ i d z ujemnym znakiem.

2. Przypadek gdy $\delta = 0$. Wyraz 218. ustawiony dla tego przypadku zmieni się jak następuje:

$$R-d - (R-v) \cos\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \sin(\tau + \beta)$$

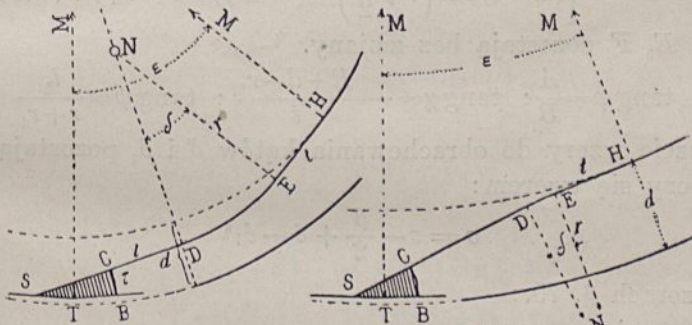
Jeżeli on jest ≥ 0 , to $\delta \geq 0$.

Wzory 223. i 224. przejdą w następujące:

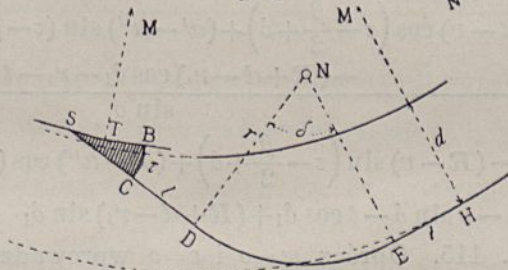
250. $SH = (R-v) \sin\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau + \beta)$

251. $\sigma = \tau + \frac{\beta}{2}$

Rys. 111.



Rys. 113.



Rys. 112.

3. Przypadek gdy $\delta < 0$. Rys. 113. Zastosuje się wzory 225. do 227. z §. 68., z uwzględnieniem zmian podanych w §. 69. 3. b. (do rys. 99.). Wyraz oznaczony literą C przybierze następującą formę:

$$C = -(R-v) \cos\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \sin(\tau + \beta) - r$$

Gdy $\text{tang } \varphi = -\frac{R-d+r}{t}$, to kąt δ obrachuje się z wzoru

252. $\sin(\varphi + \delta) = \frac{C}{t} \cos \varphi$

253. $l = (R - v) \sin\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau + \beta) - c -$
 $- t \cos \delta - (R - d + r) \sin \delta$

254. $\sigma = \tau + \frac{\beta}{2} - \delta$

W celu ewentualnego skrócenia długości układu, wprowadzi się w tor łączący odwrotne łuki, podług §. 78.

§. 78. Wprowadzenie odwrotnych łuków w tor łączący rozgałęzienia dwóch torów współśrodkowych.

Jedyne dwa możliwe przypadki są przedstawione na rys. 114. i 115.

Obrachowanie nastąpi podług §. 73. lub 75. ze zmianami, które poniżej podajemy.

Do rys. 114. Oprócz $m=0$ i $\varepsilon=0$ wprowadzi się zmianę znaku dla R_1 . Przeważają następujące zmiany:

W wzorach §. 73.:

$$A = - \left[(R - v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \sin(\tau - \beta) + r \right]$$

$$B = - \left[(R - v) \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) - (a' - a'') \cos(\tau - \beta) + (c + l) \right]$$

C, D, E, F pozostają bez zmiany.

$$\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}; \quad \text{tang } \chi = - \frac{R + d - r_1}{t}; \quad \text{tang } \psi = \frac{l_1}{r + r_1}$$

Nareszcie wzory do obrachowania kątów δ i δ_1 pozostają bez zmiany.

Kąt σ wyznaczy się wzorem:

255. $\sigma = \tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \delta_1$

W wzorach §. 75.:

256. $l = \frac{\left\{ (R - v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta\right) + (a' - a'') \sin(\tau - \beta + \delta) - 2r \sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right) \right\}}{\sin \delta} - c$

257. $l_1 = - (R - v) \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta\right) + (a' - a'') \cos(\tau - \beta + \delta) - (c + l) \cos \delta -$
 $- r \sin \delta - t \cos \delta_1 + (R + d - r_1) \sin \delta_1$

Do rys. 115. Oprócz $m=0$ i $\varepsilon=0$ wprowadzi się zmianę znaku dla $\tau, R_1, r, r_1, \sigma, \delta$ i δ_1 . Przeważają następujące zmiany:

W wzorach §. 73.:

$$A = - (R - v) \cos\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \sin(\tau + \beta) + r$$

$$B = + (R - v) \sin\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau + \beta) - (c + l)$$

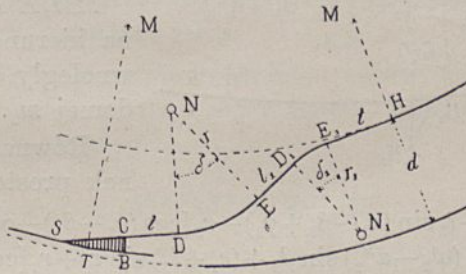
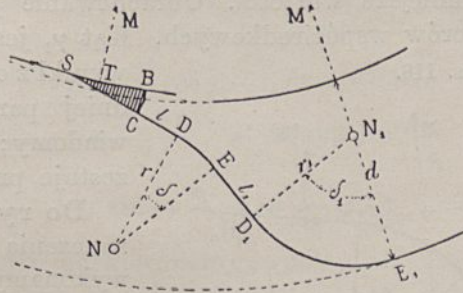
C, D, E, F pozostają bez zmiany

$$\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}; \quad \text{tang } \chi = - \frac{R - d + r_1}{t}; \quad \text{tang } \psi = - \frac{l_1}{r + r_1}$$

Wzory 235., 236. i 237. przejdą w następujące:

258. $\sin(\psi - \chi - \delta_1) = \frac{C^2 - D^2 - (r + r_1)^2 - l_1^2}{E}$

Rys. 114.



Rys. 115.

259. $\sin(\psi - \varphi - \delta) = \frac{C^2 - D^2 + (r + r_1)^2 + l_1^2}{F}$

260. $\sigma = \tau + \frac{\beta}{2} + \delta - \delta_1$

W wzorach §. 75.:

261. . . $l = \frac{\left\{ (R - v) \cos\left(\tau + \frac{\beta}{2} + \delta\right) - (a' - a'') \sin(\tau + \beta + \delta) + 2r \sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right) \right\} - (R - d + r_1) \cos \delta_1 + r_1 + t \sin \delta_1}{-\sin \delta} - c$

262. . . . $l_1 = (R - v) \sin\left(\tau + \frac{\beta}{2} + \delta\right) + (a' - a'') \cos(\tau + \beta + \delta) - (c + l) \cos \delta - r \sin \delta - t \cos \delta_1 - (R - d + r_1) \sin \delta_1$

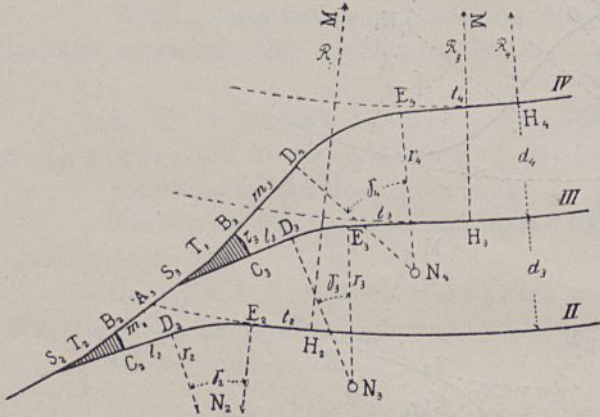
§. 79. Rozgałęzienie kilku torów łukowych współśrodkowych. Drogi zwrotnicze. Ogólny sposób obrachowania.

Stosując w całości §. 36. do tego przypadku, przystąpimy wprost do drogi zwrotniczej. Rysunki 116. do 119. wskazują, że torы współśrodkowe, których rozgałęzienie mamy uskutecznić, mogą mieć względem toru rdzennego wklęsłe lub wypukłe zakrzywienie. Rysunki wskazują układ w najogólniejszej formie, gdy rozjazdy leżące w torze rdzennym są łukowe jedno- lub dwustronne, tak że tor rdzenny składa się z krótkich prostych i z łuków. Jeżeli jednak promienie R są wielkie, wtedy można zastosować proste rozjazdy wszystkie lub w części, a wtedy będą dłuższe partye toru rdzennego proste. Dla każdej pary torów można ustawić dwa równania, zatem tylko dwie ilości będą niewiadome, reszta zaś powinna być stosownie obrana.

Obrachowanie rozdzielimy na trzy części:

1. Odgałęzienie wewnętrznych torów. Jako niewiadome obierzemy na rys. 116. i 117. proste m między po sobie następującymi szematami rozjazdów i kąty środkowe γ łuków łączących. Z reszty z góry obrac się mających ilości mają otrzymać proste $l_2, l_3, \dots, t_2, t_3, \dots$, jakoteż promienie r_2, r_3, \dots możliwie najmniejsze wartości. Obrachowanie przeprowadzimy dla pary II. III danych torów współśrodkowych. Kąt γ_2 jest albo obrany, albo

Rys. 116.



wynikł z obrachowania poprzedniej pary I. II, więc jest wiadomy; do obrachowania pozostaje prosta m_2 i kąt γ_3 .

Do rys. 116. W celu wyznaczenia tych niewiadomych wykonamy rzut zamkniętego wieloboku

$MH_3E_3D_3S_3T_2S_2D_2E_2H_2M$ na kierunek prostopadły i równoległy do kierunku niewiadomej m_2 .

Równanie rzutu na kierunek prostopadły:

$$R_3 \cos(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3) - t_3 \sin(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3) - r_3 [\cos(\tau_3 - \beta_3) - \cos(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3)] - (c_3 + l_3) \sin(\tau_3 - \beta_3) - (a_2' - a_2'') \sin \beta_2 + (c_2 + l_2) \sin \tau_2 + r_2 [\cos \tau_2 - \cos(\tau_2 + \gamma_2)] + t_2 \sin(\tau_2 + \gamma_2) - R_2 \cos(\tau_2 + \gamma_2) = 0$$

W tem równaniu niema niowiadomej m_2 , możemy zatem kąt γ_3 obrachować; w tym celu napiszemy je w tej formie:

$$(R_3 + r_3) \cos(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3) - t_3 \sin(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3) - C = 0$$

Podstawmy $\tan \varphi = \frac{R_3 + r_3}{t_3}$, to otrzymamy wzór:

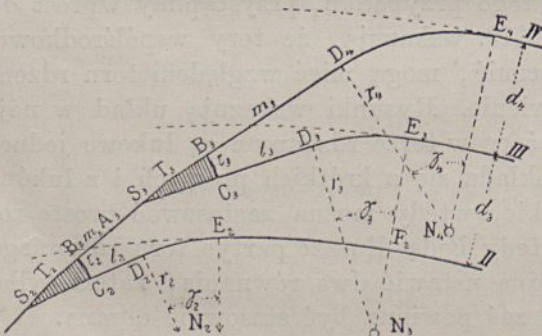
263. $\sin(\varphi - \gamma_3 - \tau_3 + \beta_3) = \frac{C}{t_3} \cos \varphi$

Równanie rzutu na kierunek równoległy:

264. . . $m_2 = - (R_3 + r_3) \sin(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3) - t_3 \cos(\tau_3 - \beta_3 + \gamma_3) + r_3 \sin(\tau_3 - \beta_3) - (c_3 + l_3) \cos(\tau_3 - \beta_3) - (a_3'' + b_2) - (a_2' - a_2'') \cos \beta_2 + (c_2 + l_2) \cos \tau_2 + r_2 [\sin(\tau_2 + \gamma_2) - \sin \tau_2] + t_2 \cos(\tau_2 + \gamma_2) + R_2 \sin(\tau_2 + \gamma_2)$

Do rys. 117. Równania rzutów pozostają te same, skoro w nich podstawimy $t_2 = t_3 = 0$ i zmienimy znak dla R_2, R_3, β_2 i β_3 . Zamiast wzoru 263. otrzymamy następujący:

Rys. 117.



265. . $\cos(\tau_3 + \beta_3 + \gamma_3) = - \frac{C}{R_3 - r_3}$

265. . $\cos(\tau_3 + \beta_3 + \gamma_3) = - \frac{C}{R_3 - r_3}$

Wzoru 264. użyje się po wprowadzeniu powyższych zmian.

2. Odgałęzienie ostatniego toru. W ostatniej parze torów III. IV na rys. 116. i 117. są niewiadome ilości m_3 i γ_4 .

Do rys. 116. Rzut wieloboku $MH_4E_4D_4T_3S_3D_3E_3H_3M$ wykona się prostopadłe i równoległe do kierunku m_3 :

Równanie rzutu na prostopadłą:

$$R_4 \cos \gamma_4 - t_4 \sin \gamma_4 - r_4 (1 - \cos \gamma_4) - (a_3' - a_3'') \sin \beta_3 + (c_3 + l_3) \sin \tau_3 + r_3 [\cos \tau_3 - \cos (\tau_3 + \gamma_3)] + t_3 \sin (\tau_3 + \gamma_3) - R_3 \cos (\tau_3 + \gamma_3) = 0$$

Napiszmy to równanie w tej formie:

$$(R_4 + r_4) \cos \gamma_4 - t_4 \sin \gamma_4 - C = 0$$

Podstawmy $\tan \varphi = \frac{R_4 + r_4}{t_4}$, a otrzymamy

266. $\sin (\varphi - \gamma_4) = \frac{C}{t_4} \cos \varphi$

Równanie rzutu na kierunek równoległy:

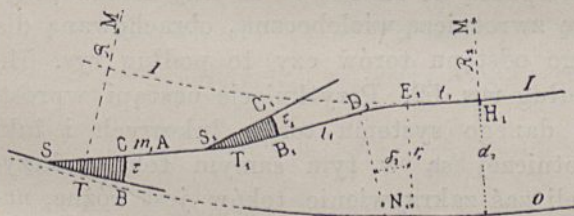
267. $m_3 = - (R_4 + r_4) \sin \gamma_4 - t_4 \cos \gamma_4 - b_3 - (a_3' - a_3'') \cos \beta_3 + (c_3 + l_3) \cos \tau_3 + r_3 [\sin (\tau_3 + \gamma_3) - \sin \tau_3] + t_3 \cos (\tau_3 + \gamma_3) + R_3 \sin (\tau_3 + \gamma_3)$

Do rys. 117. Poprzednie równania rzutów, zatem i wzór 267. zużytkuje się, skoro się podstawią $t_3 = t_4 = 0$ i zmieni znak dla R_3, R_4 i β_3 . Wzór 266. przyjdzie w następujący:

268. $\cos \gamma_4 = - \frac{C}{R_4 - r_4}$

3. Odgałęzienie od toru zasadniczego. Jeżeli jest dany tor zasadniczy (rys. 118. i 119.), od którego ma nastąpić odgałęzienie toru rdzennego, wtedy zastosujemy dla rozgałęzienia toru rdzennego i toru I., w celu skrócenia całego układu, rozjazd dwustronny na rys. 119., zaś rozjazd jednostronny, albo rozjazd prosty na rys. 118. Rozjazd AB jest w tor zasadniczy włożony, następny rozjazd odpowiednio dobrany, długość m_1 i t_1 obierzemy, a do wyznaczenia pozostanie l_1 i γ_1 .

Rys. 118.



Do rys. 118. Wykonamy rzuty wieloboku $MH_1E_1D_1T_1STM$. Rzut na prostopadłą do kierunku l_1 :

$$R_1 \cos \gamma_1 - t_1 \sin \gamma_1 - r_1 (1 - \cos \gamma_1) - (a_1' + m_1 + c) \sin \beta_1 + (a' - a'') \sin (\tau + \beta + \beta_1) - (R - v) \cos \left(\tau + \frac{\beta}{2} + \beta_1 \right) = 0$$

To równanie przybiera formę:

$$(R_1 + r_1) \cos \gamma_1 - t_1 \sin \gamma_1 - C = 0$$

Po podstawieniu $\tan \varphi = \frac{R_1 + r_1}{t_1}$ otrzyma się wzór

269. $\sin (\varphi - \gamma_1) = \frac{C}{t_1} \cos \varphi$

Rzut na równoległą do l_1 :

270. $l_1 = - R_1 \sin \gamma_1 - t_1 \cos \gamma_1 - r_1 \sin \gamma_1 - b_1 - (a_1' + m_1 + c) \cos \beta_1 + (a' - a'') \cos (\tau + \beta + \beta_1) + (R - v) \sin \left(\tau + \frac{\beta}{2} + \beta_1 \right)$

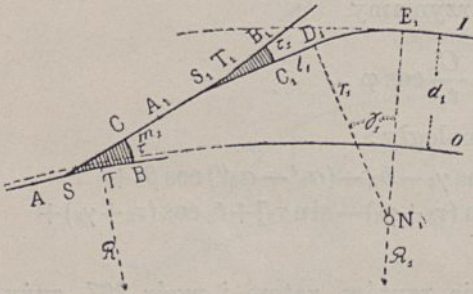
Do rys. 119. Użyje się tych samych równań rzutów, gdy się postawi $t_1 = 0$ i zmieni znak dla R, R_1, β i β_1 .

Równanie 269. przejdzie w następujące:

$$271. \dots \dots \dots \cos \gamma_1 = - \frac{C}{R_1 - r_1}$$

Ogólny sposób obrachowania dróg zwrotniczych, podany w niniejszym paragrafie, jest zawily i żmudny. Nadto nie jest łatwe znalezienie dla rozjazdów takiego kąta β , aby układ drogi zwrotniczej był krótki. W każdym razie trzeba drogą prób dojść naprzód do zadowalającego wykresu, nim się przystąpi do rachowania.

Rys. 119.



Nadmienić jeszcze należy, że w celu wydatniejszego skrócenia dróg zwrotniczych łukowych torów, można zastosować jednostronne skupienie rozjazdów (§§. 27. do 30.), podobnie jak dla dróg zwrotniczych prostych torów (§§. 41. do 44.).

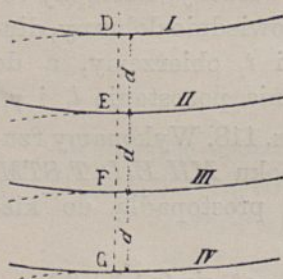
Poprzestajemy jednakże na wzmiance, gdyż z powodu że posiadamy lepsze i prostsze sposoby urabiania dróg zwrotniczych łukowych torów, sposób rachowania w niniejszym paragrafie podany chyba tylko wyjątkowo będzie stosowany.

Poprzestajemy jednakże na wzmiance, gdyż z powodu że posiadamy lepsze i prostsze sposoby urabiania dróg zwrotniczych łukowych torów, sposób rachowania w niniejszym paragrafie podany chyba tylko wyjątkowo będzie stosowany.

§. 80. Droga zwrotnicza o wielobocznym torze rdzenym podług §§. 45., 46. i 47.

Drogi zwrotnicze przedstawione na rys. 51. i 52. mogą być wprost zastosowane dla szeregu łukowych torów współśrodkowych. Jeżeli mianowicie

Rys. 120.



na rys. 120. poprowadzimy w miejscu stosownem prostą $DEFG$ prostopadłą do łuków, to do niej można przytknąć drogę zwrotniczą wieloboczną, obrachowaną dla tego samego odstępu torów czy to podług rys. 51., czy też podług rys. 52. Przytknięcie nastąpi wprost, jeżeli łuki danego systemu torów łukowych i łuki drogi zwrotniczej są w tym samym toku zakrzywione; jeżeli zaś zakrzywienie toków jest różne, natenczas między prostą DG rys. 120. a prostą D_0G_2 rys. 51. lub E_0E_8 rys. 52. trzeba włożyć prostą

obustronnie styczną o takiej długości, jaka jest wymagana między odwrotnymi łukami.

§. 81. Ogólne wskazówki dotyczące połączenia łukowych torów.

Ogólne wskazówki podane w §. 65. dla rozgałęzień, odnoszą się w całości także do połączeń łukowych torów. Położenie jednego z dwóch rozjazdów potrzebnych dla połączenia dwóch torów musi być z góry wyznaczone; owóż ten tor, w którym rozjazd jest dany, nazwiemy zasadniczym, a promień jego nazwiemy literą R , w przeciwstawieniu do toru, w którym położenie rozjazdu ma być rachunkiem wyznaczone, a którego promień oznaczymy literą R_1 .

Rozgałężenie

Wszelkie połączenia łukowych torów można zszeregować w dwie grupy. Do pierwszej zaliczymy wszystkie przypadki, w których obydwie tory łączone są łukami, jakoteż te szczególne przypadki, w których tor zasadniczy jest prosty. Do drugiej grupy zaliczymy połączenia zasadniczego łukowego toru z prostym torem. Oprócz zwykłego sposobu rachowania przytoczymy inne, które na tem polegają, że połączenie łukowych torów sprowadzi się na połączenie prostych torów.

§. 82. Połączenie łukowych torów. Pierwsza grupa.

Weźmy na uwagę dwa tory łukowe o różnych tokach zakrzywienia. Rys. 121. Połączenie rozjazdu toru zasadniczego z rozjazdem w drugim torze położonym, uskuteczni się za pomocą łuku DE i prostych l i l_1 . Łuk DE może być ku torowi zasadniczemu wypukły lub wklęsły (rys. 122.), alboważ może przejść w prostą $SS_1(\delta=0)$. W razach wątpliwych trzeba rozstrzygnąć tok zakrzywienia łuku DE za pomocą próbnego wykresu.

Po ustaleniu głównego promienia, wyznaczeniu odstepu m środków obydwu łuków, jakoteż kąta ε , obierzemy stosowne wymiary dla rozjazdów, dla promienia r łuku łączącego i dla jednej prostej l lub l_1 ; wtedy pozostanie do obrachowania długość drugiej prostej i kąt δ łuku łączącego. Dwa potrzebne ku temu równania uzyska się dla przypadku przedstawionego na rys. 121. z rzutów zamkniętego wieloboku $MTSDES_1T_1M_1M$ na kierunki prostopadłe i równoległe do tej prostej, której długość ma być wyznaczona.

Rzut na kierunek prostopadły do prostej l ;

$$(R-v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \sin(\tau - \beta) + r(1 - \cos\delta) + (l_1 + c_1) \sin\delta - (a_1' - a_1'') \sin(\delta - \tau_1 + \beta_1) + (R_1 - v_1) \cos\left(\delta - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2}\right) - m \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) = 0$$

Z tego równania możemy wyznaczyć kąt δ .

Napiszmy je w następującem zestawieniu:

$$\begin{aligned} & \cos\delta \left[(R_1 - v_1) \cos\left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2}\right) + (a_1' - a_1'') \sin(\tau_1 - \beta_1) - r \right] + \\ & + \sin\delta \left[(R_1 - v_1) \sin\left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2}\right) - (a_1' - a_1'') \cos(\tau_1 - \beta_1) + (l_1 + c_1) \right] = \\ & = m \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - (R - v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) - (a' - a'') \sin(\tau - \beta) - r \end{aligned}$$

lub w skróceniu:

$$A \cos\delta + B \sin\delta = C$$

Gdy wprowadzimy $\text{tang}\varphi = \frac{A}{B}$, to otrzymamy

$$272. \dots \dots \dots \sin(\varphi + \delta) = \frac{C}{B} \cos\varphi$$

Rzut na kierunek równoległy do prostej l :

$$273. \dots l = m \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - (R - v) \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau - \beta) - c - - r \sin\delta - (l_1 + c_1) \cos\delta + (a_1' - a_1'') \cos(\delta - \tau_1 + \beta_1) + (R_1 - v_1) \sin\left(\delta - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2}\right)$$

Następnie wykonamy rzut na kierunek prostopadły do prostej l_1 :

$$(R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta \right) + (a' - a'') \sin (\tau - \beta + \delta) - (c+l) \sin \delta - r(1 - \cos \delta) + (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) + (R_1 - v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) - m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) = 0$$

Lub w innym zestawieniu:

$$\begin{aligned} & \cos \delta \left[(R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \sin (\tau - \beta) + r \right] - \\ & - \sin \delta \left[(R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \cos (\tau - \beta) + (c+l) \right] = \\ & = m \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) + r - (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) - (R_1 - v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) \end{aligned}$$

Lub w skróceniu:

$$A \cos \delta - B \sin \delta = C$$

Gdy wprowadzimy $\tan \varphi = \frac{A}{B}$, to otrzymamy

$$274. \dots \dots \dots \sin (\varphi - \delta) = \frac{C}{B} \cos \varphi$$

Z rzutu na kierunek równoległy do prostej l_1 uzyska się wprost wzór:

$$\begin{aligned} 275. \dots \dots \dots l_1 = & m \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta - \varepsilon \right) - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} + \delta \right) + \\ & + (a' - a'') \cos (\tau - \beta + \delta) - (c+l) \cos \delta - r \sin \delta - c_1 + \\ & + (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 - \beta_1) - (R_1 - v_1) \sin \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) \end{aligned}$$

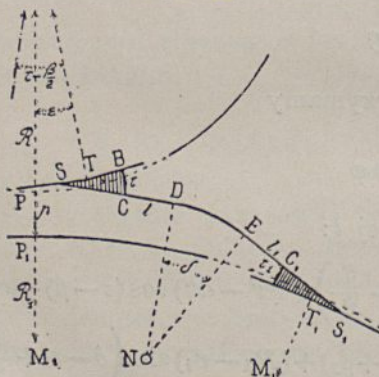
Nareszcie wyznaczy się położenie rozjazdu w drugim torze, jeżeli się obrachuje kąt ε_1 , jaki zawiera promień w punkcie T_1 z głównym promieniem:

$$276. \dots \dots \dots \varepsilon_1 = \tau - \tau_1 - \frac{\beta}{2} + \frac{\beta_1}{2} - \varepsilon + \delta$$

Powyższe wzory należyście zastosowane, posłużą do obrachowania wszystkich przypadków połączeń, gdy obydwie torze są łukowe.

§. 83. Zastosowanie wzorów §. 82. do połączenia dwóch łukowych torów o różnych tokach zakrzywienia.

· Rys. 121.



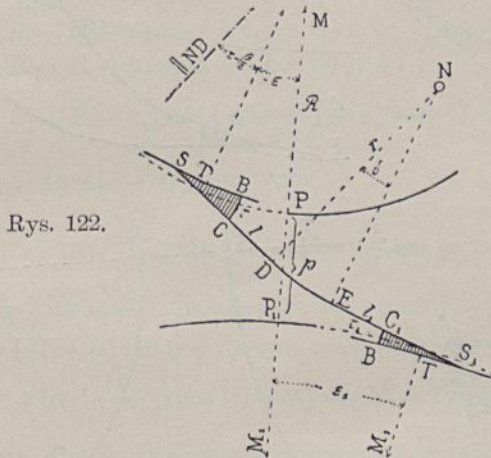
1. Łuk łączący jest ku torowi zasadniczemu wypukły. Rys. 121. Najkrótszy układ uzyska się, jeżeli się obierze dla l i r najmniejsze wartości, a obrachuje δ i l_1 . Zastosuje się zatem bez zmiany wzory 274., 275. i 276.

2. Łuk łączący jest ku torowi zasadniczemu wklęsły. Rys. 122. Najkrótszy układ uzyska się, jeżeli się obierze dla l_1 i r najmniejsze wartości, a obrachuje δ i l . Zastosuje się wzory 272., 273. i 276., w które się wprowadzi r i δ z ujemnym znakiem. Wypada zauważyć, że na rys. 122. jest ε ujemne.

3. Jeżeli w powyższych przypadkach jest $\delta=0$, to punkta S i S_1 są połączone jedną prostą. Podstawiając w powyższe równania rzutów $\delta=0$,

otrzyma się znów dwa równania, z których możemy wyznaczyć długość prostej SS_1 jakoteż kąt ε , dla którego łuk łączący znika. Otrzyma się wprost:

$$277. \dots \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) = \frac{\left\{ \begin{array}{l} (R-v) \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \sin(\tau - \beta) + \\ + (a_1' - a_1'') \sin(\tau_1 - \beta_1) + (R_1 + v_1) \cos\left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2}\right) \end{array} \right\}}{m}$$



$$278. \dots SS_1 = m \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) - (R-v) \sin\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right) + (a' - a'') \cos(\tau - \beta) + \\ + (a_1' - a_1'') \cos(\tau_1 - \beta_1) - (R_1 - v_1) \sin\left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2}\right)$$

$$279. \dots \dots \dots \varepsilon_1 = \tau - \tau_1 - \frac{\beta}{2} + \frac{\beta_1}{2} - \varepsilon$$

§. 84. Niektóre przypadki należące do pierwszej grupy.

Do rys. 123. Najkrótszy układ uzyska się, gdy się oberze dla l_1 i r najmniejsze wartości, a obrachuje δ i l . Zastosuje się zatem wzory 272., 273. i 276., gdy się w nie wprowadzi r , δ , β_1 i R_1 z ujemnym znakiem. Zauważyć należy że na rys. 123. jest m ujemne.

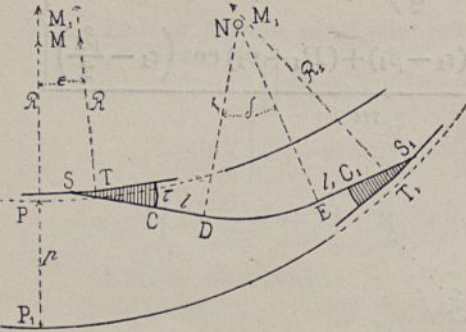
2. Połączenie z ewentualnem skrzyżowaniem się torów podług rys. 124. Czy prostę l , czy też l_1 z góry obrać wypada, w celu otrzymania możliwie krótkiego układu, rozstrzygnie ewentualnie próbny wykres. Odpowiednio do tego rozstrzygnięcia zużytkuje się wzory 272. i 273., lub też 274. i 275., w które wprowadzi się zmiany znaku dla r , δ , β , β_1 i R_1 .

3. Połączenie z ewentualnem skrzyżowaniem się torów podług rys. 125. Rozstrzygnięcie co do niewiadomej l czy l_1 , jakoteż co do użycia wzorów, jak pod 2. W wzory wprowadzi się r , δ i R_1 z ujemnym znakiem.

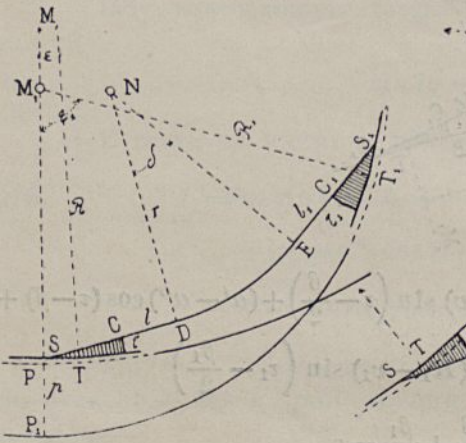
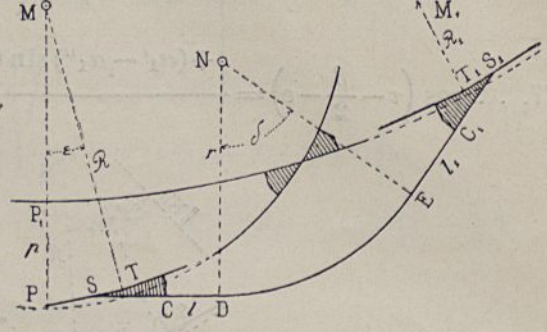
4. Rys. 126. przedstawia t. zw. krzywą wojskową, wstawioną między dwie linie rozchodzące się ze stacyi w różne strony. Rozstrzygnięcie co do niewiadomej l czy l_1 , jakoteż co do użycia wzorów jak pod 2. W wzory wprowadzi się za kąty $\tau_1 - \beta_1$ i $\tau_1 - \frac{\beta_1}{2}$ ich kąty spełniające, zaś wyraz $(a_1' - a_1'')$ z ujemnym znakiem. W tym przypadku jest kąt ε ujemny.

§. 85. Jeżeli tor zasadniczy jest prosty (rys. 127.), to się wzory uproszczą. W celu ustawienia wzorów dla obrachowania kąta δ i l

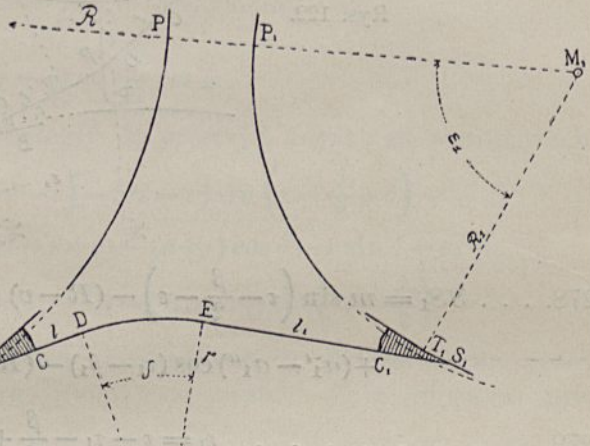
Rys. 123.



Rys. 125.



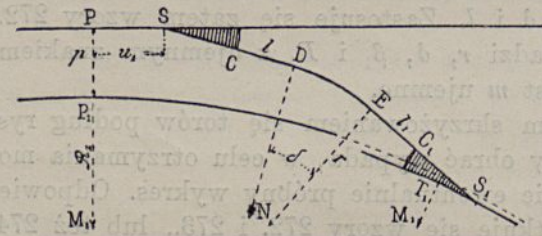
Rys. 124.



Rys. 126.

lub l_1 , wykonamy rzuty wieloboku $M_1PSDES_1T_1M_1$ na kierunku równoległe i prostopadłe do kierunków l i l_1 .

Rys. 127.



Rzut na kierunek prostopadły do prostej l :

$$(R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r(1 - \cos \delta) - (l_1 + c_1) \sin \delta + (a_1' - a_1'') \sin (\delta - \tau_1 + \beta_1) - (R_1 - v_1) \cos \left(\delta - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2} \right) = 0$$

Jeżeli podstawimy

$$A = (R_1 - v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) + (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) - r$$

$$B = (R_1 - v_1) \sin \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) - (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 - \beta_1) + (l_1 + c_1)$$

$$C = (R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r$$

zaś $\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}$, to się otrzyma wzór

$$280. \quad \sin (\varphi + \delta) = \frac{C}{B} \cos \varphi$$

Rzut na kierunek równoległy do prostej l :

$$281. \quad l = (R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - c - r \sin \delta - (l + c_1) \cos \delta + \\ + (a_1 - a_1'') \cos (\delta - \tau_1 + \beta_1) + (R_1 - v_1) \sin \left(\delta - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2} \right)$$

Rzut na kierunku prostopadły do prostej l_1 :

$$(R_1 + p) \cos (\tau + \delta) + u_1 \sin (\tau + \delta) + (c + l) \sin \delta + r(1 - \cos \delta) - (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) - \\ - (R_1 - v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) = 0$$

Jeżeli podstawimy

$$A = (R_1 + p) \cos \tau + u_1 \sin \tau - r$$

$$B = (R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau - (c + l)$$

$$C = (R_1 - v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) + (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) - r$$

zaś $\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}$, to się otrzyma wzór

$$282. \quad \sin (\varphi - \delta) = \frac{C}{B} \cos \varphi$$

Rzut na kierunku równoległy do prostej l_1 da wzór:

$$283. \quad l_1 = (R_1 + p) \sin (\tau + \delta) - u_1 \cos (\tau + \delta) - (c + l) \cos \delta - r \sin \delta - c_1 + \\ + (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 - \beta_1) - (R_1 - v_1) \sin \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right)$$

Nareszcie dla wyznaczenia położenia drugiego rozjazdu obrachuje się kąt ε_1 z wzoru:

$$284. \quad \varepsilon_1 = \tau - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2} + \delta$$

Powyższe wzory zastosujemy do kilku przypadków.

Do rys. 127. Najkrótszy układ uzyska się, jeżeli się oberze małe wymiary dla r i l , a obrachuje podług wzorów 282. do 284. niewiadome δ , l_1 i ε_1 .

Jeżeliby łuk DE był odwrotnie skierowany, to znaczy ku prostemu torowi wklęsły, natenczas oberze się r i l_1 a obrachuje δ , l i ε_1 z wzorów 280., 281. i 284., w które się wprowadzi zmianę znaku dla r i δ .

Nareszcie dla $\delta = 0$ powstanie od S do S_1 prosta. Ten warunek zajdzie dla pewnej wartości u_1 , którą wyznaczymy z równania rzutu prostopadłego do prostej l lub l_1 , po podstawieniu $\delta = 0$:

$$285. \quad u_1 = \frac{(R_1 - v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) - (R_1 + p) \cos \tau + (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1)}{\sin \tau}$$

Długość prostej SS_1 wyznaczy się wprost z rzutu wieloboku na kierunku tej prostej:

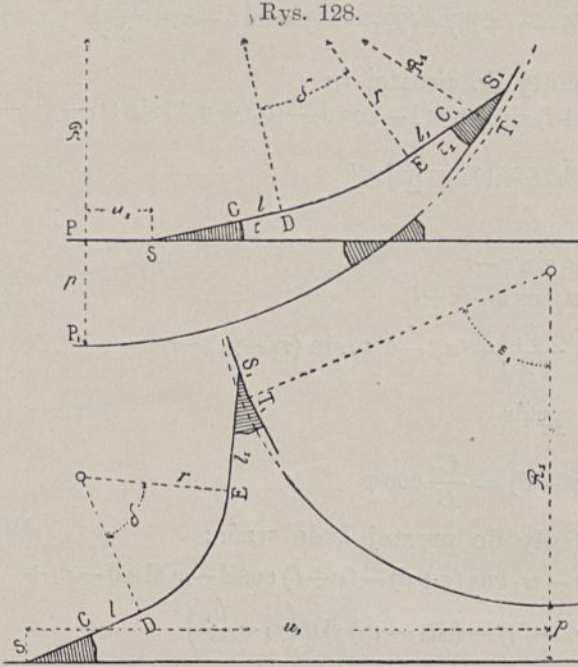
$$286. \quad SS_1 = (R_1 + p) \sin \tau - u_1 \cos \tau + (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 - \beta_1) - \\ - (R_1 - v_1) \sin \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right)$$

Nareszcie

$$287. \quad \varepsilon_1 = \tau - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2}$$

Do rys. 128. Tutaj trudno na razie rozstrzygnąć, którą z prostych l lub l_1 trzeba z góry obrać, aby otrzymać możliwie najkrótszy układ.

Wykres próbny rozstrzygnię, a stosownie do tego rozstrzygnięcia zastosuje się powyższe wzory, w które wprowadzi się zmianę znaku dla τ_1 . Zważyć należy że na tym rysunku jest p ujemne.



Rys. 129.

Do rys. 129. Rozstrzygnięcie co do niewiadomych ilości, jak dla rys. 128.

Zastosuje się wzory z następującymi zmianami: Nawias $(a_1' - a_1'')$ wprowadzi się z ujemnym znakiem, a zamiast kątów $\tau_1 - \beta_1$ i $\tau_1 - \frac{\beta_1}{2}$ wprowadzi się $180 - (\tau_1 - \beta_1)$ i $180 - (\tau_1 - \frac{\beta_1}{2})$.

Również u_1 jest ujemne.

Ten przypadek przedstawia t. zw. krzywą wojskową, włożoną między dwie linie rozchodzące się z wspólnej stacyi. *)

§. 86. Połączenie łukowych torów. Druga grupa.

Odmienne wzory otrzyma się dla przypadków, w których tor zasadniczy łukowy ma być połączony z prostym torem; dlatego zaliczymy te przypadki do drugiej grupy. Jeżeli na rys. 127. rozjazd jest dany na łukowym torze jako zasadniczym, to odpowiednio do naszego sposobu znakowania oznaczmy wszystko odnoszące się do tego toru bez wskaźnika, zatem $R, \tau, \beta, c, l, \epsilon$, — zaś dla toru prostego oznaczmy τ_1, c_1, l_1 . Położenie rozjazdu jest dane przez kąt ϵ , a wtedy kąt δ jest już wyznaczony:

288. $\delta = \epsilon + \tau - \tau_1 - \frac{\beta}{2}$

Długość jednej prostej l lub l_1 obierzemy, a wtedy pozostanie do wyznaczenia druga prosta i odstęp u_1 rozjazdu w prostym torze położonego. W celu uzyskania potrzebnych równań, wykonamy rzut wieloboku na kierunku prostopadły i równoległy do prostego toru.

Rzut na kierunek prostopadły:

$$R + p - (c_1 + l_1) \sin \tau_1 - r [\cos \tau_1 - \cos (\tau_1 + \delta)] - (c + l) \sin (\tau_1 + \delta) + (a' - a'') \sin \left(\epsilon + \frac{\beta}{2} \right) - (R - v) \cos \epsilon = 0$$

Z tego równania wyznaczmy raz l , drugi raz l_1 .

289. $l = \frac{\left[R + p - (c_1 + l_1) \sin \tau_1 - 2r \sin \left(\tau_1 + \frac{\delta}{2} \right) \sin \frac{\delta}{2} + \right.}{\sin (\tau_1 + \delta)} \left. + (a' - a'') \sin \left(\epsilon + \frac{\beta}{2} \right) - (R - v) \cos \epsilon \right] - c$

*) Ob. nr. 49. zbioru przykładów.

$$290. \dots l_1 = \frac{\left[R+p-2r \sin\left(\tau_1+\frac{\delta}{2}\right) \sin\frac{\delta}{2} - (c+l) \sin(\tau_1+\delta) + \right. \\ \left. + (a'-a'') \sin\left(\varepsilon+\frac{\beta}{2}\right) - (R-v) \cos\varepsilon \right]}{\sin\tau_1} - c_1$$

Rzut na kierunek równoległy:

$$291. \dots u_1 = (R-v) \sin\varepsilon + (a'-a'') \cos\left(\varepsilon+\frac{\beta}{2}\right) - (c+l) \cos(\tau_1+\delta) - \\ - r [\sin(\tau_1+\delta) - \sin\tau_1] - (c_1+l_1) \cos\tau_1$$

Powyższe wzory zastosujemy do kilku przypadków.

Do rys. 127. Aby uzyskać najkrótszy układ obierze się r i l_1 , a obrachuje l i u_1 podług wzorów 289. i 291. Kąt δ obrachuje się podług wzoru 288.

Jeżeliby łuk DE był odwrotnie skierowany, (ku prostemu torowi wkleśły), to się obierze r i l , a obrachuje l_1 i u_1 podług wzorów 290. i 291., w których zmieni się znak dla r i δ . Również w wzorze 288. trzeba zmienić znak δ .

Jeżeliby nastąpiło $\delta=0$, to się otrzyma długość prostej

$$292. \dots SS_1 = \frac{R+p+(a'-a'') \sin\left(\varepsilon+\frac{\beta}{2}\right) - (R-v) \cos\varepsilon}{\sin\tau_1}$$

$$293. \dots u_1 = (R-v) \sin\varepsilon + (a'-a'') \cos\left(\varepsilon+\frac{\beta}{2}\right) - SS_1 \cos\tau_1$$

Do rys. 128., w którym tor łukowy jest zasadniczy. Zwykle będzie potrzebny próbny wykres, w celu rozstrzygnięcia którą prostą l czy l_1 pozostawić do wyznaczenia, aby układ wypadł jak najkrótszy. Wzory zastosuje się po wprowadzeniu kąta τ z ujemnym znakiem. Na tym rysunku jest p ujemne.

Do rys. 129., w którym tor łukowy jest zasadniczy. Obrachujemy l lub l_1 i u_1 , gdy w wzorach zmienimy znak wyrazu $(a'-a'')$ i wprowadzimy za kąty $\tau-\beta$ i $\tau-\frac{\beta}{2}$ ich kąty spełniające. W tym przypadku posiada kąt ε znak ujemny.*)

§. 87. Połączenie łukowych torów współśrodkowych. Takie połączenie jest tylko szczególnym przypadkiem połączeń pierwszej grupy, omówionych w §. 83. (rys. 123.).

1. Tor zewnętrzny jest zasadniczy, w którym dane jest położenie rozjazdu. Zatem trzeba sobie na rys. 123. pomyśleć zamienione R i R_1 , M i M_1 , T i T_1 , ε i ε_1 , i t. d. Najkrótszy układ uzyska się, jeżeli się obierze l a wyznaczy δ i l_1 . Z rzutu wieloboku $MTSDES_1T_1M$ na kierunku prostopadłe i równoległe do kierunku prostej l_1 , otrzyma się następujące równania:

Rzut na prostopadłą:

*) Ob. nr. 50. zbioru przykładów.

$$(R-v) \cos \left(\tau + \frac{\beta}{2} + \delta \right) - (a' - a'') \sin (\tau + \beta + \delta) + (c+l) \sin \delta + r(1 - \cos \delta) -$$

$$- (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) - (R-d-v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) = 0, \text{ czyli}$$

$$\cos \delta \left[(R-v) \cos \left(\tau + \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin (\tau + \beta) - r \right] -$$

$$- \sin \delta \left[(R-v) \sin \left(\tau + \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau + \beta) - (c+l) \right] =$$

$$= (R-d-v_1) \cos \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) + (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 - \beta_1) - r$$

lub $A \cos \delta - B \sin \delta = C$

Podstawmy $\tan \varphi = \frac{A}{B}$, a otrzymamy

294. $\sin (\varphi - \delta) = \frac{C}{B} \cos \varphi$

Rzut na równoległą:

295. . . . $l_1 = (R-v) \sin \left(\tau + \frac{\beta}{2} + \delta \right) + (a' - a'') \cos (\tau + \beta + \delta) - (c+l) \cos \delta -$

$$- r \sin \delta + (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 - \beta_1) - (R-d-v_1) \sin \left(\tau_1 - \frac{\beta_1}{2} \right) - c_1$$

296. $\varepsilon_1 = \tau + \frac{\beta}{2} - \tau_1 + \frac{\beta_1}{2} + \delta$

2. Tor wewnętrzny o promieniu R jest zasadniczym, tak jak na rys. 123. Jako niewiadome wprowadzimy l i δ , wykonamy zatem rzut wieloboku $MTSDES_1T_1M$ na kierunki prostopadłe i równoległe do kierunku prostej l :

Rzut na prostopadłą:

$$(R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \sin (\tau - \beta) - r(1 - \cos \delta) - (c_1 + l_1) \sin \delta +$$

$$+ (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 + \beta_1 + \delta) - (R+d-v_1) \cos \left(\tau_1 + \frac{\beta_1}{2} + \delta \right) = 0; \text{ czyli}$$

$$\cos \delta \left[(R+d-v_1) \cos \left(\tau_1 + \frac{\beta_1}{2} \right) - (a_1' - a_1'') \sin (\tau_1 + \beta_1) - r \right] -$$

$$- \sin \delta \left[(R+d-v_1) \sin \left(\tau_1 + \frac{\beta_1}{2} \right) + (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 + \beta_1) - (c_1 + l_1) \right] =$$

$$= (R-v) \cos \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \sin (\tau - \beta) - r; \text{ albo}$$

$$A \cos \delta - B \sin \delta = C$$

Podstawmy $\tan \varphi = \frac{A}{B}$, a otrzymamy

297. $\sin (\varphi - \delta) = \frac{C}{B} \cos \varphi$

Rzut na równoległą:

298. . . $l = (R+d-v_1) \sin \left(\tau_1 + \frac{\beta_1}{2} + \delta \right) + (a_1' - a_1'') \cos (\tau_1 + \beta_1 + \delta) - (c_1 + l_1) \cos \delta -$

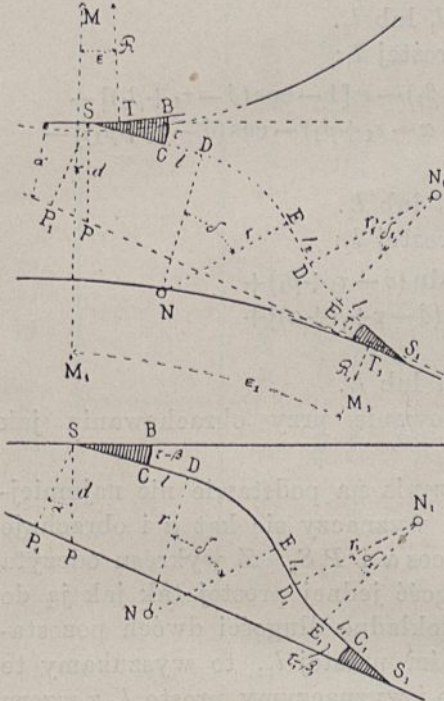
$$- r \sin \delta - c - (R-v) \sin \left(\tau - \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos (\tau - \beta)$$

299. $\varepsilon_1 = \tau_1 + \frac{\beta_1}{2} - \tau + \frac{\beta}{2} + \delta$

§. 88. Włożenie odwrotnych łuków w tor łączący.

Jeżeliby w któremkolwiek zagadnieniu dotyczącem połączenia łukowych torów wypadł tor łączący bardzo długi, wtedy możemy uzyskać skrócenie całego układu przez włożenie w ten tor odwrotnych łuków, podobnie jak dla rozgałęzień (§§. 72. i dalsze). To zagadnienie należy do najbardziej zawitych, jeżelibyśmy je chcieli rozwiązać wprost za pomocą dokładnych wzorów; dlatego podamy metodę obrachowania, która we wszystkich przypadkach połączenia łukowych torów da się z łatwością zastosować. Polega

Rys. 130 a.



Rys. 130 b.

ona na tem, że połączenie łukowych torów sprowadzi się na połączenie prostych torów przy pomocy wykresu.

Za pomocą dokładnego wykresu (rys. 130 a.) dojdziemy przez próby do zadowalającego wykresnego rozwiązania danego zagadnienia, przyczem zważyć należy, aby dla pewności proste l , l_1 i l_2 nie były w najmniejszych wartościach obrane. Na rysunku zmierzy się kąt α , który zawierają przedłużone proste ST i S_1T_1 . Ten kąt posłuży do dokładnego obrachowania połączenia. Proste ST i S_1T_1 możemy uważać jako proste tory zbieżne pod kątem α , które mamy połączyć za pomocą rozjazdu $ASTC$ o kącie $\tau - \beta$ i rozjazdu $A_1S_1T_1C_1$ o kącie $\tau_1 - \beta_1$. W celu obrachowania połączenia tych prostych torów, musimy znać przede wszystkim odstęp $SP = d$ (ob. §. 52.), a raczej długość $SP_1 = d \cos \alpha$. Wyznamy ją z rzutu wieloboku $MTSP_1S_1T_1M_1M$ na kierunek SP_1 :

$$300. \quad d \cos \alpha = m \cos \left(\alpha + \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R - v) \cos \left(\alpha + \frac{\beta}{2} \right) - (a' - a'') \sin \alpha - \\ - (R_1 - v_1) \cos \frac{\beta_1}{2}$$

Przezto są owe proste tory wzajemnie ustalone.

Zachodzi tu jednakże jeszcze drugi warunek, że długość P_1S_1 nie może być dowolnie obrana, gdyż dla przyjętego kąta α jest ustalona. Wyznamy ją z rzutu tego samego wieloboku na kierunek tej prostej.

$$301. \quad P_1S_1 = m \sin \left(\alpha + \frac{\beta}{2} - \varepsilon \right) - (R - v) \sin \left(\alpha + \frac{\beta}{2} \right) + (a' - a'') \cos \alpha + \\ + (a'_1 - a''_1) - (R - v) \sin \frac{\beta_1}{2}$$

Rys. 130 b. wyjęty z rys. 130 a. pokazuje, jak się ma uskutecznić połączenie obydwu prostych torów. W wieloboku $SDDED_1E_1S_1P_1S$ znane są boki SP_1 i P_1S_1 , a z rzutu tego wieloboku na dwa kierunki uzyska się dwa równania, które dozwolą na wyznaczenie dwóch niewiadomych. Jako takie można obrać kąt δ , który zawierają promienie NE lub N_1D_1 z prostopadłą

do prostej P_1S_1 i jedną z prostych l , l_1 lub l_2 : Rachunek przedstawi się najprościej, jeżeli z rysunku odczytamy wartość kąta δ ; wtedy pozostają do wyznaczenia dwie proste, a trzecią obierzemy w tej długości, w której była wprowadzona do rysunku. Rzuty wieloboku wykonamy prostopadłe do kierunku jednej niewiadomej prostej.

Rzut na prostopadłą do kierunku prostej l :

$$302. \quad \dots \quad d \cos \alpha \cos (\tau - \beta - \alpha) - P_1 S_1 \sin (\tau - \beta - \alpha) + \\ + (c_1 + l_1) \sin (\tau - \beta - \alpha - \tau_1 + \beta_1) - r [\cos (\tau_1 - \beta_1 + \alpha - \tau + \beta) - \\ - \cos (\delta - \tau + \beta + \alpha)] - l_2 \sin (\delta - \tau + \beta + \alpha) = 0$$

Z tego równania można wyznaczyć l_1 lub l_2 .

Rzut na prostopadłą do kierunku prostej l_1 :

$$303. \quad \dots \quad d \cos \alpha \cos (\tau_1 - \beta_1) - P_1 S_1 \sin (\tau_1 - \beta_1) - r [1 - \cos (\delta - \tau_1 + \beta_1)] - \\ - l_2 \sin (\delta - \tau_1 + \beta_1) - r [\cos (\tau - \beta - \alpha - \tau_1 + \beta_1) - \cos (\delta - \tau_1 + \beta_1)] - \\ - (c + l) \sin (\tau - \beta - \alpha - \tau_1 + \beta_1) = 0$$

Z tego równania można wyznaczyć l lub l_2 .

Rzut na prostopadłą do kierunku prostej l_2 :

$$304. \quad \dots \quad d \cos \alpha \cos \delta - P_1 S_1 \sin \delta + (c_1 + l_1) \sin (\delta - \tau_1 + \beta_1) + \\ + r [1 - \cos (\delta - \tau_1 + \beta_1)] + r [1 - \cos (\delta - \tau + \beta + \alpha)] + \\ + (c + l) \sin (\delta - \tau + \beta + \alpha) = 0$$

Z tego równania można wyznaczyć l lub l_1 .

W całości przedstawia się postępowanie przy obrachowaniu jak następuje:

Wykona się dokładny wykres połączenia na podstawie nie najmniejszych długości prostych l , l_1 i l_2 . Z wykresu wyznaczy się kąt α i obrachuje podług wzorów 300. i 301. długości $SP_1 = d \cos \alpha$ i P_1S_1 . Z wykresu odczyta się również kąt δ , poczem obierze się długość jednej prostej tak jak ją do wykresu użyto, a nareszcie obrachuje się dokładne długości dwóch pozostałych prostych. Jeżeliby np. obrano długości prostej l_1 , to wyszukamy te dwa wzory, w których prosta l_1 się znajduje i wyznaczymy prostą l_2 z wzoru 302., zaś l z wzoru 304.

Wzory 300. i 301. odnoszą się wprawdzie tylko do rys. 130 a., mogą jednakże ze stosownymi zmianami być do wszystkich połączeń torów stosowane. Wzory 302. do 304. są ogólne, gdyż odnoszą się do połączenia prostych torów; tylko dla kąta β (lub β_1) zajdzie zmiana znaku, jeżeli rozjazd jest jednostronny a nie dwustronny jak na rys. 130 a.

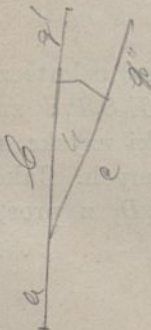


Tabela I.

Rozjazdy proste.

L. porz.	Szerokość toru	Stosunek skrzyżowania	Kąt skrzyżowania τ	w	g_z	ω	γ	i	ρ_1	ρ_z	p	k'	k''	L_0	a	$b=c$	U w a g i
1.	a	1:11	5°11'39"	0.5	0.119	40'	1°57'44"	5.2	230	270	4.038	0.850	1.859	18.269	9.034	17.644	$k' = \frac{50}{n} + 300$ $k'' = \frac{57 + 112}{n}$
2.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	300	2.870	"	"	18.894	9.659	17.644	"
3.	n	"	"	"	0.107	"	1°41'40"	"	290	290	2.697	"	1.276	19.516	10.281	17.061	$k'' = \frac{2 \times 58}{n}$
4.	"	"	"	"	0.118	$=\gamma$	1°21' 7"	5.0	∞	250	3.977	"	1.859	19.845	10.410	17.644	"
5.	l	1:10	5°42'38"	"	0.119	40'	1°57'44"	5.2	230	240	2.670	0.800	1.690	17.519	9.669	16.040	$k' i k''$ jak pod l.
6.	a	"	"	"	0.117	"	1°54'30"	"	"	230	2.615	"	"	17.690	9.840	"	"
7.	"	"	"	"	0.119	"	1°57'44"	"	"	230	3.107	"	"	17.301	9.451	"	"
8.	"	"	"	"	0.124	"	2°10'29"	5.0	190	250	2.517	"	"	17.093	9.043	"	"
9.	m	"	"	"	0.123	33'	1°53'45"	5.8	245	245	2.316	0.790	1.460	17.742	10.446	15.846	koleje pruskie
10.	"	"	"	"	0.118	$=\gamma$	1°21' 7"	5.0	∞	215	3.114	0.800	1.690	18.619	10.569	16.040	$k' i k''$ jak pod l.
11.	r	1:9.51	6° 0' 0"	0.3	0.118	43'48"	2° 8'50"	4.7	190	200.7	3.438	0.750	1.450	16.130	8.180	15.150	austr. państw.
12.	"	1:9	6°20'24"	0.5	0.124	40'	2°10'29"	5.0	190	190	2.588	"	1.521	15.594	9.129	14.436	$k' i k''$ jak pod l.
13.	o	"	"	"	0.118	$=\gamma$	1°21' 7"	"	∞	180	2.411	"	"	17.277	10.612	"	"
14.	"	1:8	7° 7'30"	"	0.120	40'	2°23'10"	4.5	150	150	2.313	0.700	1.352	13.955	8.174	12.832	"
15.	n	"	"	"	0.118	$=\gamma$	1°21' 7"	5.0	∞	145	1.916	"	"	15.765	10.485	"	"
16.	"	1:7	8° 7'48"	"	0.110	"	1°27'55"	4.3	"	120	1.119	0.650	1.050	14.359	9.764	11.095	$k'' = \frac{150}{n}$
17.	1.0	1:9	6°20'24"	"	0.100	"	1°30'27"	3.8	"	135	1.119	—	—	—	—	—	"
18.	"	1:8	7° 7'30"	"	"	"	"	"	"	105	1.012	0.640	1.080	10.634	7.572	9.080	$k' = \frac{45}{n} + 280$ $k'' = \frac{45 + 90}{n}$
19.	"	1:7	8° 7'48"	"	"	"	"	"	"	80	0.874	0.595	0.945	9.480	7.375	7.945	"
20.	"	1:6	9°27'44"	"	"	"	"	"	"	50	1.442	0.550	0.810	7.777	6.627	6.810	"
21.	0.75	1:8	7° 7'30"	"	0.090	"	1°43' 6"	3.0	"	75	0.924	0.640	1.080	7.330	5.470	7.080	"
22.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	65	1.510	"	"	6.971	5.111	"	"
23.	"	1:7	8° 7'48"	"	"	"	"	"	"	50	1.273	0.595	0.945	6.237	5.082	6.195	"
24.	"	1:6	9°27'44"	"	"	"	"	"	"	40	0.814	0.550	0.810	5.630	5.180	5.310	"

Tabela II.

Rozjazdy łukowe jednostronne.

Uwaga. W drugiej rubryce umieszczono liczbę porządkową z I. tabeli tego rozjazdu prostego, z którego rozjazd łukowy został urobiony (§. 15. I.).

L. porz. I. tabeli	L. porz. I. tabeli	r	β	q_s	p'	p''	a'	a''	b	c	Szerokość toru	Stosunek skrzyż.
1.	2.	800	1°11'57"	217·80	3·0	2·935	14·073	10·486	13·232	16·814		1:11
2.	"	600	1°35'56"	199·58	"	2·948	14·073	10·696	13·232	16·606		"
3.	"	400	2°23'55"	170·10	"	2·967	14·073	11·050	13·232	16·247		"
4.	3.	800	1°14'38"	205·02	"	3·361	14·384	11·073	12·960	16·267	a	"
5.	"	600	1°39'30"	190·39	"	3·258	14·384	11·273	12·960	16·071	n	"
6.	"	400	2°29'15"	164·88	"	3·240	14·385	11·607	12·961	15·729	l	"
7.	5.	800	1° 5'50"	184·40	"	2·762	13·360	10·263	12·350	15·444	a	1:10
8.	"	600	1°27'46"	171·15	"	2·790	13·360	10·420	12·350	15·286		"
9.	"	400	2°11'40"	149·66	"	2·827	13·361	10·692	12·351	15·013	m	"
10.	6.	800	1° 6'33"	184·29	"	2·729	13·944	10·422	12·404	15·422	r	"
11.	"	600	1°28'45"	171·16	"	3·000	13·945	10·510	12·405	15·266		"
12.	"	400	2°13' 8"	147·89	"	2·989	13·946	10·846	12·406	14·998	o	"
13.	8.	800	1° 4' 0"	190·03	"	2·652	12·947	9·656	12·137	15·424	n	"
14.	"	600	1°25'20"	176·23	"	2·681	12·947	9·819	12·137	15·260		"
15.	"	400	2° 8' 0"	153·53	"	2·734	12·947	10·101	12·137	14·975		"
16.	18.	500	1°10'35"	86·85	1·0	1·010	9·417	7·800	6·757	7·732	1·0	1:8
17.	"	300	1°57'38"	77·88	"	1·009	9·433	7·967	6·773	7·596	"	"
18.	"	150	3°55'16"	61·90	"	1·006	9·435	8·225	6·775	7·334	"	"
19.	19.	500	1° 2'24"	70·65	"	0·891	—	—	—	—	"	1:7
20.	21.	300	1°24' 0"	60·07	0·64	1·103	7·165	5·748	5·385	5·721	0·75	1:8
21.	"	200	2° 6' 0"	54·63	"	0·845	7·166	5·855	5·386	6·693	"	"
22.	"	100	4°12' 0"	43·19	"	0·782	7·167	6·097	5·387	6·449	"	"

Tabela III.

Rozjazdy łukowe dwustronne.

Uwaga. W drugiej rubryce umieszczono liczbę porządkową z I. tabeli tego rozjazdu prostego, z którego rozjazd łukowy został urobiony (§. 15. I.).

L. porz.	L. porz. I. tabeli	r	β	ϱ_z	p'	p''	a'	a''	b	c	Szerokość toru	Stosunek skrzyż.
1.	5.	800	1° 5'50"	338·34	3·0	2·560	13·360	8·795	12·350	16·918		1:10
2.	"	600	1°27'47"	396·75	"	2·521	13·359	8·401	12·349	17·312		"
3.	"	400	2°11'40"	590·48	"	2·322	13·361	7·376	12·351	18·343	a	"
4.	8.	800	1° 4' 0"	356·25	"	3·224	13·147	8·170	12·117	16·917	n	"
5.	"	600	1°25'20"	417·29	"	2·521	13·147	7·954	12·117	17·316	l	"
6.	"	400	2° 8' 0"	637·00	"	2·329	13·148	6·924	12·118	18·348	a	"
7.	12.	800	0°57'20"	247·99	"	2·497	12·172	8·356	11·193	15·012	m	1:9
8.	"	600	1°16'27"	276·04	"	2·452	12·172	8·116	11·193	15·253	r	"
9.	"	400	1°54'41"	357·07	"	2·324	12·172	7·535	11·193	15·837	o	"
10.	14.	800	0°50' 5"	183·72	"	2·188	10·828	7·823	10·180	13·185	n	1:8
11.	"	600	1° 6'47"	198·58	"	2·134	10·828	7·686	10·180	13·324		"
12.	"	400	1°40'10"	237·00	"	1·996	10·828	7·368	10·180	13·645		"
13.	19.	500	1° 2'24"	95·17	1·0	0·848	8·838	7·163	6·483	8·160	1·0	1:7
14.	"	300	1°44' 0"	108·92	"	0·828	8·838	6·983	6·483	8·342	"	"
15.	"	150	3°27'59"	170·06	"	0·720	8·839	6·298	6·484	9·032	"	"
16.	20.	500	0°50'23"	55·12	"	1·497	7·963	6·507	5·473	6·941	"	1:6
17.	"	300	1°23'58"	60·02	"	1·534	7·964	6·489	5·474	7·029	"	"
18.	"	150	2°47'54"	74·47	"	1·675	7·964	6·071	5·474	7·372	"	"
19.	23.	300	1°11'28"	59·54	0·595	1·436	6·618	4·820	4·658	6·459	0·75	1:7
20.	"	200	1°47'12"	67·75	"	1·524	6·619	4·652	4·659	6·629	"	"
21.	"	150	2°22'56"	73·92	"	1·666	6·619	4·450	4·659	6·838	"	"
22.	"	100	3°34'24"	95·99	"	2·109	6·619	3·886	4·659	7·400	"	"

Registar sukova državnih

Ustanova, ustanove i ustanovljeni sukovi državnih ustanova, 1945. godine, prema vrsti ustanove i vrsti sukova

Redni broj	Naziv ustanove	Vrsta ustanove	Vrsta sukova	Broj ustanova		Broj sukova	
				Ustanova	Sukova	Ustanova	Sukova
1.	100 87124	2103	2103	1	1	1	1
2.	100 87125	2103	2103	1	1	1	1
3.	100 87126	2103	2103	1	1	1	1
4.	100 87127	2103	2103	1	1	1	1
5.	100 87128	2103	2103	1	1	1	1
6.	100 87129	2103	2103	1	1	1	1
7.	100 87130	2103	2103	1	1	1	1
8.	100 87131	2103	2103	1	1	1	1
9.	100 87132	2103	2103	1	1	1	1
10.	100 87133	2103	2103	1	1	1	1
11.	100 87134	2103	2103	1	1	1	1
12.	100 87135	2103	2103	1	1	1	1
13.	100 87136	2103	2103	1	1	1	1
14.	100 87137	2103	2103	1	1	1	1
15.	100 87138	2103	2103	1	1	1	1
16.	100 87139	2103	2103	1	1	1	1
17.	100 87140	2103	2103	1	1	1	1
18.	100 87141	2103	2103	1	1	1	1
19.	100 87142	2103	2103	1	1	1	1
20.	100 87143	2103	2103	1	1	1	1
21.	100 87144	2103	2103	1	1	1	1
22.	100 87145	2103	2103	1	1	1	1

PRZYKŁADY.

Do §. 3.

1. Przykład. Obrachowanie zwrotnicy o krótkiej, silnie zakrzywionej iglicy, dla głównej kolei. Szerokość głowy iglicy lub opornicy wynosi 0.057 m. Obieramy $\rho_i = 190$ m, a na razie $g_z = 0.118$ m, kąt $\omega = 0^\circ 45'$. Gdy $\lg \cos \omega = 9.9999628$, to $\cos \omega = 0.9999142$

$$g_z : \rho_i = 0.0006211$$

$$\text{a z wz. 1. } \cos \gamma = 0.9992931$$

zaś $\log \cos \gamma = 9.9996928$; $\gamma = 2^\circ 9' 17''$.

$$\text{Z wz. 2 a... } i' = 190 \times 0.0245170 = 4.658 \text{ m.}$$

Tę wartość zaokrąglimy na $i' = 4.70$ m, a pozostawiwszy g_z jak powyżej, wyznaczmy zmienione wartości kątów ω i γ .

$$\text{Z wz. 3 a.: } \gamma - \omega = 1^\circ 25' 2.35''; \text{ z wz. 3 b.: } \frac{\gamma + \omega}{2} = 1^\circ 26' 19.2''$$

zatem $\gamma = 2^\circ 8' 50.4''$; $\omega = 0^\circ 43' 48.0''$

W celu przekonania się o ile rzut iglicy na opornicę różni się od długości iglicy, obrachowano podług powyższych kątów γ i ω

z wz. 2 b... $i = 4.6984$ m.

$$\text{Z wz. 3 c. obrachuje się } \eta' = 0.01542; \xi' = 2.42070 \text{ m}$$

a z wz. 4... $I'L = 2.8252$ m

Na tem kończy się obrachowanie zakrzywionej iglicy.

Wewnętrzna opornicę wraz z przylegającą do niej prostą iglicą, uróbimy według drugiego sposobu (rys. 5.), przeprowadzając w łukowym torze zwrotnicy zmienne rozszerzenie toru. W prostym torze zwrotnicy damy rozszerzenie $e = 6$ mm i takie same rozszerzenie obierzemy na skrawku w zwrotnym torze. Więc $g_w = g_z + 0.006 = 0.124$ m. Dozwólmy aby rozszerzenie e' na końcu I'' iglicy wyniosło 9 mm. Łuk opornicy ma być styczny do normalnej krawędzi zasadniczego toru. Podług wzorów 7. i 8. obrachowano $\xi'' = 1.7325$ m, zaś $\rho_o = 166.8$ m. Ponieważ ten promień jest mniejszy niż dopuszczalny, więc obierzemy $\rho_o = 180$ m. Jeżeli teraz zatrzymamy wymiar g_w i zachowamy warunek styczności łuku do krawędzi normalnej zasadniczego toru, to rozszerzenie e' wypadnie na 11 mm, co nie jest dozwolone. Z tego wynika że łuk musi przeciąć normalną krawędź toru zasadniczego.

Zaczem obierzemy $e' = 10$ mm i obrachujemy z wz. 7 b.

$$\xi'' = 2.0182; \eta'' = +0.00131 \text{ m (zweźzenie toru)}$$

a dla $w = 0.302$ m, wynika $e'' = 0.0068 \sim 0.007$ m.

konstrukcyjnych cofniemy punkt skreću iglicy o 0.045 m, zatem długość i_o' , którą mamy wprowadzić do dalszego rachunku wynosi

$$i_o' = 5.8 - 0.045 = 5.755 \text{ m.}$$

Kąt ω pozostawimy w pierwotnie obranej wartości, a obrachujemy ponownie g_z i kąt γ .

$$\text{Z wz. 2 c.: } \text{arc } \omega = 0.0095993$$

$$i_o' : \rho_i = 0.0234898$$

$$\text{arc } \gamma = 0.0330891; \quad \gamma = 1^{\circ}53'45.1''$$

$$\text{Z wz. 1 a.: } \lg \sin \frac{\gamma + \omega}{2} = 8.3292460$$

$$\lg \sin \frac{\gamma - \omega}{2} = 8.0698370$$

$$\lg 2 \rho_i = 2.6901961$$

$$\lg g_z = 9.0892791; \quad g_z = 0.1228 \approx 0.123 \text{ m}$$

$$\text{Z wz. 2 b.: } i_o = 5.7535 \text{ m.}$$

Następnie obrachowano z wz. 3 c. $\eta' = 0.01129$; $\xi' = 2.3518$; nareszcie z wz. 4. długość obrobioną zakrzywionej iglicy

$$I'L = 3.475 \text{ m.}$$

Wewnętrzna opornicę wraz z przylegającą do niej prostą iglicą założymy według pierwszego sposobu, to znaczy że przeprowadzimy stałe rozszerzenie e w łukowym torze zwrotnicy i rozjazdu. Obieramy $e = 15 \text{ mm}$, zatem $\rho_o = \rho_i - s - e = 243.550 \text{ m}$. Wymiar $P''N'' = \eta'' = e - \eta' = 0.00371$, $\xi'' = \xi' = 2.3518 \text{ m}$.

Dla układu podług rys. 4 a. wyznaczy się z wz. 4 a.

$$I''L' = 5.142 - 2.352 = 2.790 \text{ m.}$$

Z wz. 5. obrachowano $g_w = 0.139 \text{ m}$.

Następnie obrano odstęp między stykiem opornicy a końcem iglicy $w = 0.500 \text{ m}$, rozszerzenie toru w $I'' e' = 10 \text{ mm}$.

Na opornicy w L' nastąpi wklęsły załom między łukiem a prostą $L'I''$.

Od punktu I'' odegniemy tok łagodnym łukiem, dla którego obierzemy promień $\rho_o' = 200 \text{ m}$; wtedy odstęp punktu styczności Q od linii $P'I''$ obrachuje się z wz. 6.: $QI'' = \sqrt{2 \cdot 200 \cdot 0.010} = 2.00 \text{ m}$. W punkcie A'' powstanie rozszerzenie $e'' = \frac{(2.0 - 0.5)^2}{2 \cdot 200} = 0.0056 \text{ m} = 5.6 \text{ mm}$.

Szyna poprzedzająca styk A'' odegnie się podług powyższego promienia na długość 1.5 m. Między łukiem odgięcia a prostą przylegania $I''L'$ nastąpi wypukły załom. W rzeczywistości dano w Q załom szyny i wykonano linię QI'' prostą, na 1.25 m długą, przezco w A'' powstało rozszerzenie $e'' = 6 \text{ mm}$.

Jeżeli wykonamy układ podług rys. 4 b., to dla obrachowania wymiaru y wprowadzimy za $I''L'$ powyżej znaną wartość; wtedy $y = 0.064$, zaś z wzoru 4 b.

$$I''L' = \sqrt{2 \cdot 243.55 \cdot 0.0507} - 2.3518 = 2.618 \text{ m.}$$

Odgięcie opornicy i poprzedzającej szyny, nastąpi jak powyżej powiedziano.

Obrachowanie rzędnych dla iglicy i zakrzywionej opornicy nie przedstawia trudności.

W celu obrachowania odsunięcia końca iglicy (rys. 6.), obierzemy $v=0.060 m$. Zatem $y=0.005$, $x=\sqrt{2.245 \cdot 0.005}=1.5652$, zaś z wzoru 10.

$$z=0.060+0.058+\frac{(5.755-1.5652)^2}{2.245}=0.154 m$$

$$z'=\frac{5.285}{5.755} \cdot 0.154=0.1416 m.$$

Otóż zaokrąglimy $z'=0.140 m$, wtedy $z=\frac{5.755}{5.285} \cdot 0.140=0.1525 m$.

Przez to zaokrąglenie zmniejszy się v o $0.5 mm$.

Powyżej obrachowana zwrotnica w układzie rys. 4 a. odnosi się całkowicie do rozjazdu pruskich kolei państwowych, o stosunku skrzyżowania 1:10, ogłoszonego w „Organ f. d. F. d. E.“ z r. 1880.

Do §. 4.

3. Przykład. Obrachowanie zwrotnicy kolei wąskotorowej, $s=0.76 m$, $b=b_i=0.042 m$, $g_z=0.087 m$. Obierzemy $i'=3.0 m$ a obrachujemy z wz.

$$11. \sin \gamma = \frac{0.087}{3.0} = 0.029; \quad \gamma = 1^{\circ}39'42.5''.$$

$$\text{Z wz. 12.: } I'L = \frac{0.042}{0.087} 3.0 = 1.448 m.$$

Rozszerzenie e obierzemy na $5 mm$, więc $g_w=0.092 m$.

Jeżeliby wewnętrzna opornica miała pozostać prostą, a punkt A'' miałby leżeć na normalnej krawędzi, to wypadłoby $w=e \cotang \gamma = 0.172 m$. Ponieważ ten wymiar jest dla konstrukcyi za mały, a przy zwiększeniu np. na $0.3 m$ wynikłoby zwiężenie toru na styku opornic większe niż $3 mm$, zatem trzeba opornicę od punktu I'' odgiąć. Dla łuku tego odgięcia obieramy promień $\rho_0'=50 m$, natenczas długość łuku stycznego do normalnej krawędzi wyniesie $x=\sqrt{2 \cdot 50 \cdot 0.005}=0.707 m$. Jeżeli teraz obierzemy $w=0.3 m$, to w A'' nastąpi rozszerzenie $e'' = \frac{(0.407)^2}{100} = 1.7 mm$.

Z góry obierzemy grę cięgła $z'=0.090 m$, a wtedy najmniejsza szerokość żłobka nastąpi na skręcie w D' .

Do §. 6., 7., 8., 11.

4. Przykład. Obrachowanie prostego rozjazdu, z uwzględnieniem zwrotnicy obrachowanej w 1. przykładzie.

Ze względów konstrukcyjnych obrano dla rozjazdu (austr. państw. koleje syst. XI.) szerokość toru o $1 mm$ większą, zatem $s=1.436 m$. Promień osi toru zwrotnego obrano $\rho=200 m$, zatem $\rho_z = \rho + \frac{s}{2} = 200.718 m$. Również obrano na razie $p=3.0 m$. Na podstawie tych wartości obrachowano (str. 15.):

$$\lg \tan \varphi = 11.825863; \quad \varphi = 89^{\circ}8'37''$$

a z wz. 16 a... $\lg \sin(\varphi - \tau) = 9.9967835$; $\varphi - \tau = 83^{\circ}1'57''$, nareszcie $\tau = 6^{\circ}6'40''$.

Ponieważ obraną długość p uważano jako minimalną, więc zaokrąglenie kąta τ mogło tylko na mniejszą wartość być uskutecznione. Obrano $\tau = 6^{\circ}$, a z wzoru 16 b. obrachowano $p = 3.4381 m$.

Z konstrukcyi krzyżownicy wypadło $k' = 0.750$, $k'' = 1.450$ m.

Z wz. 16 c. obrachuje się $D'H = 16.1851$ m, zaś z wz. 16 d.:
 $E'W' = 6.7463$; $A'W' = 11.7463$; $WW' = 0.3709$ m.

Nareszcie z wz. 17.: $D''H = 16.130$ m.

Wewnętrzną opornicę urobimy drugim sposobem (str. 16.), wprowadzając w tor zwrotny zmienne rozszerzenie. Obrachujemy przedewszystkiem długość łuku FG'' (str. 17.), poczem wyznaczmy kąt δ :

$$\begin{aligned} \rho_z - s &= 199.282 \text{ m}; \quad \tau - \gamma = 3^{\circ}51'10''; \quad e = 0.005 \text{ dla } s = 1.436 \text{ m} \\ (\rho_z - s) \operatorname{arc}(\tau - \gamma) &= 13.40045 & \operatorname{arc} \delta &= \frac{13.34646}{199.282} = 0.0669727 \\ \frac{(s + e) \sin \gamma}{\operatorname{łuk} FG''} &= \frac{0.05399}{13.34646} & \delta &= 3^{\circ}50'14.1'' \end{aligned}$$

Długość cięciwy $c = 13.34385$ m, strzałka $y = 0.111687$ m.

Największe rozszerzenie e_0 obieramy na 0.022 m, natenczas $y' = 0.092187$, zaś z wz. 19 a.: $\rho_w = 241.436$ m. Tę liczbę zaokrąglimy na $\rho_w = 240$ m.

Następnie obrachujemy

$$\operatorname{arc} \sigma = \frac{0.005}{13.34385} = 0.000374704; \quad \sigma = 0^{\circ}1'17.3''$$

z wz. 19 b.: $\sin \frac{\varepsilon}{2} = \frac{13.34385}{2.240}$; $\varepsilon = 3^{\circ}11'9.68''$

$$\sigma' = \frac{\delta - \varepsilon}{2} = 0^{\circ}19'32.21''$$

Z wz. 19 c.: Gdy $g_w = g_z + e = 0.123$ m, więc

$$\xi = 10.3301; \quad \eta = 0.0994$$

Z wz. 19 d.: $E''G'' = 13.3455$ m.

Rozjazdu nie układano z całych szyn, zatem $L_0 = D''H = 16.130$ m.

Dla szematu obrachuje się podług wz. 26.:

$$a = 8.180 \text{ m}; \quad b = c = 15.150 \text{ m}. \quad \text{Dług. } a + b = 23.330 \text{ m}.$$

Rozjazd w 4. przykładzie rachowany zgadza się prawie zupełnie z rozjazdem austr. państw. kolei żel. syst. XI.

Na długość toków toru zasadniczego składają się długości $w + i + D''H + k' + k'' + q'$, co w naszym przykładzie wynosi $23.330 + q'$. Chcemy aby długość q' wyniosła około 3.5 m, wtedy całkowitą długość zewnętrznego toku obierzemy na 4 szyny, z których jedna 6 m długa, a 3 po 7 m długości. Gdy jeszcze na trzy szpary dodamy po 0.006 m, to całkowita długość wyniesie $27.018 = 23.330 + q'$. Ztąd wyznaczmy się długość $q' = 3.688$ m.

Na długość wewnętrznego toku toru zwrotnego składają się długości $w + i + E''G'' + p + k'' + q''$ czyli $23.234 + q''$. Jeżeli całkowitą długość tego toku ułożymy jak powyżej, to wypadnie $q'' = 3.784$ m.

Do §§. 6. do 11.

5. Przykład. Stosując zwrotnicę obrachowaną w 2. przykładzie, chcemy obrachować rozjazd. Obierzemy promień $\rho_z = 245$ m, taki sam jak dla zakrzywionej iglicy, możemy zatem do obrachowania kąta τ i prostej p zastosować wzory §. 10. W celu przybliżonego obrachowania kąta τ z wzoru 24 a., obierzemy na razie $p = 2.5$ m, a $\omega = 0$.

$$\begin{aligned} \text{tang } \varphi &= \frac{245}{2.5} = 98.0; \quad \varphi = 89^{\circ}24'55'' \\ \sin(\varphi - \tau) &= \frac{245 - 1.435}{2.5} \cos \varphi; \quad \varphi - \tau = 83^{\circ}46'28'' \\ &\text{zatem } \tau = 5^{\circ}38'27'' \end{aligned}$$

zaś $\text{tang } \tau = 0.09829$. Tę wartość zaokrągliły na

$$\text{tang } \tau = 0.10, \text{ a wtedy } \tau = 5^{\circ}42'38.13''$$

Przez to zaokrąglenie zmieniła się długość prostej p , którą wyznaczymy z wz. 24 b.:

$$\begin{aligned} \lg 2 \varrho_w \sin \frac{\tau + \omega}{2} \sin \frac{\tau - \omega}{2} &= 0.0808424, \text{ a liczba} = 1.204598, \\ \text{zatem } p &= \frac{1.435 - 1.204598}{\sin \tau} = 2.3155 \text{ m.} \end{aligned}$$

Podług §. 6. wzór 15 a. znajdziemy, gdy $v = 49 \text{ mm}$, $k' = \frac{49}{0.1} + 300 = 790 \text{ mm}$. Tylną szerokość dzioba obrano na 146 mm , to znaczy mniejszą niż $b + b'$, więc podług wz. 15 b.: $k'' = \frac{146}{0.1} = 1460 \text{ mm}$.

Z powodu że wymiary g_z , g_w i γ w 2. przykładzie odnoszą się do skrzywienia, to dla dalszego rachunku trzeba, stosownie do uwagi zamieszczonej na końcu §. 3., te wymiary odnieść do początku iglicy. Otóż znajdziemy $\text{arc } \gamma = \text{arc } 33' + \frac{5.8}{245} = 0.03327278$, $\gamma = 1^{\circ}54'23.35''$; $g_z = 5.8 \cdot \text{tang}(1^{\circ}13'41.68'') = 0.12435$; $g_w = 0.1401 \text{ m}$.

Stosując te zmienione wymiary obrachujemy z wz. 16 c.:

$$D'H = 245 \cdot \text{arc}(3^{\circ}48'14.78'') + 2.3155 - 0.79 = 17.792 \text{ m.}$$

Z wz. 17. w §. 8. znajdziemy

$$\begin{aligned} D''H &= 2.245 \cdot \cos(3^{\circ}48'30.74'') \sin(1^{\circ}54'7.39'') + 2.3155 \cos(5^{\circ}42'38.13'') - 0.79, \text{ czyli} \\ D''H &= 17.7417 \text{ m.} \end{aligned}$$

Ponieważ rozkładu z całych szyn nie uskutecziono, więc podług §. 9. jest $D''H = L_o = 17.742 \text{ m}$.

W łuku zwrotnym zastosujemy to samo stałe rozszerzenie toru 15 mm co w zwrotnicy (przykł. 2.), zatem

$$\varrho_w = 245 - 1.435 - 0.015 = 243.55 \text{ m.}$$

Styczne przejście LG'' (podł. §. 8. rys. 13.) obrachuje się z wz. 18 a.:

$$LG'' = \sqrt{2.243.55.0.015} = 2.7031 \text{ m, a z wz. 18 b.:$$

$$\log \text{tang } \sigma = 8.0452666; \quad \sigma = 0^{\circ}38'9.15''$$

Z wzoru 18 c.: $\varrho_w \text{arc}(\tau - \gamma - \sigma) = 13.4674$; $LG'' = 2.7031 \text{ m}$; $(s + e) \sin \gamma = 0.04824$, zatem $E''G'' = 16.122 \text{ m}$.

Podług §. 11. wz. 26., gdy $w = 0.5 \text{ m}$, znajdziemy:

$$a = 10.446 \text{ m}; \quad b = c = 15.846 \text{ m.}$$

Nareszcie obrano $q' = 3.725$, $q'' = 3.818 \text{ m}$.

Obrachowanie przeprowadzone w 5. przykładzie odnosi się do tego rozjazdu pruskich państw. kolei żelaznych ($n = 0.10$), dla którego obrachowano 2 przykład.

6. Przykład. Obračowanie rozjazdu dla wąskiego toru. Zużytkujemy zwrotnicę o prostych iglicach, obracowaną w 3. przykładzie. Obierzemy $q_z = 60 \text{ m}$, a na razie $p = 0.6 \text{ m}$. Dla wartości s , g_z i γ z 3. przykładu obracujemy kąt τ z wz. 16 a. W tym celu znajdziemy naprzód $\text{tang } \varphi = 100.00$; $\varphi = 89^{\circ}25'37.4''$

$$\sin(\varphi - \tau) = \frac{59.97477 - 0.673}{0.6} \cos \varphi; \quad \varphi - \tau = 81^{\circ}13'52.1''$$

zatem $\tau = 8^{\circ}11'45.3''$; $\text{tg } \tau = 0.14403$.

Tę wartość zaokrąglimy na mniejszą i obierzemy

$$\text{tang } \tau = 0.14; \quad \tau = 7^{\circ}58'10.6''$$

$$\text{Z wz. 16 b. znajdziemy } p = \frac{0.673 - 0.554256}{\sin \tau} = 0.85644 \text{ m.}$$

Z wz. 16 c.: Gdy się obierze $k' = 0.6$, $k'' = 0.85 \text{ m}$, znajdzie się

$$D'H = 6.6055 + 0.8564 - 0.6 = 6.8620 \text{ m}$$

Z wz. 17.: $D''H = 6.5788 + 0.8482 - 0.6 = 6.8270 \text{ m}$.

Rozkładu z całych szyn nie wykonujemy, więc $D''H = L_o$. Wewnętrzny tok toru zwrotnego poprowadzimy równoległe do zewnętrznego toku, a rozszerzenie damy na $e = 12 \text{ mm}$, zatem $q_w = 60 - 0.76 - 0.012 = 59.228 \text{ m}$.

Długość stycznej LG'' i kąt σ znajdziemy z wzorów 18 a. i b.:

$$LG'' = \sqrt{2 \cdot 59.228 \cdot 0.012} = 1.1922$$

$$\text{tang } \sigma = \frac{LG''}{q_w} = 0.0201288; \quad \sigma = 1^{\circ}9'11.3''.$$

Podług tych samych wzorów znajdzie się styczne przejście z punktu E'' do łuku (rys. 13 a.), mianowicie:

$$E''L' = \sqrt{2 \cdot 59.228 \cdot 0.007} = 0.9106$$

$$\text{tang } \sigma' = \frac{E''L'}{q_w} = 0.0153745; \quad \sigma' = 0^{\circ}52'50.9''.$$

Z wz. 18 c.: $E''G'' = 6.4994$.

Nareszcie z wz. 26.:

$$a = 0.30 + 3.00 + 6.8270 + 0.6 - 5.4550 = 5.2720 \text{ m.}$$

$$b = c = 5.4550 + 0.85 = 6.3050 \text{ m.}$$

Długość zewnętrznego prostego toku ułożymy z dwóch szyn 7.5 metrowych, a doliczywszy 6 mm szpary, wyniesie ta długość 15.006 m. Odjawszy od niej $a + b$, otrzyma się $q' = 3.429 \text{ m}$.

Na długość wewnętrznego toku składa się

$$0.30 + 3.00 + 6.4994 + 0.8564 + 0.85 + q'' = 15.006 \text{ m,}$$

ząd znajdziemy $q'' = 3.500 \text{ m}$.

Do §§. 15., 16. i 21.

7. Przykład. Obračowanie jednostronnego łukowego rozjazdu kolei normalnotorowej. Dla urobienia takiego rozjazdu użyjemy rozjazd prosty obracowany w 5. przykładzie, z powodu że tor zwrotny tego rozjazdu jest wielkim promieniem zakrzywiony. Rachunek przeprowadzimy I. sposobem.

Obierzemy na razie $\beta = 1^{\circ}20'$, zaś $p' = 1.6 \text{ m}$. W 5. przykładzie obracowaliśmy $L_o = 17.742 \text{ m}$, $k' = 0.79 \text{ m}$, zatem z wz. 27.

$$r - \frac{s}{2} = \frac{17.742 - 0.81}{0.023271} = 727.60 \text{ m}$$

Zaokrąglymy $r = 700 \text{ m}$, więc $r_z = 700 \cdot 7175$, $r - \frac{s}{2} = 699 \cdot 2825 \text{ m}$.

Podług ostatniej wartości obrachujemy z wz. 27.

$$\text{arc } \beta = \frac{16 \cdot 932}{699 \cdot 2825}, \quad \beta = 1^\circ 23' 14 \cdot 36''.$$

Z wz. 28. obrachuje się promień zewnętrznego toku toru zwrotnego

$$\varrho_z = \frac{1 \cdot 88858 - 1 \cdot 30061 + 0 \cdot 15921}{2 \sin^2(2^\circ 35' 44 \cdot 57'')} = 182 \cdot 1487 \text{ m}.$$

Z wz. 29. $p'' = \frac{1 \cdot 30661 - 1 \cdot 12463 - 0 \cdot 08694}{\sin(2^\circ 35' 44 \cdot 57'')} = 2 \cdot 0984 \text{ m}.$

Promień ϱ' w osi toru zwrotnego obierzemy na 180 m , więc $\varrho_z' = 180 \cdot 7175 \text{ m}$, zatem z wzoru 30.: $\Delta = 0 \cdot 0649$.

Z wzorów 31 *a.* do *d.* obrachowano długości toków:

Tok wewnętrzny łuku toru zasadniczego	$19 \cdot 992 + q'$
" zewnętrzny " " "	$20 \cdot 027 + q'$
" " " " zwrotnego	$20 \cdot 062 + q''$
" wewnętrzny " " "	$19 \cdot 932 + q''$

Nareszcie obrachuje się szemat podług wz. 45. w §. 21.:

$$a' = 14 \cdot 775; \quad a'' = 11 \cdot 304 \text{ m}$$

$$b = 11 \cdot 535; \quad c = 15 \cdot 001 \text{ m}.$$

W prostym rozjeździe wynosi $a + b = 26 \cdot 294$, zaś w powyższym łukowym $a' + b = 26 \cdot 310 \text{ m}$.

Do §. 15., 18. i 21.

8. Przykład. Obrachowanie dwustronnego łukowego rozjazdu I. sposobem, na podstawie prostego rozjazdu obrachowanego w 5. przykładzie. W tym przykładzie obrachowaliśmy następujące elementa:

$$g_z = 0 \cdot 12435; \quad \gamma = 1^\circ 54' 23 \cdot 35''; \quad \tau = 5^\circ 42' 38 \cdot 13''; \quad L_0 = 17 \cdot 742; \quad k' = 0 \cdot 790 \text{ m};$$

$$k'' = 1 \cdot 460 \text{ m}.$$

Na razie obierzemy $p' = 2 \cdot 0 \text{ m}$, $\beta = 2^\circ$, to z wz. 34. znajdziemy $r + \frac{s}{2} = r_z = 473 \cdot 607 \text{ m}$. Zaokrąglając na mniejszą liczbę, ustanowimy $r = 470 \text{ m}$, zatem $r_z = 470 \cdot 7175 \text{ m}$.

Powiedzmy że chcemy pozostawić obraną długość $p' = 2 \cdot 0 \text{ m}$, to zmieni się kąt β , który z wz. 34. wyznaczy się na $\beta = 2^\circ 0' 44 \cdot 2''$. Na podstawie tych wartości obrachuje się z wz. 35.:

$$\begin{array}{ll} \text{logar. licznika} & = 9 \cdot 3925281 \\ \text{logar. mianown.} & = 6 \cdot 6892808 \\ \hline \text{lg } \varrho_z & = 2 \cdot 7032473 \end{array} \quad \varrho_z = 504 \cdot 9487 \text{ m}$$

Z wz. 36.:

$$\begin{array}{ll} \text{logar. licznika} & = 8 \cdot 6352323 \\ \text{logar. mianown.} & = 8 \cdot 1941254 \\ \hline \text{lg } p'' & = 0 \cdot 4411069 \end{array} \quad p'' = 2 \cdot 7613 \text{ m}.$$

Zaokrąglymy ϱ na 500 m , wtedy $\varrho_z' = 500 \cdot 7175 \text{ m}$, a z wz. 37.

$$\Delta = 0 \cdot 0662 \text{ m}.$$

Długości toków pomijamy.

Daty dla szematu obrachujemy z wz. 46.:

$$\begin{aligned} a' &= 14\cdot5497 \text{ m}; & a'' &= 8\cdot1693 \text{ m} \\ b &= 11\cdot7097 \text{ m}; & c &= 18\cdot0974 \text{ m}. \end{aligned}$$

9. Przykład. Obrachowanie dwustronnego łukowego rozjazdu II. sposobem, przy użyciu zwrotnicy obrachowanej w 1. przykładzie. W tym przykładzie znaleźliśmy $g_s=0\cdot118$, $\gamma=2^{\circ}8'49\cdot5''$.

Kąt $\tau=6^{\circ}$, taki sam jak w 4. przykładzie, zatem $k'=0\cdot75$, $k''=1\cdot450$; tylko długości L_o obrachowanej w tym przykładzie nie zatrzymamy, lecz postępując II. sposobem wskazanym w §. 15., wykonamy próbny wykres rozjazdu dwustronnego dla $\beta=2^{\circ}$. Z tego wykresu wyznaczaliśmy długość DH w osi toru zasadniczego około $15\cdot5 \text{ m}$ a p' około $4\cdot75 \text{ m}$. Stosując wz. 34., w który za L_o wstawimy ową długość DH , obrachujemy $r + \frac{s}{2} = r_s = 329\cdot45 \text{ m}$.

Ten wymiar zaokrąglimy na $r = 330 \text{ m}$, zatem $r_s = 330\cdot718 \text{ m}$, gdyż s w 4. przykładzie wprowadzono na $1\cdot436 \text{ m}$. Jeżeli pozostawimy $\beta=2^{\circ}$, $p' = 4\cdot75 \text{ m}$, to pierwotnie obrana długość DH cośkolwiek się zmieni.

Ustaliwszy powyższe wartości obrachujemy z wz. 35.:

$$\begin{aligned} \text{logar. licznika} &= 9\cdot2737326 \\ \text{logar. mianown.} &= 6\cdot7183326 & \varrho_s &= 359\cdot253 \text{ m}. \\ \lg \varrho_s &= 2\cdot5554000 \end{aligned}$$

Z wz. 36.:

$$\begin{aligned} \text{logar. licznika} &= 8\cdot8807964 \\ \text{logar. mianown.} &= 8\cdot2086513 & p'' &= 4\cdot7005 \text{ m}. \\ \lg p'' &= 0\cdot6721451 \end{aligned}$$

W tym (wykonanym) przykładzie zaokrąglono ϱ na 330 m , przezco wypadło (z wz. 37.) $\Delta = 0\cdot4614 \text{ m}$.

Pomijamy obrachowanie długości toków. Szemat z wz. 46.:

$$\begin{aligned} a' &= 10\cdot762 \text{ (10\cdot769) m}; & a'' &= 5\cdot982 \text{ (5\cdot982) m} \\ b &= 11\cdot960 \text{ (11\cdot959) m}; & c &= 16\cdot746 \text{ (16\cdot747) m}. \end{aligned}$$

Powyższy przykład prawie dokładnie zgadza się z tak zwanym symetrycznym rozjazdem austr. państw. kolei żelaznych; długości szematu tego rozjazdu podane w nawiasie, okazują dobrą zgodność z długościami w powyższym przykładzie obrachowanymi.

Do §. 20. i 21.

10. Przykład. Obrachowanie zupełnie symetrycznego rozjazdu dla szerokości toru $0\cdot76 \text{ m}$. Obrachowanie przeprowadzimy I. sposobem na podstawie prostego rozjazdu, obrachowanego w 6. przykładzie. Dla tego rozjazdu wyznaczaliśmy:

$$g_s=0\cdot087; \gamma=1^{\circ}39'42\cdot5''; \tau=7^{\circ}58'10\cdot6''; L_o=6\cdot8270 \text{ m}; k'=0\cdot6 \text{ m}.$$

Z wz. 42.:

$$\begin{aligned} \text{logar. licznika} &= 9\cdot2543450 \\ \text{logar. mianown.} &= 7\cdot1798159 & r_s &= 118\cdot7214 \text{ m}. \\ \lg r_s &= 2\cdot0745291 \end{aligned}$$

Z wz. 41.:

$$\begin{aligned} \text{logar. licznika} &= 7.1301085 \\ \text{logar. mianown.} &= 7.1798159 \\ \lg p &= 9.9502926 \end{aligned} \quad p = 0.8918 \text{ m.}$$

Jeżeli dla mianownika zastosujemy przybliżony wzór 43., to znajdziemy $r_z = 118.748$, zaś $p = 0.8920 \text{ m}$, więc różnice znikomo małe; podług tych wartości obrachowane L_o z równania a . wynosi 6.8287 m , czyli różni się od powyższego o 1.7 mm .

Promień r zaokrąglimy na 115 m , to $r'_z = 115.38 \text{ m}$, zaś z wz. 44.

$$\Delta = 0.092 \text{ m.}$$

Nareszcie obrachuje się podług wz. 47., poprawionego w wykazie sprostowań:

$$a = 0.30 + 3.00 + 6.5285 + 0.8897 - 5.4682 = 5.2500 \text{ m}$$

$$b = c = 5.4550 + 0.85 = 6.3050 \text{ m.}$$

Do §§. 23., 24., 25.

11. Przykład. Obrachowanie dwustronnego skupienia rozjazdów, podług rozjazdu obrachowanego w 4. przykładzie. Przyпускаjemy że obydwa rozjazdy są jednakowe, dla których wyznaczono następujące dane:

$$g_z = 0.118; \gamma = 2^{\circ}8'50''; i' = 4.7 \text{ m}; \rho = 200 \text{ m.}$$

Podług §. 23. wyznaczony się $y = -0.02286$, a na podstawie z rysunku znalezionej wartości $\eta = 0.285$, znajdzie się z wz. 48 $c \dots \xi = 3.597 \text{ m}$; z wz. 49. $\min v = 8.297 \text{ m}$, którą wartość zaokrąglamy na większą, **$\min v = 8.3 \text{ m}$** , jako najmniejszy odstęp końców iglic po sobie następujących rozjazdów.

Dla obrachowania skupienia podług §. 24., potrzebne są jeszcze następujące wymiary prostego rozjazdu: $\tau = 6^{\circ}$, $k' = 0.75$, $L_o = 16.130 \text{ m}$. Przyпускаjemy że punkt skrzyżowania O wypada na prostej $G'K$.

Z wz. 50.: $\cos(\varepsilon_2 + \tau) = 0.9899082 - 0.0038836 = 0.9860246$, $\lg \cos(\varepsilon_2 + \tau) = -9.9938878$, $\varepsilon_2 + \tau = 9^{\circ}35'24.46''$, a ztąd $\varepsilon_2 = 3^{\circ}35'24.46''$. Z wz. 51. $l = 3.5492 \text{ m}$.

Ponieważ prosta $G'K$ posiada tylko 3.4381 m długości, zatem punkt O wpada na łuk (rys. 31.). Moglibyśmy zatem ponownie przeprowadzić obrachowanie podług wzorów 53. do 56., albo obrać większy wymiar dla v , albo nareszcie przez zmniejszenie promienia łuku $D'G'$ cofnąć punkt G' przed punkt O . Zwiększenie odstępu v jest w tym przypadku niedopuszczalne, gdyż zmniejszyłaby się długość l , która już jest ledwie wystarczającą. Można jednakże zastosować zmniejszenie promienia ρ z 200 na 180 m , zatem o

$$\Delta = 20 \text{ tang} \frac{\tau - \gamma}{2} = 0.6727 \text{ m}$$

zwiększy się prosta p , a tej samej długości prosta powstanie przy D' . Przed punktem O powstała przeto prosta na długość $p + \Delta - l = 0.562 \text{ m}$.

Wymiary dla krzyżownicy O obrachowano na podstawie stosunku skrzyżowania $n_o = 0.170$ z wzorów

$$k_o' = \frac{45}{n_o} + 295 = 0.560 \text{ m}; \quad k_o'' = \frac{57 + 110}{n_o} \approx 1.00 \text{ m.}$$

Jeżeli dla skrzyżowania O zastosuje się laną tarczę o powyższych wymiarach, natenczas szyna między krzyżownicami O i K otrzyma długość $l - k' - k_o'' = 1.799 \text{ m}$, co jeszcze jest możliwe. Dla krzyżownicy z szyn urobionej przedstawiają się wszystkie stosunki korzystnie.

Długość $D_1'O$ wynosi $5\cdot0553 m$.

Ponieważ obydwa rozjazdy skupienia są jednakowe, więc dla szematu jest $A(A_1) = SS_1 = v = 8\cdot3 m$.

12. Przykład. Obrachowanie dwustronnego skupienia rozjazdów dla wąskiego toru. Rozjazdu obrachowanego w 6. przykładzie nie można użyć do skupienia, gdyż z powodu jego małej długości odstęp OK wypada za mały. Obierzemy rozjazd nr. 21. z I. tabeli, a obydwa rozjazdy skupienia jednakowe. $s = 0\cdot75 m$; $g_z = 0\cdot090 m$; $\gamma = 1^{\circ}43'6''$; $i = 3\cdot0 m$; $\text{tang } \tau = 0\cdot125$; $\tau = 7^{\circ}7'30''$; $q_z = 75 m$; $p = 0\cdot9237 m$; $k' = 0\cdot64$, $k'' = 1\cdot08 m$; $L_o = 7\cdot3302 m$. Na podstawie przesunięcia iglicy $z = 0\cdot080 m$, wyznaczono $\eta = 0\cdot180 m$ a z wz. 48 c.... $\xi = 2\cdot0589 m$, a zatem z wz. 49. po zaokrągleniu, $v = 5\cdot06 m$.

Z wz. 50. wyrachowano $\varepsilon_2 + \tau = 10^{\circ}6'15\cdot5''$, $\varepsilon_2 = 2^{\circ}58'45\cdot5''$.

Z wz. 51. $l = 1\cdot2711 m$, zatem między punktem O a krzyżownicą K pozostaje długość $l - k' = 0\cdot631 m$, już ledwie wystarczająca dla urobienia krzyżownicy O z szyn.

Ponieważ $l > p$, więc punkt O leży na łuku. Cofniemy koniec łuku przez zmniejszenie promienia q_z na $65 m$; wtedy prosta p zwiększy się na $p' = 1\cdot3959 m$.

Nareszcie wypada długość $D_1'O = 1\cdot6507 m$, jeszcze wystarczająca.

Do §. 26.

13. Przykład. Obrachowanie podwójnego rozjazdu.

Za podstawę do tego obrachowania obierzemy prosty rozjazd 4. przykładu. Podług wartości wziętych z tego przykładu obrachowano podług wz. 57. $\varepsilon = 9^{\circ}50'56''$, a z wz. 58. $AO = 14\cdot7117 m$.

L_o pozostaje takie same jak w prostym rozjeździe.

14. Przykład. Ponieważ zarząd kolei, z której wzięliśmy 4. przykład, posiada dla innych celów krzyżownice o kącie skrzyżowania 8° , więc chcemy kąt ε znaleziony w 13. przykładzie zmniejszyć na $\varepsilon_o = 8^{\circ}$. Dla partyi $D'O$ pozostawimy promień osi toru zwrotnego $q = 200 m$, taki sam jak w prostym rozjeździe, zatem $q_z' = 200\cdot718 m$, a obrachujemy z wz. 59 b. $p_o = 3\cdot6125 m$, a z wz. 58 a.... $AO = 15\cdot0867 m$.

Dla partyi OK obierzemy $p = 1 m$, a obrachujemy z wz. 59 c. $q_z = 201\cdot6571 m$.

Tę wartość zmniejszymy na $q = 200 m$, zatem $q_z' = 200\cdot718 m$ i obrachujemy z wz. 59 d. $p' = 1\cdot0273 m$.

Wstawienie prostej między O a początek łuku, przynajmniej tak długiej jak tylna część krzyżownicy O , jest nawet przy zmniejszeniu promienia q na $180 m$ niemożliwe.

Do §. 28.

Przeprowadzone obrachowanie pierwszego sposobu jednostronnego skupienia (podl. rys. 36.) dla rozjazdów obrachowanych w 4. przykładzie wykazało, że takie skupienie przy zastosowaniu najmniejszych promieni $180 m$ jest niemożliwe.

Do §§. 23., 29. i 30.

15. Przykład. Obrachować drugi sposób jednostronnego skupienia rozjazdów (rys. 38.), stosując elementa rozjazdu obrachowanego w 4. przykładzie. Ponieważ te same elementa w obydwu rozjazdach się znajdują, zatem $g_2 = g_{21}$, $i = i_1$, $\gamma = \gamma_1$ i $\tau = \tau_1$.

Wszystkie w grę wchodzące promienie, jakoto ϱ , ϱ_1 i ϱ_2 w osi obie-ramy na 180 m.

Przedewszystkiem wyznaczmy podług wskazówek §. 23. kąt δ dla najmniejszego odstepu rozjazdów.

Gdy $\gamma = 2^{\circ}8'50''$, zaś $\varrho_2 = 180 \cdot 718$ (dla $s = 1 \cdot 436$ m); następnie gdy $g_2 = 0 \cdot 118$ a $e = 0 \cdot 010$, to z wzoru 48 d. otrzyma się $y' = + 0 \cdot 001154$.

Wymiar η obierzemy taki sam jak dla 11. przykładu, więc $\eta = 0 \cdot 285$ m, a z wz. 48 e. wyrachujemy

$$\sin \delta = \sqrt{\frac{2 \times 0 \cdot 283846}{179 \cdot 272}} = \sqrt{0 \cdot 00316666}$$

$\lg \sin \delta = 8 \cdot 7503001$, zaś $\delta = 3^{\circ}13'33 \cdot 3''$.

Dla przekształcenia I. rozjazdu obrachuje się z wz. 66. $p = 1 \cdot 82274$ m.

Ta długość jest większa niż $k' = 0 \cdot 75$ m, zatem nie jest za mała.

Następnie wyznaczmy podług wz. 68. $\varepsilon = 7^{\circ}33'32''$, zaś podług wz. 69. i 70. $l_0 = 3 \cdot 69018$ m, $m = 10 \cdot 04770$ m.

Z wzorów 63. i 64., uproszczonych z powodu że $\tau = \tau_1$, wyznaczy się $p_1 = 1 \cdot 21655$ m, $K_1 T = 25 \cdot 17639$ m.

Ponieważ prosta p_1 otrzymała również możliwą długość, zatem sku-pienie jest możliwe.

Ze względu na małe długości prostych p i p_1 , jest wstawienie krzy-żownicy O o kącie 8° , którą posiada zarząd austriackich kolei państwowych, niemożliwe, jeżeli się niechce dopuścić mniejszych promieni niż 180 m.

Szemat skupienia obrachowano podług wz. 73. i 74.:

$$a = 9 \cdot 9222 \text{ m}, \quad a_1 = 15 \cdot 7108 \text{ m}$$

$$b = c = 15 \cdot 1503 \text{ m}, \quad b_1 = c_1 = 15 \cdot 1503 \text{ m}$$

$$e = 11 \cdot 5137 \text{ m}, \quad e_1 = 5 \cdot 7886 \text{ m}.$$

Do §. 31.

16. Przykład. Skrzyżowanie prostych torów kolei normalnotorowej pod kątem $\alpha = 8^{\circ}$. Dla krzyżownicy jest $k' = 0 \cdot 850$ m, $k'' = 1 \cdot 150$ m. Z obracho-wania wynika

$$K_1' K = 10 \cdot 2607; \quad u = 11 \cdot 4107 \text{ m}.$$

$K_1 K_2$

Do §. 33 a.

17. Przykład. Do rozgałęzienia zastosujemy rozjazd obrachowany w 4. przykładzie dla $\tau = 6^{\circ}$, $a = 8 \cdot 180$ m, $b = c = 15 \cdot 150$ m. Odstep torów

$$d = 4 \cdot 75 \text{ m}, \quad r = 200 \text{ m}.$$

Z wz. 76. wyznaczy się $l = 19 \cdot 8106$ m

Z wz. 77. „ „ $AW' = 53 \cdot 3732$ m

Z wz. 78. „ „ $P = 63 \cdot 8547$ m.

Przy obranym odstępnie torów wypadła ukres w prostej l , zatem gdy $d_0 = 3.50 m$, to podług wz. 79 a. $P_0 = 41.4803 m$.

18. Przykład. Dane te same co w poprzednim przykładzie z wyjątkiem odstępnie torów, który obierzemy $d = 4.50 m$. Podług powyżej przytoczonych wzorów obrachuje się $l = 17.4189 m$

$$AW' = 50.9946 m$$

$$P = 61.4761 m.$$

Ponieważ wyraz $r(1 - \cos \tau) = 1.09562$ jest większy niż $d - d_0 = 1.0 m$, więc podług rys. 42 a. wypadła punkt O na łuku MN . Dla obrachowania odstępnie ukresu od punktu A zastosujemy zatem wz. 79 b. Mianowicie wyznaczymy naprzód $\cos \varphi = 0.995$ i $\varphi = 5^\circ 43' 55''$, zatem $x = 19.9749$, zaś $P_0 = 41.5012 m$.

19. Przykład. Rozgałęzienie dwóch torów równoległych o szerokości toru $0.76 m$. Dane dla rozjazdu weźmiemy z 6. przykładu, więc $n = 0.14$; $\tau = 7^\circ 58' 10.6''$; $a = 5.2720 m$, $b = c = 6.3050 m$. Obierzemy odstęp torów $d = 3.0 m$, $r = 80.0 m$, a $d_0 = 2.4 m$.

$$\text{Obrachowano z wz. 76. } l = 9.7597 m$$

$$\text{„ } 77. AW' = 26.7006 m$$

$$\text{„ } 78. P = 32.2734 m.$$

Ponieważ $r(1 - \cos \tau) = 0.77266$ jest większe niż $d - d_0 = 0.6$, więc zachodzi przypadek przedstawiony na rys. 42 a., w którym punkt O wypadła na łuk MN . Zatem $\cos \varphi = 0.9925$; $\varphi = 7^\circ 1' 22.0''$; $x = 9.7811 m$, zaś

$$P_0 = 22.4923 m.$$

Do §. 33 b.

20. Przykład. Dane dla kolei normalnotorowej te same co w 17. przykładzie, z wyjątkiem odstępnie torów, który obieramy na $d = 9.0 m$. Również obieramy $l = 3.0 m$, $l_1 = 6.0 m$, $r = 200 m$.

Przedewszystkiem przekonamy się, czy dla obranego odstępnie torów można wprowadzić odwrotne łuki. W tym celu obrachujemy z wz. 81. $\min d = 3.6200 m$, z czego wynika, że już przy zwykłych odstępnie torów na stacyach, wynoszących $4.5 m$, można skutecznie odgałęzienie za pomocą odwrotnych łuków.

Przechodząc do obrachowania przypadku na rys. 43. przedstawionego, wyznaczymy naprzód $\lg \tan \varphi = 1.8239087$, zaś $\varphi = 89^\circ 8' 26.2''$; poczem obrachujemy z wz. 80. $\lg \sin(\varphi - \delta) = 9.9909651$, więc $\varphi - \delta = 78^\circ 21' 12.2''$, zaś

$$\delta = 10^\circ 47' 14.0''.$$

$$\text{Z wz. 82. wyznaczy się } AW'_1 = 34.5449 m$$

$$W_1 W'_1 = 2.7691 m$$

$$AW' = 67.2007 m$$

$$\text{Z wz. 83. } P = 86.0838 m.$$

Bez włożenia odwrotnych łuków wypadłaby długość $P = 104.2927 m$, zatem zastosowanie odwrotnych łuków spowodowało skrócenie całkowitej długości układu o $18.2069 m$.

Z wykresu przekonano się, że punkt O wypadł podług rys. 43 a. na łuk $M_1 N_1$, zatem do obrachowania odstępnie P_0 trzeba zastosować wzór 85.

Wyznamy naprzód $y=0.80157$, następnie obrachujemy $\cos \varphi=0.98650785$ i $\varphi=9^{\circ}25'18.0''$, nareszcie

$$P_o = 38.0647 \text{ m}$$

zatem mniejsze niż w przykładach 17. i 18.

Do §. 34.

21. Przykład. Kolej normalnotorowa, rozjazd z 4. przykładu, więc $\tau=6^{\circ}$, $a=8.180 \text{ m}$, $b=c=15.150 \text{ m}$. Chcemy wyznaczyć możliwie największe odchylenie α dla odstępów $d=4.75$, $d_1=d_2=4.5 \text{ m}$, $l=l_1=2.5 \text{ m}$, $r=200 \text{ m}$. Na razie, nie znając kąta α , obieramy $u=11.0 \text{ m}$. Dla tych danych jest $\lg \tan \varphi=1.1706962$, zaś $\varphi=86^{\circ}8'18.2''$.

Z wz. 89. obrachujemy $\lg \sin(\varphi-\alpha)=9.9903535$, więc $\varphi-\alpha=77^{\circ}58'6.5''$, nareszcie $\alpha=8^{\circ}10'11.7''$.

Ponieważ zarząd austr. kolei państwowych, do których przykład się odnosi, posiada lane krzyżownice o kącie skrzyżowania $8^{\circ}0'0''$, zatem zatrzymamy $\alpha=8^{\circ}$. Dla tego kąta obrachowano w 16. przykładzie $u=11.4107 \text{ m}$.

Zatrzymawszy resztę danych jak powyżej, z wyjątkiem długości prostej l_1 , którą mamy wyznaczyć, obrachujemy

$$\text{z wz. 86. } l_1 = 2.9743 \text{ m}$$

$$\text{„ 87. } l_2 = 9.5118 \text{ m}$$

$$\text{„ 88. } l_3 = 6.9374 \text{ m.}$$

Ostatnia wartość okazuje, że nie potrzeba zwiększać odstepu między III. a IV. torem.

Obrachowania wartości z wz. 90. nie przeprowadzamy.

Do §. 37.

22. Przykład. Dla tych samych danych co w 17. przykładzie obrachujemy li tylko całkowitą długość drogi zwrotniczej i odstęp ostatniego ukresu, mierzony na torze zasadniczym.

a. Odstęp torów wynosi 4.5 m :

$$\text{Dla 4 torów: } P = 147.1053 \text{ m; } P_o = 118.9275 \text{ m}$$

$$\text{„ 9 „ } P = 361.1783 \text{ m; } P_o = 333.0005 \text{ m.}$$

b. Odstęp torów wynosi 4.75 m :

$$\text{Dla 4 torów: } P = 154.2411 \text{ m; } P_o = 123.6847 \text{ m}$$

$$\text{„ 9 „ } P = 380.2071 \text{ m; } P_o = 349.6507 \text{ m.}$$

23. Przykład. Dla tych samych danych kolei wąskotorowej co w 19. przykładzie wyznaczy się:

$$\text{dla 4 torów: } P = 75.1306 \text{ m; } P_o = 65.3495 \text{ m}$$

$$\text{„ 9 „ } P = 182.2736 \text{ m; } P_o = 172.4925 \text{ m.}$$

Do §. 38.

24. Przykład. Dane te same co w 17. przykładzie dla rozjazdu, przyczem $d=d_1=d_2=4.5 \text{ m}$ i wszystkie rozjazdy jednakowe, zatem $\tau=\tau_1=6^{\circ}$, $a=a_1=8.180 \text{ m}$, $b=b_1=c=c_1=15.150 \text{ m}$. Obieramy $r=200 \text{ m}$, $l=l_1=l_2=3.0 \text{ m}$.

Dla równania poprzedzającego wz. 97. obrachujemy

$$A = 400.8016; B = 8.3269; C = 396.3016$$

lg tang $\varphi = 1.6824462$; zatem $\varphi = 88^{\circ}48'35.3''$.

Z wz. 97....lg sin $(\varphi - \varepsilon) = 9.9950063$; $\varphi - \varepsilon = 81^{\circ}19'40.3''$,
zatem $\varepsilon = 7^{\circ}28'55.0''$.

Zwiększenie odchylenia toru rdzennego po nad kąt τ wynosi zatem przez włożenie łuku $1^{\circ}28'55.0''$.

Z wz. 98.: $l_3 = 11.2266 m$

„ 99.: $l_4 = 10.4500 m$.

Ponieważ prosta l_4 posiada dostateczną długość, więc nie zachodzi potrzeba przesunięcia III. toru. Wzoru 100. nie rachujemy, za to wyznaczymy

z wz. 101.: $P = 128.1437 m$ dla 4 torów

$P = 300.9367 m$ dla 9 torów.

W porównaniu z drogą zwrotniczą z przykładu 22 a., wynosi skrócenie całego układu

dla 4 torów $18.9616 m$, dla 9 torów $60.2416 m$.

Z dokładnego wykresu wyznaczono

$P_o = 108.1$ dla 4 torów

$P_o = 280.9$ dla 9 torów

czyli skrócenie nieużytku ostatniego toru wynosi

dla 4 torów $10.8 m$, dla 9 torów $52.1 m$.

Uwaga. Dla kontroli rachunku obrachowano rzut linii *SDEW* na kierunek prostopadły do torów. Długość tego rzutu wynosi $13.4967 m$, zamiast $3d = 13.5 m$.

Do §. 39.

25. Przykład. Dla tego układu torów co w 22. i 24. przykładzie, chcemy uzyskać zwiększenie odchylenia toru rdzennego, przez wstawienie łukowego dwustronnego rozjazdu. Na rys. 48. obierzemy (podług 4. przykładu) $\tau = \tau_1 = \tau_2 = 6^{\circ}$, $a = a_2 = 8.180 m$, $b = b_2 = c = c_2 = 15.150 m$. Odstęp torów $d = 4.5 m$.

W celu uzyskania wielkiego kąta ε , zadowolimy się krótką prostą l , której długość obierzemy na razie na $2.4 m$. Po wstawieniu tej wartości w wz. 102., znajdziemy $\lg \sin \varepsilon = 9.2427727$, zaś $\varepsilon = 10^{\circ}4'20.8''$.

Tę wartość kąta zaokrąglimy na $\varepsilon = 10^{\circ}0'0''$, przezco zmieniony wymiar prostej l obrachuje się z wz. 102. na $l = 2.5825 m$. Z wz. 103. otrzyma się $\beta = 2^{\circ}$, zatem mamy wprowadzić rozjazd łukowy dla $\tau = 6^{\circ}$ i $\beta = 2^{\circ}$.

Taki rozjazd był już w 9. przykładzie obrachowany; wymiary długości szematu są:

$$a_1' = 10.762; a_1'' = 5.982; b_1 = 11.960; c_1 = 16.746 m.$$

Długość prostej l_4 obierzemy równą długości q'' prostego rozjazdu (4. przykł.) zmniejszonej o $1 m$. Zatem $l_4 = 2.784 m$. Wstawmy powyżej obrane wartości w wzory 104 a.—c., i obierzemy jeszcze $r = r_1 = r_2 = 200 m$, to obrachujemy

Z wz. 104 a. . . . $l_3 = 2.5657$

„ 104 b. . . . $l_2 = 2.5659$

„ 104 c. . . . $l_1 = 3.1890$

„ 105. . . $A_2 H_2 = 18.1043$.

Wymiar A_2H_2 jest o $5\cdot2257\text{ m}$ krótszy niż $A_2B_2=23\cdot330\text{ m}$, z czego wynika, że punkta H_2, H_3, \dots wpadają wewnątrz szematu rozjazdu, a $B_2H_2 = B_3H_3 = \dots = -5\cdot2257\text{ m}$.

Dla zakończenia podług rys. 48 a., obrachowanie podług wz. 106. i 106 a, dla $\tau_3=6^\circ$, $l_5=l_4$ i $r_3=200\text{ m}$, doprowadza do ujemnej wartości prostej $B_5F=l_4$. Dlatego zmniejszono promień r_3 na 180 m , a obrachowanie tak przeprowadzono, aby proste l_1 i l_5 były równe. Mianowicie z rzutu linii H_5FGS na prostopadłą do torów uzyska się równanie

$$d=(l_1-B_5H_5)\sin\varepsilon+r_3[\cos\tau_3-\cos\varepsilon]+(l_5+c_3)\sin\tau_3$$

z którego, zważywszy że $l_1=l_5$, wyznaczy się

$$l_5 = \frac{d+B_5H_5\sin\varepsilon-2r_3\sin\frac{\varepsilon+\tau_3}{2}\sin\frac{\varepsilon-\tau_3}{2}-c_3\sin\tau_3}{2\sin\frac{\varepsilon+\tau_3}{2}\cos\frac{\varepsilon-\tau_3}{2}}$$

Po wstawieniu wartości, a uwzględniając że $B_5H_5=B_2H_2$ jest ujemne, wyrachuje się $l_5=l_1=0\cdot93487\text{ m}$, a zatem długość zaledwie wystarczającą. Teraz dopiero wyznaczy się z wz. 106.

$$FW=19\cdot7515; \quad AW=17\cdot1671\text{ m.}$$

Dla rys. 48. obrachujemy jeszcze z wz. 107.

$$AS_1'=31\cdot9650; \quad S_1'S_2'=27\cdot0921; \quad S_2'S_3'=S_3'S_4'=\dots=25\cdot5208.$$

Na podstawie tych wartości obrachowano:

$$\text{dla 4 torów } P=111\cdot8471\text{ m}$$

$$\text{„ 9 „ } P=239\cdot4511\text{ m.}$$

Nareszcie gdy się uwzględni wartość x obrachowaną dla ukresu w 18. przykładzie, wyznaczy się

$$\text{dla 4 torów } P_o=91\cdot8722\text{ m}$$

$$\text{„ 9 „ } P_o=219\cdot4762\text{ m.}$$

W porównaniu z drogą zwrotniczą z przykl. 22 a. wynosi zmniejszenie odstepu ostatniego ukresu:

$$\text{dla 4 torów } 27\cdot05\text{ m, dla 9 torów } 113\cdot52\text{ m.}$$

Do §. 40.

26. Przykład. Dla tego samego układu wąskich torów co w 23. przykładzie, uzyskać zwiększenie odchylenia toru rdzennego, przez włożenie dwustronnego łukowego rozjazdu. Dane $d=3\cdot0$, $r=r_1=r_2=80\text{ m}$, a dla prostych rozjazdów $\tau=\tau_1=\tau_2=7^\circ58'10\cdot6''$, $a=a_2=5\cdot270$, $b=c=b_2=c_2=6\cdot305\text{ m}$. Obieramy na razie $l=2\cdot4\text{ m}$, a wtedy znajdziemy z wz. 102.:

$$\lg\sin\varepsilon=9\cdot3317073; \quad \varepsilon=12^\circ23'39\cdot5''.$$

Zamiast tego kąta wprowadzimy $\varepsilon=\tau+\frac{\tau_1}{2}=11^\circ57'15\cdot9''$, zatem $\beta=\frac{\tau_1}{2}=-3^\circ59'5\cdot3''$, czyli wprowadzimy zupełnie symetryczny rozjazd, który już został obrachowany w 10. przykładzie. Dla tego rozjazdu jest $a_1=5\cdot2500$, $b_1=c_1=6\cdot3050\text{ m}$. Następnie obierzemy $l_4=q''=3\cdot500\text{ m}$ (z 6. przykładu), a wtedy wyznaczymy po porządku:

$$l_3=4\cdot0452; \quad l_2=4\cdot0503; \quad l_1=4\cdot2100\text{ m.}$$

Te wartości okazują, że kąt ε mógłby być znacznie większy; możnaby uzyskać $\varepsilon=14^\circ$.

Podług wz. 107. obrachujemy:

$$AS_1' = 20 \cdot 1796; S_1'S_2' = 14 \cdot 16742; S_2'S_3' = S_3'S_4' = \dots = 14 \cdot 1694 m.$$

Podług tych wartości obrachuje się:

Dla 4 torów $P = 61 \cdot 2047$; dla 9 torów $P = 132 \cdot 0517 m$. A gdy w 19. przykładzie wyznaczono $x = 9 \cdot 7811$, to dla 4 torów $P_o = 51 \cdot 4236$; dla 9 torów $P_o = 122 \cdot 2706 m$.

Z powodu że proste powyżej obrachowane mają większe długości niż niezbędnie potrzebne, można zwiększyć promienie r , r_1 i r_2 .

Do §. 42.

27. Przykład. Dla tego samego układu torów co w 22., 24. i 25. przykładzie, chcemy uzyskać zwiększenie odchylenia toru rdzennego przez wstawienie skupień rozjazdów. Odstęp torów wynosi $d = 4 \cdot 5 m$, $\tau = \tau_1 = 6^\circ$, $r = r_1 = r_2 = 200 m$. Wprowadzimy jednostronne skupienie rozjazdów obrachowane w 15. przykładzie, którego szemat wyznaczaliśmy następującymi długościami: $a = 9 \cdot 922$, $a_r = 15 \cdot 724$; $b = c = b_1 = c_1 = 15 \cdot 150$, $e = 11 \cdot 540$, $e_1 = 5 \cdot 802 m$.

$$\text{Z wz. 109. wynika że } \varepsilon = 12^\circ. \quad \text{Z wz. 110. } l = 5 \cdot 8790 m.$$

$$\text{Z wz. 111. } l_2 = 6 \cdot 6116 m. \quad \text{Z wz. 112. } l_1 = 17 \cdot 4190 m.$$

$$\text{Z wz. 113. } l_3 = 18 \cdot 2156 m. \quad \text{Z wz. 114. } l_4 = 12 \cdot 9188 m.$$

Jeżeli m jest nieparzystą liczbą danych torów, to całkowita długość

$$P = a_r + (m-1)d \cotg \varepsilon + r_2 \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{2}$$

Jeżeli jednakże liczba torów m jest parzysta, to

$$P = a_r + (m-2)d \cotg \varepsilon + e_1 + (b_1 + l_1) \cos \tau_1 + r_1 \sin \tau_1.$$

Podług tych wzorów obrachowano

$$\text{dla 4 torów } P = 117 \cdot 1640$$

$$\text{„ } P_o = 97 \cdot 1891$$

$$\text{dla 9 torów } P = 206 \cdot 1116$$

$$\text{„ } P_o = 186 \cdot 1367 m.$$

W porównaniu z drogami zwrotniczymi z 22. i 24. przykładu, wynosi skrócenie długości uzyskane przez włożenie jednostronnych skupień rozjazdów:

$$\text{dla 4 torów: } 29 \cdot 943, \text{ względnie } 10 \cdot 982 m$$

$$\text{„ 9 „ } 155 \cdot 069, \text{ „ } 94 \cdot 827 m.$$

Powyżej otrzymane długości prostych l , l_1 i l_4 są tak znaczne, że można zwiększyć promienie r , r_1 i r_2 z 200 na 250 m., przezco prosta l i l_1 skróci się o $2 \cdot 6204 m$, zaś prosta l_4 o $5 \cdot 2552 m$.

Do §. 43.

28. Przykład. Dla wykazania jak wielki kąt ε można osiągnąć przez włożenie łuku pomiędzy pierwsze i drugie skupienie, obierzemy odstęp torów $d = 4 \cdot 75 m$, $r_o = r_1 = 200 m$, $l = l_2 = l_3 = 1 \cdot 0 m$. Skupienia rozjazdów te same co w poprzedzającym przykładzie. Obrachowano dla wz. 116.:

$$A = 400 \cdot 1936; B = -3 \cdot 3860; C = 390 \cdot 6936$$

$$\operatorname{tang} \varphi = -\frac{400 \cdot 1936}{3 \cdot 3860}, \text{ zatem } \operatorname{tang}(180 - \varphi) = +\frac{400 \cdot 1936}{3 \cdot 3860}$$

$$\lg \operatorname{tang}(180 - \varphi) = 12 \cdot 0725832; \varphi = 90^\circ 29' 5 \cdot 2''.$$

Ponieważ w wz. 116. jest i B i $\cos \varphi$ ujemne, to $\sin(\varphi - \varepsilon)$ jest dodatnie, $\lg \sin(\varphi - \varepsilon) = 9.9895625$; $\varphi - \varepsilon = 77^{\circ}29'19.3''$, zatem $\varepsilon = 12^{\circ}59'45.9''$.

Okrągło możnaby obrócić ε na 13° , więc przez włożenie łuku zwiększył się kąt ε wobec 27. przykł. tylko o 1° , i to dla zwiększonego odstepu torów.

Do §. 44.

29. Przykład. Dla odstepu torów i skupień rozjazdów tych samych co w 27. przykładzie obrachuje się

$$\text{gdy } l_5 = q' - 1 \text{ m} = 2.940 \text{ m: } \varepsilon = 18^{\circ}44'27.6''$$

$$\text{gdy } l_5 = 0: \varepsilon = 21^{\circ} 2'12.2''.$$

A gdy odstęp torów zwiększony na 4.75 m :

$$\text{gdy } l_5 = 2.940 \text{ m: } \varepsilon = 19^{\circ}49'28.2''$$

$$\text{gdy } l_5 = 0: \varepsilon = 22^{\circ}15'58.0''.$$

Przy takich wielkich kątach ε następuje rozgałęzienie torów za pomocą długich łuków, przezco droga zwrotnicza zajmuje małą przestrzeń w kierunku długości.

Do §§. 45. i 46.

30. Przykład. Dla wielobocznej drogi zwrotniczej obieramy rozjazd z 4. przykładu, dla którego $\tau = 6^{\circ}$, $a = 8.180 \text{ m}$, $b = c = 15.150 \text{ m}$. Odstęp torów $d = 4.5 \text{ m}$. Na razie obieramy $l_0 = 0$, a wtedy z wz. 121. $r_0 = 222.5840 \text{ m}$. Ponieważ chcemy mieć $\max r$ wyrażone w okrągłej liczbie, więc obieramy (ob. wz. 124 a.) $\max r = 230 \text{ m}$, a wtedy z wz. 124. i 124 a. obrachuje się $l_0 = 0.5417 \text{ m}$,

$r_0 = 227.75 \text{ m}$. Gdy $\frac{d}{\sin \tau} = 43.0505$; $r \operatorname{tg} \frac{\tau}{2} = 12.0538$, to $l = 15.8467 \text{ m}$ z wz.

123., a $SD_0 = 54.8684 \text{ m}$ z wz. 125. Nareszcie obrachujemy jeszcze z wz. 127.

$$\text{dla 4 torów: } P = 109.7409 \text{ m, } Q = 9.9869 \text{ m;}$$

$$\text{dla 9 torów: } P = 209.6716 \text{ m, } Q = 72.5657 \text{ m.}$$

31. Przykład. W celu urobienia drogi zwrotniczej dla szerokości toru 0.76 m , wprowadzimy rozjazd obrachowany w 6. przykładzie, dla którego $\tau = 7^{\circ}58'10.6''$, $a = 5.2720 \text{ m}$, $b = c = 6.3050 \text{ m}$. Odstęp torów 3.0 m . Na razie obieramy $l_0 = 0$, a wtedy z wz. 121. $r_0 = 83.096 \text{ m}$. Ponieważ chcemy mieć $\max r$ wyrażone w całkowitej liczbie, więc obieramy $\max r = 90 \text{ m}$, a wtedy z wz. 124. i 124 a. obrachuje się $l_0 = 0.7529 \text{ m}$, $r_0 = 88.5 \text{ m}$. Z wz. 123. $l = 9.0592 \text{ m}$; z wz. 125. $SD_0 = 27.6938 \text{ m}$. Z wz. 127.:

$$\text{dla 4 torów: } P = 56.5800 \text{ m, } Q = 7.2325 \text{ m;}$$

$$\text{dla 9 torów: } P = 100.5119 \text{ m, } Q = 48.5664 \text{ m.}$$

Do §. 47.

32. Przykład. Do wielobocznej drogi zwrotniczej zastosujemy skupienie rozjazdów obrachowane w 15. przykładzie, którego szemat posiada następujące wymiary: $\tau = \tau_1 = 6^{\circ}$, $a = 9.922$, $a_r = 15.724$, $b = c = b_1 = c_1 = 15.150$, $e_1 = 5.802 \text{ m}$. W wzór 122. wstawmy na razie $l_0 = 0$, to obrachuje się $r_0 = 174.474 \text{ m}$. Zatem wystarczy obrócić $r_0 = 180 \text{ m}$, jednakże dla jednostajności z poprzedza-

jącymi przykładami obieramy $r_0 = r = 200 \text{ m}$. Dla tej wartości obrachuje się z powyższego wzoru $l_0 = 5 \cdot 3657 \text{ m}$, a długość boku (str. 71.) $B = 42 \cdot 0417 \text{ m}$. Z wz. 129. $S_1 E_0 = 63 \cdot 3626 \text{ m}$; z wz. 130. $l_2 = 12 \cdot 9187 \text{ m}$ a z wz. 131. $l_4 = 11 \cdot 9728 \text{ m}$. Z wz. 132. obrachuje się $r_1 = 281 \cdot 3691 \text{ m}$; z wz. 133. $l_1 = 13 \cdot 1546 \text{ m}$, a z wz. 135. $l_3 = 12 \cdot 2087 \text{ m}$. Nareszcie z wz. 134. $r_2 = 299 \cdot 4193 \text{ m}$. Podług wz. 136. obrachowano

dla 4 (lub 5) torów: $P = 118 \cdot 8502$; $Q = 15 \cdot 1365 \text{ m}$

dla 9 torów: $P = 187 \cdot 4264$; $Q = 62 \cdot 2376 \text{ m}$.

W porównaniu z 30. przykładem okazuje się zmniejszenie wymiarów drogi zwrotniczej dopiero dla większej liczby torów.

Do §. 51.

33. Przykład. Do połączenia równoległych torów wprowadzamy rozjazd obrachowany w 4. przykładzie. Odstęp torów $4 \cdot 5 \text{ m}$. Dla rys. 57. obrachuje się z wz. 145. $l = 12 \cdot 7505 \text{ m}$, a z wz. 146. $P = 59 \cdot 1786 \text{ m}$.

Do rys. 60. wyznaczmy naprzód z wz. 151. $\min d = 4 \cdot 4215 \text{ m}$.

Obierzemy teraz $d = 9 \cdot 0 \text{ m}$, $\tau = \tau_1 = 6^\circ$, $r = 200 \text{ m}$, $l = l_1 = 3 \cdot 0 \text{ m}$, $l_2 = 6 \cdot 0 \text{ m}$, wtedy do wz. 150. obrachujemy $\lg \tan \varphi = 11 \cdot 8239087$, $\varphi = 89^\circ 8' 26 \cdot 2''$, następnie $C = 392 \cdot 6031$, a nareszcie z wz. 150. $\lg \sin(\varphi - \delta) = 9 \cdot 9918526$, $\varphi - \delta = 78^\circ 56' 11 \cdot 2''$, a $\delta = 10^\circ 12' 15 \cdot 0''$.

Z wz. 152. znajdziemy $P = 87 \cdot 4213 \text{ m}$. Jeżeliby połączenie nastąpiło bez odwrotnych łuków, wtedy wyniosłoby $P = 101 \cdot 9932 \text{ m}$, zatem skrócenie wynosi $14 \cdot 5719 \text{ m}$.

Do §. 54.

34. Przykład. Do urobienia angielskiego rozjazdu kolei normalnotorowej, wprowadzamy zwrotnicę z 1. przykładu i przynależną krzyżownicę z 4. przykładu, dla $\tau = 6^\circ$. Dla zwrotnicy wyznaczono $\gamma = 2^\circ 8' 50''$, $g_z = 0 \cdot 118 \text{ m}$, $i = 4 \cdot 7 \text{ m}$. $z = 0 \cdot 130 \text{ m}$. Podług rys. 65 b. i 66 b. wyznaczono dla pojedynczego rozjazdu $\eta = 0 \cdot 220 \text{ m}$, dla podwójnego $\eta = 0 \cdot 484 \text{ m}$.

Przedewszystkiem chcemy się przekonać, jaki największy kąt α dla powyższych danych i dla najmniejszego promienia $r = 180 \text{ m}$ ($r_z = 180 \cdot 7175$), uzyskać można. W tym celu obrachujemy dla wzoru 170. $\lg \tan \varphi = 11 \cdot 9407983$, więc $\varphi = 89^\circ 20' 36 \cdot 2''$, a podług wz. 170., gdy wstawimy $\eta = 0 \cdot 220$, otrzymamy $\lg \sin(\varphi + \alpha) = 9 \cdot 9970407$, a $\varphi + \alpha = 83^\circ 19' 8 \cdot 0''$, lub uzupełnienie do 180° : $96^\circ 40' 52 \cdot 0''$. Ponieważ tylko druga wartość może mieć zastosowanie w naszym przypadku, więc $\max \alpha = 7^\circ 20' 15 \cdot 8''$ ($\tan \alpha = 0 \cdot 129$) dla pojedynczego rozjazdu. Po wstawieniu $\eta = 0 \cdot 484$ otrzyma się $\lg \sin(\varphi + \alpha) = 9 \cdot 9976789$, a $\varphi + \alpha = 84^\circ 4' 53 \cdot 6''$, a właściwie $\varphi + \alpha = 95^\circ 55' 6 \cdot 4''$, zatem $\max \alpha = 6^\circ 34' 30 \cdot 2''$ ($\tan \alpha = 0 \cdot 115$) dla podwójnego rozjazdu. Z tego wynika że kąt danej krzyżownicy jest dla urobienia angielskiego rozjazdu możebny.

Dla pojedynczego rozjazdu i $\alpha = 6^\circ$, wyznaczmy z wz. 167. $\min l = 2 \cdot 1047 \text{ m}$, a podług tej wartości z wz. 168. $r_z = 464 \cdot 558 \text{ m}$. Tę wartość zmniejszymy, obierając $r = 450 \text{ m}$, zatem $r_z = 450 \cdot 7175 \text{ m}$. Podług tej wartości obrachowano z wz. 169. $l = 2 \cdot 3048 \text{ m}$, a z wz. 171. $e' = 0 \cdot 4187 \text{ m}$.

Dla podwójnego rozjazdu i $\alpha = 6^\circ$ uzyskuje się w tym samym porządku co powyżej, $\min l = 4 \cdot 6302 \text{ m}$, $r_z = 295 \cdot 095 \text{ m}$, poczem obrano $r = 290 \text{ m}$, $r_z = 290 \cdot 7175 \text{ m}$, a wyznaczono $l = 4 \cdot 6894 \text{ m}$, $e' = 0 \cdot 3126 \text{ m}$.

35. Przykład. Rozjazd angielski dla szerokości toru $s=0.76\text{ m}$. Zwrotnicę wzięto z 3. przykładu, dla którego $g_z=0.087$, $\gamma=1^\circ 39' 42.5''$, $i=3.0\text{ m}$.

Rozjazd pojedynczy. Wyznaczono $\eta=0.160$, obrano $r=60\text{ m}$. Dla tych wartości obrachowano do wz. 170. $\lg \tan \varphi = 11.6847783$, $\varphi = -(88^\circ 48' 58.0'')$. Znak — dlatego, bo mianownik w $\tan \varphi$ wypadł ujemnie. Z wz. 170. wyznaczono $\lg \sin(\varphi + \alpha) = 9.9956028$, $\varphi + \alpha = -(81^\circ 51' 37.7'')$. W wyrazie dla $\sin(\varphi + \alpha)$ jest ten sam mianownik, co w wyrazie dla $\tan \varphi$, dlatego i tu znak —. Różnica obydwu kątów daje $\max \alpha = 6^\circ 57' 20.3''$.

Rozjazd podwójny. Wyznaczono $\eta=0.340$, obrano $r=60\text{ m}$, i obrachowano $\lg \sin(\varphi + \alpha) = 9.9969072$, a $\varphi + \alpha = -(83^\circ 10' 12.8'')$, nareszcie

$$\max \alpha = 5^\circ 38' 45.2''.$$

Obydwa kąty są znacznie mniejsze niż kąt skrzyżowania τ rozjazdu w 6. przykładzie, zatem krzyżownice tego rozjazdu nie mogą być zastosowane w angielskim rozjeździe. Będzie to możliwe przez zastosowanie jednego lub kilku następujących środków zaradczych: Zmniejszenie kąta τ dla krzyżownic; zmniejszenie wymiaru η przez obcięcie stopek na końcach iglic; zmniejszenie promienia r ; zastosowanie krótszych, ewentualnie łukowych iglic.

Do §. 55.

36. Przykład. Skupienie torów o normalnej szerokości dla $\tau=6^\circ$. Obieramy $v=0.115\text{ m}$, a l na razie równe wymiarowi k' krzyżownicy z 4. przykładu, zatem $l=0.75$. Dla tych wartości wyznacza wz. 172. $r_z=226.648\text{ m}$. Obieramy natomiast $r=200\text{ m}$, $r_z=200.7175\text{ m}$ i obrachujemy z wz. 173.

$$l = 2.1095\text{ m}.$$

Dla skupienia na rys 67 b. obieramy z góry promień dwa razy większy. t. j. $r=400$, $r_z=400.7175\text{ m}$ i obrachujemy z wz. 175. $l=2.1177\text{ m}$.

37. Przykład. Skupienie dla szerokości toru $s=0.76\text{ m}$. Obieramy $v=0.085\text{ m}$, a $\tau=7^\circ 58' 10.6''$, jakoteż $l=k'=0.6\text{ m}$ wyjmujemy z 6. przykładu. Do rys. 67 a. wyznaczy się dla tych wartości $r=61.2736\text{ m}$, zatem promieniem $r=60\text{ m}$ można będzie łuk wewnątrz toru założyć.

Dla rys. 67 b. można wprowadzić $r=120\text{ m}$.

Do §. 56. i 60.

38. Przykład. Obrachować skrzyżowanie dwóch łukowych torów kolei wąskotorowej. Dane: $s=0.76$, $\alpha=8^\circ$, $R=400\text{ m}$, $R_1=250\text{ m}$.

Gdy $\cos \alpha = 0.9902682$, to

$$\text{z wz. 177. } \cos \alpha' = \frac{0.9902682 + 0.0024714}{1 + 0.0024714}; \quad \alpha' = 7^\circ 59' 24.0''$$

$$\text{z wz. 178. } \cos \alpha'' = \frac{0.9902682 - 0.0024686}{1 - 0.0024686}; \quad \alpha'' = 8^\circ 0' 35.3''$$

$$\text{z wz. 179. } \cos \varepsilon = \frac{0.9902682 - 0.0005686}{1 + 0.0005686}; \quad \varepsilon = 8^\circ 27' 10.0''$$

$$\text{z wz. 180. } \cos \varepsilon_1 = \frac{0.9902682 + 0.0005714}{1 - 0.0005714}; \quad \varepsilon_1 = 7^\circ 31' 1.1''$$

Następnie obrachowano $m=156.353$ i wyznaczono

$$v = 12^\circ 51' 27.7''; \quad v_1 = 159^\circ 8' 32.3''; \quad \varphi' = 13^\circ 36' 53.2''; \quad \varphi'' = 12^\circ 3' 19.2'';$$

$$\varphi_1' = 160^\circ 25' 39.7''; \quad \varphi_1'' = 157^\circ 55' 56.8'',$$

a na podstawie tych kątów wyrachowano następujące wymiary szematu podług wz. 182.:

$$EO = 5.2854; OF = 5.6015; E_1O = 5.2790; OF_1 = 5.6085 m.$$

Średnia z tych czterech wymiarów wynosi 5.4436 m, i jest tylko nieznacznie większą od odpowiedniej długości skrzyżowania prostych torów pod tym samym kątem α , która wynosi 5.4342 m.

Kąty α' i α'' różnią się tylko w sekundach od kąta α , jednakże dla kątów ε wynosi różnica prawie pół stopnia, dlatego spróbujemy podług wskazówek §. 60. zrównać promienie krzyżujących się torów, przez włożenie łuku o promieniu 400 m w łuk o promieniu 250 m. Długość e połowy długości skrzyżowania obieramy równą powyższej średni, zwiększonej o wymiar k'' krzyżownicy dla kąta 8° , który wyznaczono na 0.65 m. Zatem $e = 5.4436 + 0.65 = 6.0936$, którą wartość zaokrąglono na $e = 6.2 m$. Podług tej wartości wyznaczono $\frac{\sigma}{2} = \frac{6.2}{400} = 0.0155$, więc $\frac{\sigma}{2} = 0^\circ 53' 17.1''$, a z wz. 188.

wyznaczono $\frac{\mu}{2} = 1^\circ 40' 18.7''$, z wz. 189. $v = 0.0348 m$. Zmieniony kąt skrzyżowania z wz. 190. $\alpha_0 = 7^\circ 58' 44.5''$, czyli zmniejszył się o $0^\circ 1' 15.5''$.

Mając zrównane promienie wyznaczymy jeszcze podług §. 57. wzór 184.:

$$\alpha' = 7^\circ 59' 32.6''; \alpha'' = 8^\circ 0' 27.4'', \text{ zatem } \alpha - \alpha' = \alpha'' - \alpha = 0^\circ 0' 27.4''$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = 7^\circ 59' 57.6'', \text{ więc } \alpha - \varepsilon = 0^\circ 0' 2.4''.$$

Do §. 62.

39. Przykład. Włożenie prostego rozjazdu w łukowy tor kolei normalnotorowej. Promień $R = 500 m$, promień łuków łączących $r = 200 m$. Rozjazd zastosujemy z 4. przykładu, dla którego $a = 8.180 m$, $b = 15.150 m$. Przed rozjazdem żądana prosta $l = 3.002 m$, za rozjazdem obieramy $l' = q' = 3.688 m$. Z wz. 201. wypada $2e = 30.020$, zatem $e = 15.010 m$. Z wz. 202. obrachuje się $\psi = 5^\circ 54' 8.8''$, zaś $R \text{ arc } \psi = 51.5085 m$. Z wz. 203. $v = 0.37573 m$.

40. Przykład. Włożenie prostego rozjazdu w wąski tor łukowy ($s = 0.76$). $R = 200 m$, $r = 70 m$. Rozjazd zastosujemy z 6. przykładu, dla którego $a = 5.272$, $b = 6.305 m$. Obieramy $l = 2.5 m$, $l' = q' - 1.0 m = 2.429 m$. Wtedy wypada $e = 8.253 m$. Z wz. 202. $\psi = 7^\circ 16' 46.8''$, $R \text{ arc } \psi = 25.4108 m$, $v = 0.26223 m$.

Do §. 63.

41. Przykład. Włożenie łukowego rozjazdu w tor łukowy kolei wąskotorowej ($s = 0.75$). $R = 120 m$, $r = 60 m$. Rozjazd wzięty z tabeli II. pod nr. 21. Dany dla tego rozjazdu są następujące: $\beta = 2^\circ 6' 0''$, $r_0 = 200 m$, $a' = 7.1656$, $a'' = 5.8546$, $b = 5.3856 m$. Długości l i l' tak obieramy, aby $DT = TD_1 = 9.0 m$, wtedy $l = 9 - a' = 1.8344$, zaś $l' = 9 - b = 3.6144 m$, $e = 9.0 m$. Z wz. 205. obrachuje się $\psi = 15^\circ 7' 47.6''$, $R \text{ arc } \psi = 31.6880 m$. Z wz. 206. $v = 0.3674 m$, nareszcie z wz. 207. $v_0 = 0.4010 m$.

42. Przykład. Włożenie dwustronnego łukowego rozjazdu w tor łukowy kolei wąskotorowej ($s = 0.76$). $R = 150 m$, $r = 70 m$. Zastosujemy

zupełnie symetryczny rozjazd, obrachowany w 10. przykładzie, dla którego jest $\beta = \frac{\tau}{2} = 3^{\circ}59'5.3''$, $r_0 = 118.34 m$, $a = 5.2500$, $b = c = 6.3050 m$. Obieramy $e = 9.0 m$, wtedy $l = 3.75$, $l' = 2.6950 m$. Z wz. 205. $\psi = 9^{\circ}24'29.6''$, zaś $R \text{ arc } \psi = 24.6307 m$. Z wz. 206. $v = -0.00115$, z wz. 207. $v_0 = +0.07044 m$.

Z wz. 208. wypada β znacznie większe, zatem nie można w tym przypadku zastosować układu przedstawionego na rys. 83.

Do §. 64. punkt 1.

43. Przykład. Wzajemne ustalenie prostego i łukowego toru kolei normalnotorowej. $R = 250 m$. Mierzono na miejscu $f = 7.264 m$, $\vartheta = 7^{\circ}56'20''$. Obrachowano podług wz. 209. $q = 34.5292 m$, a podług wz. 210. $p = 4.868 m$.

Do §. 64. punkt 2.

44. Przykład. Do rys. 85 b. $R = 200 m$, $R_1 = 120 m$. Mierzono na miejscu $f = 11.682 m$, $\vartheta = 4^{\circ}16'40''$. Ponieważ wymiar f wpada wewnątrz promienia MF , zatem został wprowadzony z ujemnym znakiem. Obrachowano: Z wz. 211. $\mu = 7^{\circ}25'42.3''$; z wz. 212. $p = -10.7664 m$. Ponieważ p ma wartość ujemną, więc wpada również wewnątrz promienia MF . Nareszcie $PF = 25.9301$, $P_1G = 24.5174 m$.

45. Przykład. Do rys. 85 d. $R = 150 m$, $R_1 = 200 m$. Mierzono na miejscu $f = 3.658 m$, $\vartheta = 177^{\circ}36'20''$. Ponieważ $\cotg \vartheta$ ma wartość ujemną, więc obydwa wyrazy, które w wz. 211. składają się na $\cotg \mu$, wprost się sumują. Mianowicie otrzymano się

$$\frac{R+f}{R_1 \sin \vartheta} = 18.38952$$

$$- \cotg \vartheta = +23.91470$$

$$\cotg \mu = +42.30422$$

Tej wartości odpowiada $\mu = 1^{\circ}21'14.8''$. Następnie wyznaczono $m = 353.5856$, a gdy z wz. 212. wprowadzi się R_1 z ujemnym znakiem, to $p = +3.5856 m$.

Nareszcie $PF = 3.5451 m$.

Do §. 66.

46. Przykład. Do rys. 86. Rozgałęzienie dwóch łukowych torów kolei wąskotorowej ($s = 0.76$). $R = 200$, $R_1 = 140 m$. Z wzajemnego ustalenia wynikło $p = +6.3 m$, $m = +66.3 m$. Zastosujemy prosty rozjazd, którego włożenie uskuteczniło w 40. przykładzie i dla którego wyznaczono $v = 0.26223 m$. Położenie rozjazdu ustalono przez kąt $\epsilon = +(4^{\circ}39'10.8'')$. Kąt skrzyżowania rozjazdu $\tau = 7^{\circ}58'10.6''$. Ponieważ rozjazd jest prosty, zatem $\beta = 0$, zaś $a' - a''$ zastąpi się przez $e - a = 2.981 m$. Obierzemy jeszcze $r = 70 m$ i obrachujemy: Z wz. 213. $\delta = 27^{\circ}36'7.3''$; z wz. 214. $l = 5.2174 m$; z wz. 215. $\sigma = 24^{\circ}17'7.5''$.

Do §. 68.

47. Przykład. Do rys. 90. Rozgałęzienie dwóch łukowych torów kolei wąskotorowej ($s = 0.76$). $R = 150$, $R_1 = 200 m$. Wzajemne ustalenie

torów uskuteczniło w 45. przykładzie, z którego wyjmujemy $m = 353\cdot5856$, $PF = 3\cdot5451 m$. Zastosujemy łukowy symetryczny rozjazd, którego włożenie uskuteczniło w 42. przykładzie i wyznaczono $v = -0\cdot00115 m$. Położenie środka T rozjazdu jest dane; jego odstęp zmierzony na miejscu od punktu F na lewo (rys. 85 *d.*) wynosi $28\cdot6713 m$, zatem punkt T wypada na lewo od punktu P , a kąt ε otrzymuje ujemną wartość z wz. $\text{arc } \varepsilon = -\frac{28\cdot6713 - 3\cdot5451}{150} = -0\cdot167508$. Temu odpowiada kąt $\varepsilon = -(9^{\circ}35'51\cdot0'')$. Rozjazd użyty posiada kąty $\tau = 7^{\circ}58'10\cdot6''$, $\beta = \frac{\tau}{2} = 3^{\circ}59'5\cdot3''$, zaś $a' - a'' = 0$.

Chcemy naprzód drogą rachunkową przekonać się czy łuk DE (na rys. 90.) będzie wypukły czy wklęsły, czyli czy kąt $\delta > 0$. W tym celu obracujemy wyraz 218. Pierwszy człon tego wyrazu $m \cos\left(\tau - \frac{\beta}{2} - \varepsilon\right) = 340\cdot6290$, zaś reszta daje $-349\cdot1857$, więc suma $-8\cdot5567$ jest ujemna, co na to wskazuje że łuk jest wklęsły, czyli $\delta < 0$.

Powyżej uzyskana liczba $349\cdot1857$ przedstawia czynnik ułamka w 222. wzorze i posłużył do wyznaczenia z tego wzoru $\varepsilon = -(3^{\circ}4'15\cdot4'')$, t. j. tego kąta, przy którym tor łączący DH byłby prosty.

Ponieważ w naszym przykładzie $\delta < 0$, to zastosujemy wzory w §. 68. pod 3. podane. Naprzód wyznaczy się kąt $\varphi = 89^{\circ}21'48\cdot2''$, poczem obracuje się $C = 261\cdot4433$; następnie z wz. 225. $\varphi - \delta = 75^{\circ}31'44\cdot1''$, a nareszcie $\delta = 13^{\circ}50'4\cdot1''$. Z wz. 226. znajdzie się $l = 5\cdot53596 m$, a z wz. 227. $\sigma = 1^{\circ}44'24\cdot8''$.

Do §§. 70. i 71.

48. Przykład. Do rys. 103. Tor łukowy kolei wąskotorowej ($s = 0\cdot75$) o promieniu $R = 120 m$, przecina prosty tor pod kątem $\vartheta = 5^{\circ}7'40''$, zmierzonym na miejscu. Podług tego kąta obrachowano $p = -10\cdot7360$. Przez p i kąt ϑ są tory względem siebie ustalone. Ma się uskutecznić odgałęzienie prostego toru od łukowego za pomocą rozjazdu, którego położenie tak ustalono, że jego środek T znajduje się w odległości mierzonej na łuku $46\cdot89 m$ na lewo od punktu przecięcia się torów. Gdy promień $R = 120 m$, to temu łukowi odpowiada kąt $22^{\circ}23'18''$, który dodany do ϑ wyznaczy kąt ε , w tym przypadku ujemny; zatem $\varepsilon = -(27^{\circ}30'58'')$. Włożenie jednostronnego rozjazdu uskuteczni się podług 41. przykładu, z którego wyjmujemy $v = 0\cdot3674 m$. Rozjazd zastosowany posiada kąty $\tau = 7^{\circ}7'30''$, $\beta = 2^{\circ}6'0''$. Rozważany przykład należy do punktu a . w §. 71., zatem w wzory §. 70. trzeba wprowadzić τ z ujemnym znakiem, a już przedtem znaleziono że ε i p są ujemne. Z uwzględnieniem tych znaków znajdzie się z wz. 232. $\delta = 19^{\circ}20'28''$, z wz. 233. $l = 3\cdot5613 m$, a z wz. 234. $u_2 = -23\cdot5627 m$. Ujemny znak ostatniej wartości wskazuje, że koniec łuku E znajduje się na lewo od punktu P_1 .

Do §. 85.

49. Przykład. Do rys. 129. Ze wspólnej stacyi normalnotorowej lokalnej kolei żelaznej rozchodzą się dwie linie, jedna w kierunku prostym, druga łukiem o promieniu $R_1 = 500 m$. Z temi liniami ma być połączona

krzywa wojskowa o promieniu $r=200\text{ m}$. Odstęp linii na stacji równy $p=4\cdot5\text{ m}$. Obydwa rozjazdy są proste, wzięte z 4. przykładu. Włożenie rozjazdu w tor łukowy, podług 39. przykładu. Uskuteczono nasamprzód próbny wykres, z którego wynikło, że odstęp u_1 wynosi mniej niż 700 m , — wzięto jednak dla pewności $u_1=700\text{ m}$. Następnie obrano $l_1=3\cdot0\text{ m}$.

Podług wskazówek podanych do rys. 129. ma się w wzorach wykonać pewne substytucye jakoteż zmiany znaków, a gdy się jeszcze uwzględni że $\tau=\tau_1$, że $a_1'-a_1''=e-a$ i że $\beta_1=0$, bo rozjazd jest prosty, nareszcie gdy się u_1 wprowadzi z ujemnym znakiem, to wzory przejdą w następujące:

$$\begin{aligned} A &= -(R_1 - v_1) \cos \tau - (e - a) \sin \tau - r \\ B &= +(R_1 - v_1) \sin \tau - (e - a) \cos \tau + (l_1 + c_1) \\ C &= (R_1 + p) \cos \tau - u_1 \sin \tau - r. \end{aligned}$$

Wzór 280. pozostaje niezmienny, natomiast zmienia się:

$$281. \quad \dots \quad l = (R_1 + p) \sin \tau + u_1 \cos \tau - c - r \sin \delta - (l_1 + c_1) \cos \delta + (e - a) \cos (\delta + \tau) - (R_1 - v_1) \sin (\delta + \tau)$$

$$284. \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \epsilon_1 = \delta$$

Podług tych wzorów obrachowano:

$$A = -697\cdot60094; \quad B = +63\cdot58440; \quad C = +228\cdot56631$$

$$\text{tang } \varphi = \frac{A}{B} \text{ wypada ujemnie; } \varphi = -(84^\circ 47' 31\cdot3'')$$

Z wz. 280. $\varphi + \delta = 19^\circ 2' 38\cdot4''$; zatem $\delta = 103^\circ 50' 9\cdot7''$.

Z wz. 281., gdy się zważy że wyraz $(e - a) \cos (\delta + \tau)$ wypadnie ujemny, gdyż kąt $\delta + \tau$ jest większy niż 90° , obrachuje się $l = 62\cdot9151\text{ m}$; z wz. 284. $\epsilon_1 = 103^\circ 50' 9\cdot7''$.

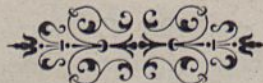
Ponieważ prosta l wypadła znacznie dłuższa niż potrzeba, więc pytanie o ile możnaby wyzyskać zmniejszenie prostej l na zwiększenie promienia r ? Jeżeli promień r zwiększymy na r' , pozostawiając położenie rozjazdu w łukowym torze, jakoteż długość l_1 , — to nie trudno zauważyć że skrócenie $\Delta l = (r' - r)(1 - \cos \delta) \cotg \tau$, zatem $r' - r = \frac{\Delta l \text{ tang } \tau}{2 \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right)}$. Obierzmy

$\Delta l = 60\text{ m}$, to wypadnie zwiększenie promienia o $5\cdot089\text{ m}$, a więc nieznaczne.

Do §. 86.

50. Przykład. Do rys. 127. Tor łukowy kolei wąskotorowej zakreślony promieniem $R=120\text{ m}$, ma być z prostym torem połączony za pomocą prostego toru łączącego ($\delta=0$). Dla włożenia łukowego rozjazdu wyjmiemy z 41. przykładu wartości dla a' , a'' , β i v . Rozjazd w prostym torze obieramy taki, aby $\tau=\tau_1$, zatem z wz. 288. jest $\epsilon = \frac{\beta}{2} = 1^\circ 3' 0''$, ponieważ $\delta=0$. Z ustalenia wzajemnego torów wypadło $p=3\cdot0\text{ m}$.

Z wz. 292. obrachuje się $SS_1 = 27\cdot698\text{ m}$, a z wz. 293. $u_1 = -23\cdot982\text{ m}$.



Słownictwo stosowane w niniejszem dziele.

Cięgiel	<i>Zugstange</i>	<i>Tringle de mouvement</i>
Droga zwrotnicza	<i>Weichenstrasse</i>	<i>Groupe de branchements</i>
Dwustronny rozjazd łukowy	<i>Zweiseitige Bogenweiche</i>	—
Dziób krzyżownicy	<i>Herzspitze</i>	<i>Pointe du croisement</i>
Gałąź	<i>Zweigeleise</i>	<i>Embranchement</i>
Głowa szyny	<i>Schielenkopf</i>	<i>Champignon du rail</i>
Gra ciegła	<i>Aufschlag der Zugstange</i>	<i>Jeu du tringle de mouvement</i>
Iglica	<i>Spitzschiene, Wechselzunge</i>	<i>Aiguille</i>
Jazda na zwrotnicę	<i>Fahrt gegen die Spitze</i>	<i>Abordement par la pointe</i>
Jazda ze zwrotnicy	<i>Fahrt von (mit) der Spitze</i>	<i>Abordement par le talon</i>
Jednostronny rozjazd łukowy	<i>Einseitige Bogenweiche</i>	—
Kąt oparcia	<i>Anschlagwinkel der Zunge</i>	<i>Angle à la pointe de l'aiguille</i>
Kąt skrzyżowania	<i>Kreuzungswinkel, Weichenw.</i>	<i>Angle de croisement</i>
Kierownica	<i>Leitschiene, Radlenker, Zwangsschiene</i>	<i>Contre-rail</i>
Kolano	<i>Knie, Knieschiene, Hornschiene</i>	<i>Contre-rail coudé</i>
Krzyżownica	<i>Herzstück, Kreuzungsstück</i>	<i>Croisement</i>
Krzyżownica zwykła	<i>Einfaches H.</i>	<i>Croisement simple</i>
Krzyżownica podwójna	<i>Symmetrisches H., doppeltes H.</i>	<i>Croisement double</i>
Lewozwrotny rozjazd	<i>Linke Weiche</i>	<i>Branchement à gauche</i>
Łącznik	<i>Verbindungsstange</i>	<i>Tringle de connexion</i>
Łuk zwrotny	<i>Ausweichbogen</i>	<i>Courbe de changement</i>
Łuk łączący	<i>Verbindungsbogen</i>	<i>Courbe de raccordement</i>
Łuki odwrotne	<i>Contrabögen</i>	<i>Contre-courbes</i>
Łukowy rozjazd	<i>Bogenweiche, Curvenweiche</i>	<i>Changement posé en courbe</i>
Odgąlenie	<i>Abzweigung</i>	<i>Bifurcation</i>
Opornica	<i>Stockschiene, Backenschiene</i>	<i>Contre-aiguille</i>
Osada iglicy (skręt i.)	<i>Zungenwurzel</i>	<i>Talon d'une aiguille</i>
Ostrze (koniec) iglicy	<i>Zungenspitze</i>	<i>Pointe d'aiguille</i>
Podkład	<i>Schwelle</i>	<i>Traverse</i>
Podwójna krzyżownica	<i>Symmetrisches od. doppeltes Herzstück</i>	<i>Croisement double</i>
Połączenie torów	<i>Geleiseverbindung</i>	<i>Jonction des voies</i>
Prawozwrotny rozjazd	<i>Rechte Weiche</i>	<i>Branchement à droite</i>
Prosta między łukami	<i>Zwischengerade</i>	<i>Ligne droite intercalée dans des courbes</i>
Prosta skrzyżowania	<i>Kreuzungsgerade</i>	<i>Droit du croisement</i>
Prosty rozjazd	<i>Gerade Weiche</i>	<i>Branchement droit</i>
Przechyłka toru	<i>Ueberhöhung des Geleises</i>	<i>Surélévément</i>
Przesunięcie iglicy	<i>Aufschlag der Zunge</i>	<i>Jeu d'aiguille</i>
Przyrząd zwrotniczy	<i>Stellvorrichtung</i>	<i>Appareil de manoeuvre</i>
Punkt skrzyżowania	<i>Kreuzungspunkt</i>	<i>Pointe de coeur du croisement</i>
Rąbek koła	<i>Spurkranz</i>	<i>Boudin du bandage</i>
Rozgałenie torów	<i>Verzweigung d. Geleise</i>	<i>Ramification des voies</i>
Rozjazd	<i>Weiche</i>	<i>Changement</i>
Rozjazd angielski	<i>Englische W. (Kreuzungsw.)</i>	<i>Changement de voie anglais</i>
Rozjazd dwustronny	<i>Zweiseitige Bogenweiche</i>	—

Rozjazd jednostronny	<i>Einseitige Bogenweiche</i>	—
— krzyżowy	<i>Kreuzweiche</i>	<i>Bretelle</i>
— łukowy	<i>Bogenweiche, Curvenweiche</i>	<i>Branchement posé en courbe.</i>
— lewozrotny	<i>Linke W.</i>	<i>Branchement à gauche</i>
— prawozrotny	<i>Rechte W.</i>	<i>Branchement à droite</i>
— podwójny (trójdzielny)	<i>Doppelweiche, dreitheilige W.</i>	<i>Branchement à aiguille double</i>
— prosty	<i>Gerade W.</i>	<i>Branchement droit</i>
— symetryczny	<i>Symmetrische W.</i>	<i>Branchement avec déviation symétrique</i>
Rozszerzenie toru	<i>Geleiserweiterung</i>	<i>Elargissement de la voie</i>
Rzut	<i>Projection</i>	<i>Projection</i>
Skręt (osada) iglicy	<i>Zungenwurzel</i>	<i>Talon d'une aiguille</i>
Skrzydło (w krzyżownicy)	<i>Flügelschiene</i>	<i>Patte de lièvre</i>
Skrzyżowanie torów	<i>Geleiskreuzung</i>	<i>Traversée de voies</i>
Skupienie rozjazdów	<i>Doppelweiche, Weichenverschlingung</i>	<i>Branchement double</i>
— dwustronne	<i>Zweiseitige D.</i>	—
— jednostronne	<i>Einseitige D.</i>	—
Skupienie torów	<i>Geleisverschlingung</i>	—
Stopka szyny	<i>Schienenfuss</i>	<i>Patin du rail</i>
Stosunek skrzyżowania	<i>Kreuzungsverhältnis</i>	<i>Rapport du croisement</i>
Styk	<i>Schienenstoss</i>	<i>Joint des rails</i>
Styk opornic	<i>Stockschienenstoss</i>	<i>Joint de la contre-aiguille</i>
Szemat rozjazdu	<i>Weichenschema</i>	—
Szerokość toru	<i>Spurweite</i>	<i>Ecartement</i>
Szpara (na styku)	<i>Stosslücke</i>	<i>Espace de dilatation</i>
Tabor kolejowy	<i>Fahrpark</i>	<i>Matériel roulant</i>
Tok	<i>Strang, Schienenstrang</i>	<i>Fil</i>
Tor	<i>Geleise</i>	<i>Voie</i>
— boczny	<i>Nebengeleise, Seitengel.</i>	<i>Voie secondaire, latérale</i>
— łączący	<i>Verbindungsgel.</i>	<i>Voie de raccordement</i>
— łukowy	<i>Bogengel., Curvengel.</i>	<i>Voie en courbe</i>
— prosty	<i>Gerades Gel.</i>	<i>Voie droite</i>
— rdzenny	<i>Stockgel., Muttergel.</i>	<i>Maîtresse-voie de formation</i>
— zasadniczy (główny)	<i>Hauptgel.</i>	<i>Voie principale</i>
— zrotny	<i>Ausweichgel.</i>	<i>Voie d'évitement</i>
Tory zbieżne	<i>Convergierende Gel.</i>	<i>Voies convergentes</i>
Zwrotnica	<i>Wechsel</i>	<i>Changement</i>
Zwrotny tor	<i>Ausweichgeleise</i>	<i>Voie d'évitement</i>
Żłobek	<i>Spurkranzrinne, Spurkranzrille.</i>	<i>Rainure pour le passage des boudins.</i>



