

Oznaczenia :

V_{\max}	maksymalna prędkość (pociągi pasażerskie)	$\frac{\text{km}}{\text{h}}$
V_t	maksymalna prędkość (pociągi towarowe)	$\frac{\text{km}}{\text{h}}$
f_{dop}	dopuszczalna prędkość podnoszenia się koła po rampie przechyłkowej	$\frac{\text{mm}}{\text{s}}$
ϕ_{dop}	dopuszczalna prędkość zmiany przyspieszenia na krzywej przejściowej	$\frac{\text{m}}{\text{s}^3}$
a_p	dopuszczalne przyspieszenie niezrównoważone dla pociągów pasażerskich	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
a_t	dopuszczalne przyspieszenie niezrównoważone dla pociągów towarowych	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Do obliczeń należy przyjąć

$$m := 100$$

$$a_t := 0.5 \quad \text{pozostałe wielkości zawarte są w temacie}$$

$$a_p := 0.6 \quad \text{jeśli ktos przyjął 0.5 to też może być - wpływa to jedynie na } h_{\min}, \text{ a pozostałe wyniki się nie zmieniają}$$

$$\phi_{\text{dop}} := 0.5$$

1) PRZECHYŁKA

$$h_{\min} := 11.8 \frac{V_{\max}^2}{R} - 153 \cdot a_p \quad \text{ZAOKRĄGLIĆ DO 5mm W GÓRĘ}$$

$$h_{\max} := 11.8 \frac{V_t^2}{R} + 153 \cdot a_t \quad \text{ZAOKRĄGLIĆ DO 5mm W DÓŁ}$$

przechyłka powinna się zawierać w przedziale <20 ; 150> mm

Do dalszych obliczeń przyjmujemy przechyłkę maksymalną $h=h_{\max}$

2) Wyznaczenie długości krzywej przejściowej

$$L_{\min_f} := \frac{V_{\max} \cdot h}{m} \quad L_{\min_\phi} := \frac{a_p \cdot V_{\max}}{m}$$

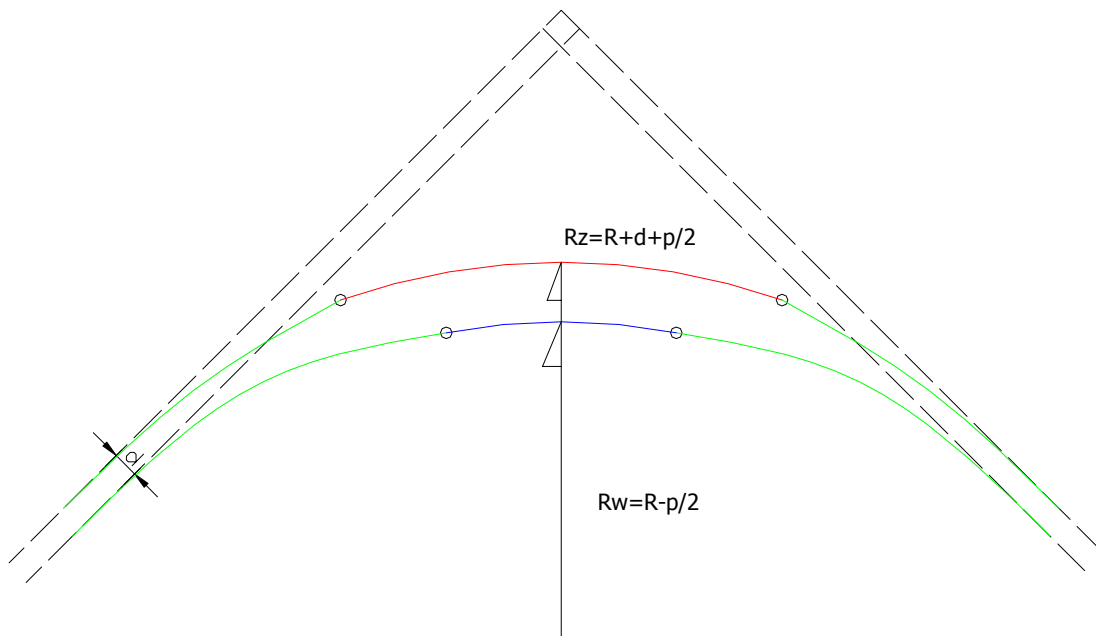
Powyższe wzory dotyczą minimalnej długości jaką może mieć krzywa przejściowa, z tego powodu do dalszych obliczeń przyjmujemy wartość większą - i tak:

$$L_{\min} := \max(L_{\min_f}, L_{\min_\phi})$$

zaokrąglić do 5m w gore!!!

3) Sprawdzenie warunku na minimalna długość łuku kołowego

wprowadzenie poszerzenie skrajni w łuku



Poszerzenie skrajni wprowadzamy po połowie jej wartości na każdy promień i tak:

$$R_w := R - \frac{p}{2}$$

$$R_z := R + u + \frac{p}{2}$$

R - wielkość z tematu

p - poszerzenie skrajni dane wzorem $p := \frac{72}{R}$

zaokrąglić do 5mm w gore!

Uwaga – poszerzenie można też odczytać z ostatniej tabeli załącznika 11 do przepisów D1

$$np \quad R := 2150 \quad p := \frac{72}{R}$$

$$p = 0.033$$

po zaokrągleniu $p = 0.035 \text{ m}$

Wprowadzamy rozróżnienie długości krzywych przejściowych dla toru zewnętrznego i wewnętrznego :

$$L_z := L_{\min} \quad \text{z punktu 2}$$

$$L_w := \sqrt{\frac{R_w}{R_z} \cdot L_z^2 + 24 R_w \cdot p}$$

Lw zaokrąglić do pełnego metra w gore!!!

Sprawdzenie min długości łuku kołowego

$$K_{\min} := \max\left(\frac{V_{\max}}{2.5}, 30\right) \quad \text{minimalna długość łuku kołowego}$$

$$K_{\text{rzecz}} := R_w \cdot \alpha_w \cdot \frac{\pi}{180} \quad \text{rzeczywista długość łuku kołowego (sprawdzamy tylko dla toru wewnętrznego gdyż w tym tożę łuk kołowy jest krótszy)}$$

$$\alpha_w := \gamma - 2 \cdot \xi_w$$

$$\xi_w := \arcsin\left(\frac{L_w}{2 \cdot R_w}\right) \quad \text{UWAGA !!! Jeśli liczymy na kalkulatorze to wynikiem jest kąt w stopniach, natomiast jeśli liczymy w komputerze to programy typu excel domyślnie ustawione zwrócą wynik w radianach.}$$

$$\gamma := |A_{z2} - A_{z1}| \quad \text{gamma jest różnicą azymutów (w stopniach)}$$

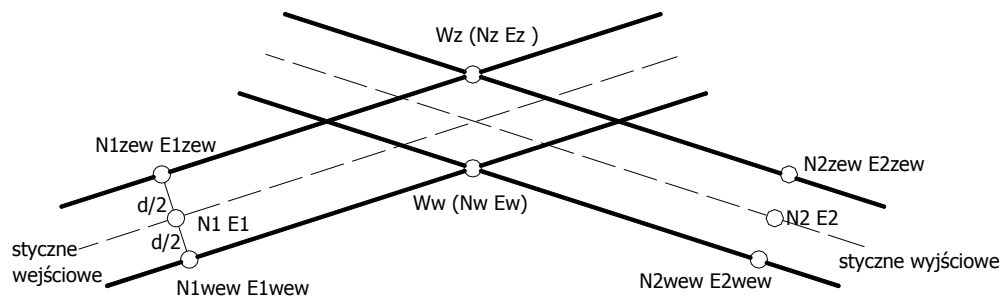
WARUNEK

$$K_{\text{rzecz}} \geq K_{\min}$$

jeli tak - liczymy dalej, jeśli nie to należy wrócić do punktu 1 i zmniejszyć przechyłkę o 5mm
- robimy tak, aż do spełnienia warunku na Krzecz

Jeśli znaleźliśmy przechyłkę, dla której warunek jest spełniony, a wysła ona mniejsza od hmin – to należy tak zostawić i liczyć dalej.

4) Wyznaczenie wierzchołków toru wewnętrznego i zewnętrznego



W temacie dane są punkty N1E1 i N2E2
Od nich znajdujemy punkty:

Na stycznych torów wejściowych

$$N_{1zew} := N1 + \frac{u}{2} \cdot \cos(Az1 - 90)$$

$$E_{1zew} := E1 + \frac{u}{2} \cdot \sin(Az1 - 90)$$

$$N_{1wew} := N1 + \frac{u}{2} \cdot \cos(Az1 + 90)$$

$$E_{1wew} := E1 + \frac{u}{2} \cdot \sin(Az1 + 90)$$

UWAGA: Wzory są słuszne dla zakrętu w prawo. Dla zakrętu w lewo znak w funkcji trygonometrycznej zmieniamy na przeciwny: np. jak było (Az1-90) to ma być (Az1+90) To samo dotyczy wzorów na stycznych wyjściowych.

Na stycznych torow wyjsciowych

$$N_{2zew} := N2 + \frac{u}{2} \cdot \cos(Az2 - 90)$$

$$E_{2zew} := E2 + \frac{u}{2} \cdot \sin(Az2 - 90)$$

$$N_{2wew} := N2 + \frac{u}{2} \cdot \cos(Az2 + 90)$$

$$E_{2wew} := E2 + \frac{u}{2} \cdot \sin(Az2 + 90)$$

**UWAGA : WZORY SA SLUSZNE DLA ZAKRETU W PRAWO!!!
W PRZYPADKU ZAKRETU W LEWO ZNAK W NAWIASACH FUNKCJI
TRYGONOMETRYCZNYCH ZMIENIAMY NA PRZECIWNY np. JAK BYLO (Az2-90) TO MA BYC (Az2+90)!!!!**

WYZNACZENIE WIERZCHOŁKA TORU WEWNĘTRZNEGO:

$$E_w := E_{1wew} + (\tan(Az1)) \cdot (N_w - N_{1wew})$$

$$E_w := E_{2wew} + (\tan(Az2)) \cdot (N_w - N_{2wew})$$

WYNIKIEM JEST PUNKT W_w (N_w ; E_w)

WYZNACZENIE WIERZCHOŁKA TORU ZEWNĘTRZNEGO:

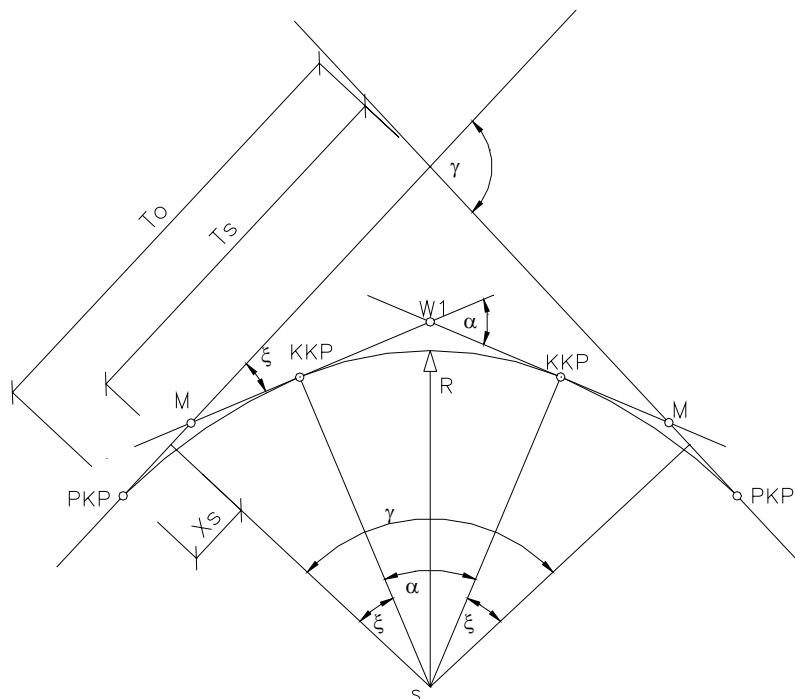
$$E_z := E_{1zew} + (\tan(Az1)) \cdot (N_z - N_{1zew})$$

$$E_z := E_{2zew} + (\tan(Az2)) \cdot (N_z - N_{2zew})$$

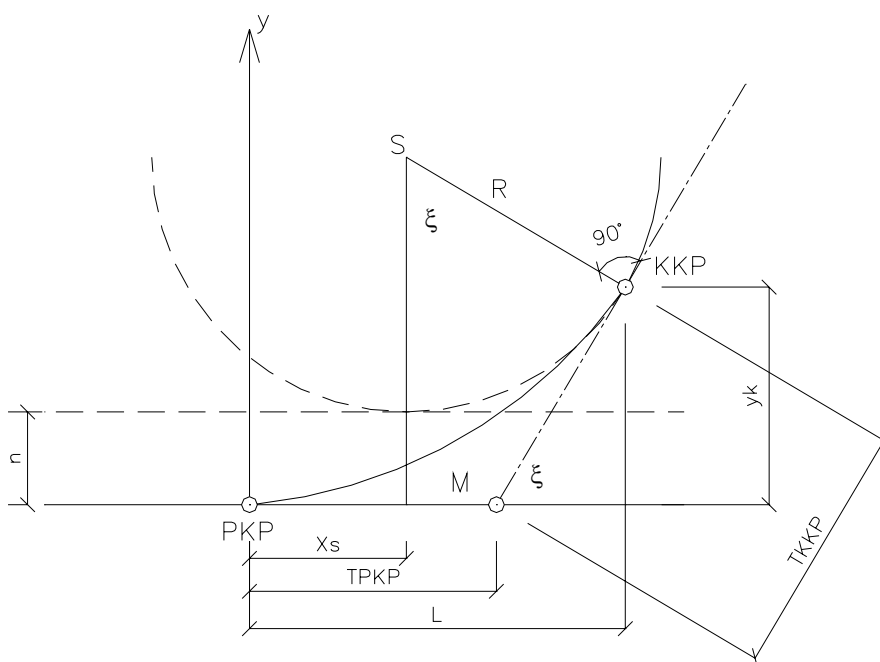
WYNIKIEM JEST PUNKT W_z (N_z ; E_z)

5) WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE

5.1) TOR WEWNĘTRZNY



RYS 1



RYS 2

UWAGA !!! indeks w oznacza to, że wartość dotyczy toru wewnętrznego

$$\xi_w := \arcsin\left(\frac{L_w}{2 \cdot R_w}\right) \quad \text{patrz rysunek 1}$$

$$x_{s_w} := \frac{L_w}{2} \quad \text{patrz rysunek 2}$$

$$\chi := \frac{1}{\cos(\xi_w)} \quad \text{współczynnik krzywej przejściowej}$$

$$y_k := \chi \cdot \frac{L_w^2}{6 \cdot R_w} \quad \text{patrz rys 2}$$

$$n_w := y_k - R_w \cdot (1 - \cos(\xi_w)) \quad \begin{array}{l} \text{przesunięcie łuku kołowego do wewnątrz układu} \\ \text{patrz rys 2} \end{array}$$

$$y := \chi \cdot \frac{x^3}{6 \cdot R_w \cdot L_w} \quad \begin{array}{l} \text{wzór na krzywą przejściową jako parabolę 3 stopnia} \\ \text{patrz rys 2} \end{array}$$

$$\alpha_w := \gamma - 2 \cdot \xi_w \quad \text{patrz rysunek 1}$$

$$T_{s_w} := (R_w + n_w) \cdot \tan\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

$$T_{0_w} := T_{s_w} + x_{s_w}$$

$$T_{pkp_w} := \frac{2}{3} \cdot L_w$$

Odpowiednie styczne - patrz rysunek 2

$$T_{kkp_w} := \frac{L_w}{3 \cdot \cos(\xi_w)}$$

$$T_{Luku_w} := R_w \cdot \tan\left(\frac{\alpha_w}{2}\right)$$

UWAGA 1 Należy zwracać uwagę na jednostki kątów w funkcjach trygonometrycznych.

Wynikiem funkcji sin, cos, tan, ctg są radiany, ale to co w funkcji jest argumentem to jest kąt i musi być podany w:

- stopniach - gdy liczymy na kalkulatorze
- radianach - gdy liczymy na komputerze

Wynikiem funkcji asin,cos,atg,ctg są kąty(gdy liczymy na kalkulatorze) w excelu wszystko jest ustawione na radiany, trzeba uważać.

5.2 Tor zewnętrzny

6) PUNKTY GŁÓWNE UKŁADU

6.1 TOR WEWNĘTRZNY

NAWIĄZUJEMY SIĘ DO WIERZCHOŁKA TORU WEWNĘTRZNEGO POLICZONEGO W P.4

PKP1

$$N_{PKP1w} := N_w + T0_w \cdot \cos(Az1 + 180)$$

$$E_{PKP1w} := E_w + T0_w \cdot \sin(Az1 + 180)$$

PKP2

$$N_{PKP2w} := N_w + T0_w \cdot \cos(Az2)$$

$$E_{PKP2w} := E_w + T0_w \cdot \sin(Az2)$$

M1

$$N_{M1} := N_w + (T0_w - T_{pkp_w}) \cdot \cos(Az1 + 180)$$

$$E_{M1} := E_{wew} + (T0_w - T_{pkp_w}) \cdot \sin(Az1 + 180)$$

M2

$$N_{M2} := N_w + (T0_w - T_{pkp_w}) \cdot \cos(Az2)$$

$$E_{M2} := E_w + (T0_w - T_{pkp_w}) \cdot \sin(Az2)$$

KKP1

ZAKRET W PRAWO

$$N_{KKP1w} := N_{M1} + T_{kpw} \cdot \cos(Az1 + \xi_w)$$

$$E_{KKP1w} := E_{M1} + T_{kpw} \cdot \sin(Az1 + \xi_w)$$

ZAKRET W LEWO

$$N_{KKP1w} := N_{M1} + T_{kpw} \cdot \cos(Az1 - \xi_w)$$

$$E_{KKP1w} := E_{M1} + T_{kpw} \cdot \sin(Az1 - \xi_w)$$

KKP2

ZAKRET W PRAWO

$$N_{KKP2w} := N_{M2} + T_{kpw} \cdot \cos(Az2 + 180 - \xi_w)$$

$$E_{KKP2w} := E_{M2} + T_{kpw} \cdot \sin(Az2 + 180 - \xi_w)$$

ZAKRET W LEWO

$$N_{KKP2w} := N_{M2} + T_{kpw} \cdot \cos(Az2 + 180 + \xi_w)$$

$$E_{KKP2w} := E_{M2} + T_{kpw} \cdot \sin(Az2 + 180 + \xi_w)$$

W1

ZAKRET W KPRAWO

$$N_{W1w} := N_{KKP1w} + T_{Luku_w} \cdot \cos(Az1 + \xi_w)$$

$$E_{W1w} := E_{KKP1w} + T_{Luku_w} \cdot \sin(Az1 + \xi_w)$$

ZAKRET W LEWO

$$N_{W1w} := N_{KKP1w} + T_{Luku_w} \cdot \cos(Az1 - \xi_w)$$

$$E_{W1w} := E_{KKP1w} + T_{Luku_w} \cdot \sin(Az1 - \xi_w)$$

6.2 TOR ZEWNĘTRZNY

WZORY SĄ ANALOGICZNE TYLKO NAWIĄZUJEMY SIĘ DO WIERZCHOŁKA TORU ZEWNĘTRZNEGO, A WARTOŚCI STYCZNYCH BIERZEMY Z PUNKTU 5.2