

PRZYKŁAD DOBORU PARAMETRU KLOTOIDY A

Parametry wejściowe:

kąt zwrotu trasy	$\alpha = 57 [^\circ]$,
prędkość projektowa	$v_p = 100 [\text{km/h}]$,
szerokość dwóch pasów ruchu i poboczy utwardzonych	$B = 12 [\text{m}]$
promień łuku kołowego	$R = 1000 [\text{m}]$,
pochylenie poprzeczne na prostej	$i_p = 2\%$,
pochylenie poprzeczne na łuku	$i_o = 5\%$.

1. Warunek dynamiczny (zapewnienie właściwego reżimu jazdy i komfortu ruchu)

Parametr k (opisujący przyrost przyspieszenia dośrodkowego działającego na pojazd poruszający się z prędkością projektową v_p), zależy od prędkości projektowej. Wartości parametru k , przyjmuje się na podstawie WT (D.U. nr 43 § 22.1.

$$A_{\min}^{(1)} = \sqrt{\frac{v_p^3}{3,6^3 k}} = \sqrt{\frac{100^3}{3,6^3 \cdot 0,3}} = 267,29$$

z D.U. 43:

§ 22. 1. Dwa odcinki drogi, które mają stałe i o różnej wartości krzywizny w planie, powinny być połączone krzywą przejściową, z zastrzeżeniem ust. 3 i 4. Krzywa przejściowa powinna być wykonana tak, aby przyrost przyspieszenia dośrodkowego działającego na pojazd poruszający się z prędkością projektową nie był większy niż określony w tabeli:

Prędkość projektowa [km/h]	20 – 100	80	70	60	50	40
Przyrost przyspieszenia dośrodkowego [m/s ³]	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

2. Warunek geometryczny zespołu krzywa przejściowa-łuk kołowy-krzywa przejściowa

$$A_{\max}^{(2)} = R\sqrt{\alpha} = 1000\sqrt{0,994838} = 997,42.$$

3. Warunek estetyki (warunek kąta ϑ)

$$A_{\min}^{(3)} = \frac{1}{3}R = \frac{1000}{3} = 333,33$$

$$A_{\max}^{(4)} = R = 1000,00$$

4. Warunek estetyki (wielkość odsunięcia łuku H)

$$H = 0,5 [\text{m}] \Rightarrow A_{\min}^{(5)} = 1,86R^{3/4} = 1,86 \cdot 1000^{3/4} = 330,76$$

$$H = 2,5 [\text{m}] \Rightarrow A_{\max}^{(6)} = 2,78R^{3/4} = 2,78 \cdot 1000^{3/4} = 494,36$$

$$H = 0,2 [\text{m}] \Rightarrow A_{\min}^{(7)} = 1,48R^{3/4} = 1,48 \cdot 1000^{3/4} = 263,19$$

5. Warunek konstrukcyjny (stosowany na łukach z poszerzeniem)

~~$$A_{\min}^{(8)} = 1,86 \sqrt[3]{R \cdot p}$$~~

gdzie: p – poszerzenie drogi na łuku, które przyjmuje się zgodnie z WT (D.U. nr 43 § 16.1, jeżeli

$$\text{poszerzenie } \frac{40}{R} = \frac{40}{1000} = 0,04 [\text{m}] \text{ jest mniejsze niż minimalne poszerzenie równe}$$

0,20 m, to się go nie wykonuje.

Ponieważ w przykładzie promień łuku poziomego $R = 1000 \text{ m}$, to tego warunku się nie uwzględnia.

6. Warunek konstrukcyjny (komfortu jazdy)

$$A_{\min}^{(9)} = \sqrt{\frac{R \cdot B}{\Delta i} \frac{i_o + |i_p|}{2}} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 12}{0,9 \cdot 2} (5 + 2)} = 216,02$$

gdzie: Δi – dodatkowy dopuszczalny przyrost pochylenia podłużnego Δi zewnętrznej krawędzi jezdni, gdy stosuje się rampę drogową, zgodnie z Rozporządzeniem MTiGM D.U. nr 43 § 18.3.

Wg Rozporządzenia MTiGM (D.U. nr 43 z 1999 r. § 18.1) Zmiana pochylenia poprzecznego jezdni powinna być wykonana na krzywej przejściowej, prostej przejściowej, jeżeli krzywa przejściowa nie jest wymagana lub na łuku kołowym o większym promieniu, jeżeli jest to krzywa koszoowa.

3. Zmiana pochylenia poprzecznego jezdni drogi powinna być tak prowadzona, aby dodatkowe pochylenia podłużne krawędzi jezdni nie przekraczały wartości określonych w tabeli:

Prędkość projektowa [km/h]	Dopuszczalne dodatkowe pochylenie krawędzi jezdni [%]	
	największe	najmniejsze na odcinku o pochyleniu poprzecznym $\leq 2\%$
120-100	0,90	0,1 \times a gdzie: a – odległość krawędzi jezdni od osi obrotu [m]
80	1,6	
70, 60	1,6	
≤ 50	2,0	

7. Warunek konstrukcyjny (postrzeganie części kolistej), warunek konieczny w odniesieniu do dróg szybkiego ruchu

$$A_{\max}^{(10)} = \sqrt{R \left(R \alpha - t \frac{v_p}{3,6} \right)} = \sqrt{1000 \left(1000 \cdot 0,994837673636768 - 2 \frac{100}{3,6} \right)} = 969,17.$$

gdzie: α – kąt zwrotu w radianach (wartość podana dokładnie $\alpha = 0,994837673636768$), $t = 2$ s.

$$A_{\max}^{(10)} = \sqrt{R \left(R \frac{\pi \alpha}{180} - t \frac{v_p}{3,6} \right)} = \sqrt{R^2 \frac{\pi \alpha}{180} - R t \frac{v_p}{3,6}} = \sqrt{1000^2 \frac{\pi \cdot 57,000}{180} - 1000 \cdot 2 \cdot \frac{100}{3,6}} = 969,17$$

gdzie: $\pi = 3,14159265358979$

8. Warunek wygody jazdy, warunek konieczny w odniesieniu do dróg szybkiego ruchu

$$A_{\min}^{(11)} = \sqrt{R v_p \frac{i_o + |i_p|}{7,2}} = \sqrt{1000 \cdot 100 \frac{5 + 2}{7,2}} = 311,80.$$

Dobry parametr klotoidy A musi spełniać nierówność:

$$\sup \{ A_{\min}^{(1)}, A_{\min}^{(3)}, A_{\min}^{(5)}, A_{\min}^{(7)}, A_{\min}^{(9)}, A_{\min}^{(11)} \} \leq A \leq \inf \{ A_{\max}^{(2)}, A_{\max}^{(4)}, A_{\max}^{(6)}, A_{\max}^{(10)} \}$$

$$333,33 \leq A \leq 494,36$$

Przy założeniu proporcji 1:2:1

$$A = R \sqrt{\frac{\alpha}{3}} = 575,86$$

gdzie : kąt α w radianach

Przy proporcji 1:1:1

$$A = R \sqrt{\frac{\alpha}{2}} = 705,28$$

gdzie : kąt α w radianach

Uwzględniając, że przede wszystkim należy spełnić warunki wyboru powinno się przyjąć parametr krzywej przejściowej liczonej w odniesieniu do maksymalnego odsunięcia łuku $H = 2,5$ m.

Ostatecznie proponuje się parametr klotoidy równy $A = 490$.