

Stanisław Janusz CIEŚLAKOWSKI¹

OBLICZANIE DŁUGOŚCI STREFY ROZGAŁĘŻNEJ WSPÓŁCZESNYCH GÓREK ROZRZĄDOWYCH

W pracy opracowano wzór na minimalną długość strefy rozgałęźnej współczesnych górek rozrządowych. Wyniki pracy mogą być wykorzystane do obliczeń kinematycznych górek oraz obliczeń zajętości terenu pod stacje rozrządowe, manewrowe i zakładowe.

CALCULATING THE LENGTH OF THE BRANCHING AREA IN PRESENT – DAY HUMPS

A formula for calculating minimum length of branching areas in present day hump is developed. The results can be used in kinematic hump calculations and calculations of land occupancy for marshalling, manoeuvring and industrial yards.

1. WSTĘP

Stacje rozrządowe i manewrowe są to takie stacje, które rozrządzają i zestawiają składki manewrowe pociągów towarowych. Dla wykonywania pracy manewrowej stacje rozrządowe i manewrowe muszą posiadać odpowiednie wyposażenie, obejmujące przede wszystkim dostateczną liczbę torów oraz określoną liczbę i jakość urządzeń manewrowych (górkę rozrządową, tory wyciągowe, drogi zwrotnicowe, lokomotywy manewrowe) [2].

Górkę rozrządową służą do wykonywania manewrów na stacjach rozrządowych i manewrowych.

Górkę rozrządową to główne obiekty tych stacji, decydujące o bezpieczeństwie wagonów kolejowych.

Profil górkę rozrządową składa się z następujących elementów: strefy przejściowej zlokalizowanej za przeciwspadkiem górkę, pierwszego pochylenia rozpędowego służącego do wytworzenia odstępów między wagonami o różnych wartościach ruchowych podczas przejeżdżania przez pierwszy rozjazd podziałowy, drugiego nachylenia pośredniego, na końcu którego lokalizuje się pierwszą strefę hamulców, trzeciego pochylenia, na którym leżą rozjazdy kolejowe, czwartego pochylenia, na początku torów kierunkowych, z drugą pozycją hamowania.

Długość strefy podziałowej jest jednym z głównych parametrów układu torowego górkę rozrządowej.

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki, ul. Malczewskiego 29,
s.cieslakowski@pr.radom.pl

U wielu projektantów występują tendencje do niepotrzebnego wydłużania strefy podziałowej górki rozrządowej. Wpływa to negatywnie na bezpieczeństwo staczanych wagonów towarowych.

2. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

W celu skrócenia strefy rozgałęznej obecnie często projektuje się górki rozrządowe z jednym torem na ich wierzchołku.

Zagadnieniem oceny i optymalizacji ukształtowania strefy rozgałęznej górek rozrządowych zajmował się G. Potthoff [4]. Nie uwzględnił on jednak w swoich opracowaniach górek rozrządowych wyposażonych w drogi technologiczne, które są obecnie projektowane.

Gajda w pracy [2] podaje wzór Leibbrandta na długość strefy podziałowej górki rozrządowej, określony na podstawie zależności geometrycznych. Również i w tym przypadku górki rozrządowe nie są wyposażone w niezbędne drogi technologiczne.

Z wytycznych projektowania stacji kolejowych [7] wynika, że układ torów i rozjazdów w strefie rozdzielczej torów kierunkowych wchodzącej w skład górki rozrządowej należy projektować przy zastosowaniu wiązek ośmiotorowych, rozjazdów o dużych skosach w granicach od 1:48 do 1:9, przy zastosowaniu możliwie małych promieni łuków torowych, lecz nie mniejszych niż 150 m.

W pracy [5] Sutarzewicz pisze, że najlepsze wyniki, przy projektowaniu górek rozrządowych, osiąga się, układając jako pierwszy rozjazd strefy podziałowej, rozjazd symetryczny S49-215-1:4,8.

W pracy [7] można przeczytać, że długość górki rozrządowej oraz szczegółowe wielkości pochyłeń i ich długości należy ustalać w oparciu o obliczenia kinetyczne górki rozrządowej.

Nie podano jednak metody obliczania minimalnej długości strefy podziałowej, która mogłaby posłużyć do obliczeń kinetycznych górek rozrządowych oraz obliczeń zajęcia terenu pod stacje rozrządowe, manewrowe i zakładowe.

Należy więc opracować wzór na długość strefy rozgałęznej współczesnych górek rozrządowych.

3. METODA BADAWCZA I WYNIKI

Na ukształtowanie górki rozrządowej, będącej jednym z najważniejszych obiektów stacji rozrządowej, wpływa wiele czynników. Poznanie wszystkich okoliczności, mających wpływ na pracę górki rozrządowej, jest dla projektanta i eksploatatora nieodzowne.

Staczane wagony, zależnie od ich konstrukcji, a przede wszystkim od ładunku, mają różne prędkości i pod tym względem dzielą się na wagony lekkobieżne i ciężkobieżne. Do wagonów lekkobieżnych należą ciężkoładowane wagony z węglem, rudą i inne, a do wagonów ciężkobieżnych – wagony próżne i wagony z ładunkami pojedynczymi. W celu uniknięcia najeżdżania wagonów lekkobieżnych na wagony ciężkobieżne i dla zachowania między tymi wagonami odstępów czasu na nastawianie rozjazdów, konieczne jest regulowanie prędkości toczenia się poszczególnych wagonów lub odpręgów. W tym celu wagony lekkobieżne muszą być hamowane za pomocą płozów hamulcowych lub hamulców.

Cel ten łatwiej może być osiągnięty, jeżeli zostaną zapewnione:

- możliwa jednakowa długość toczenia się wagonów przy kierowaniu ich na różne tory relacyjne,
- możliwie szybki rozdział staczanych wagonów na poszczególne tory grupy kierunkowej, a w związku z tym, skrócenie wspólnego odcinka drogi przejeżdżanej przez odsprzęgi o różnych relacjach,
- prawidłowe usytuowanie stanowisk hamowania,
- taki układ dróg zwrotnicowych i połączeń między nimi, który by wyłączał dodatkowe opory na łukach i nie wydłużał drogi toczenia się wagonów.

Wymienionym warunkom najbardziej odpowiada wiązkowy układ rozjazdów w grupie torów pod górką. Każda wiązka obejmuje 8 torów.

Projektowanie planu strefy podziałowej górkę rozrządowej jest procesem heurystycznym.

Ograniczeniami w tym procesie są:

- a) liczba torów na grzbiecie górkę (jeden, dwa lub dwa w jeden),
- b) rozstaw torów grupy kierunkowej ($4,75 \div 6,00$ m),
- c) liczba torów w grupie kierunkowej (16, 24, 32, 48),
- d) typy, promienie i skosy przyjętych rozjazdów (1:9, 1:6,6, 1:4,8) [1].

W zależności od przyjętych ograniczeń i umiejętności projektowania, plan strefy podziałowej przybiera różne kształty.

W skład drogi zwrotnicowej strefy podziałowej zautomatyzowanej górkę rozrządowej z 32 torami kierunkowymi wchodzi następujące elementy, licząc od wierzchołka: pierwszy rozjazd symetryczny o skosie 1:4,8, rozjazd zwyczajny o skosie 1:7,5 dla torów objazdowych górkę, drugi rozjazd symetryczny o skosie 1:4,8, hamulec torowy odstępowy, trzeci rozjazd symetryczny o skosie 1:4,8, dwa rozjazdy zwyczajne o skosie 1:9. Rozjazdy rozdzielane są wstawkami prostymi toru o minimalnej długości 6 m w celu zainstalowania odcinka izolowanego przediglicowego. Ostatni odcinek drogi zwrotnicowej stanowi styczna łuku poziomego. Odległość między osiami torów kierunkowych, ze względu na technologię pracy, przyjmuje się 5 m, natomiast między wiązkami 8 torowymi, 6 m. Tak więc odległość między osią skrajnego toru kierunkowego o osią symetrii strefy podziałowej wynosi 81 m.

Teoretyczną minimalną długość strefy rozgałęźnej można obliczyć na podstawie wzoru Leibbrandta:

$$L_L = 2 \sqrt{r^2 - \left[r - \frac{(n-2)a}{4} \right]^2} \quad [\text{m}] \quad (1)$$

gdzie:

- r - przyjęty minimalny promień łuku w rozjazdach [m],
- a - odstęp między torami [m],
- n - liczba torów w grupie.

Dla współczesnych górek rozrządowych można przyjąć następujące dane: $r = 190$ m, $a = 5$ m, $n = 32$. Po obliczeniu otrzymamy wynik $L_L = 226,7$ m.

Ponieważ wzór ten dotyczył klasycznych górek rozrządowych, to błąd bezwzględny długości wynosi 100 m, czyli 30 % w stosunku do modelowej długości strefy rozgałęźnej współczesnej góry rozrządowej.

Oznacza to, że wzór (1) nie może być stosowany do obliczeń współczesnych górek rozrządowych.

Minimalną długość strefy rozgałęźnej można spróbować obliczyć, traktując ją jako prostą drogę zwrotnicową odchyloną o trzy połowy kątów od rozjazdów o skosie 1:4,8, odchylających od osi w trzech miejscach skrajny tor strefy rozgałęźnej.

Wzór na długość drogi zwrotnicowej L_Z jest następujący:

$$L_Z = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (2)$$

gdzie:

S - odległość między osią skrajnego toru kierunkowego o osią symetrii strefy rozgałęźnej (81 m),

α - kąt środkowy łuku poziomego skrajnego toru kierunkowego, równy kątowi nachylenia skrajnej drogi zwrotnicowej [°].

W celu otrzymania pełnej długości strefy rozgałęźnej należałoby powiększyć długość drogi zwrotnicowej o długość stycznej τ łuku poziomego wyrażonej wzorem:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad [\text{m}] \quad (3)$$

gdzie:

R - promień łuku poziomego przyjmowany dla skrajnego toru kierunkowego jako 160 m.

Ponieważ w celu niedogonienia się wagonów na pierwszym rozjeździe, musi on być oddalony od pierwszego załomu góry o $L_r = 25$ m, to o tyle wydłuża się również współczesna strefa rozgałęźna.

Wydłużenie strefy rozgałęźnej powodują również zainstalowane w niej hamulce torowe odstępowe o długości $L_{ho} = 20$ m.

Tak więc holistyczny wzór na minimalną długość strefy rozgałęźnej współczesnych górek rozrządowych miałby postać:

$$L_H = L_Z + T + L_r + L_{ho} \quad [\text{m}] \quad (1)$$

Wartość kąta α obliczamy wiedząc, że połowa kąta rozjazdu o skosie 1:4,8 wynosi 5,8°. Stąd

$$\alpha = 3 \cdot 5,8 = 17,4^\circ \quad (5)$$

Wówczas $L_Z = 261,3$ m, $T = 24$ m.

Tak więc całkowita minimalna długość strefy rozgałęźnej współczesnych górek rozrządowych $L_H = 330,3$ m.

Długość ta jest większa o 3,8 m czyli o 1,1 % od modelowej długości, strefy rozgałęźnej współczesnej góry rozrządowej. Oznacza to, że wzór (4) można stosować do obliczeń współczesnych górek rozrządowych. Długość S można obliczyć z następującego wzoru opracowanego również przez autora:

$$S = \frac{n-2}{2} \cdot 5 + 6 \quad (6)$$

Ostatecznie więc wzór na minimalną długość strefy rozgałęźnej współczesnych górów rozrządowych przyjmie postać:

$$L_H = \left[5 \cdot \frac{n-2}{2} + 6 \right] : \operatorname{tg} \alpha + R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 45 \quad (7)$$

4. WNIOSKI

Opracowany w pracy wzór (7) ma minimalną długość strefy rozgałęźnej współczesnych górów rozrządowych ułatwi projektantom obliczenia kinetyczne górów rozrządowych, zapewniające bezpieczne warunki ruchu staczanych wagonów. Umożliwi on im również dokładne obliczenia zajętości terenu pod stacje rozrządowe, manewrowe i zakładowe. Badania przeprowadzono na 32 torowym układzie.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Cieślakowski St. J.: *Forming of hump track systems on the basis of simulated carriage rolling*, 11TH International Conference „Computer Systems Aided Science, Industry And Transport”, Vol. 1, Zakopane, 3-6 December 2007.
- [2] Gajda B.: *Stacje rozrządowe*, WKiŁ, Warszawa 1966.
- [3] *Instrukcja o technice pracy manewrowej*, Ir-9 (R-34); PKP PLK S.A., Warszawa 2005.
- [4] Potthoff G.: *Verkehrsströmgslehre*, Bd 2. *Betriebstechnik des Rangierens*, Transpress, Berlin 1968.
- [5] Sutarzewicz D.: *Układy torów stacji rozrządowych*, Drogi kolejowe, 12/84.
- [6] Węgiński J.: *Układy torowe stacji*, WKiŁ, Warszawa 1974.
- [7] *Wytyczne projektowania. Stacje kolejowe*, WKiC, Warszawa 1972.