

PRZYKŁAD DOBORU PARAMETRU KLOTOIDY A

Parametry wejściowe:

kąt zwrotu trasy	$\alpha = 13,500 [^\circ]$,
prędkość projektowa	$v_p = 50 [\text{km/h}]$,
szerokość jezdni	$B = 5,5 [\text{m}]$
promień łuku kołowego	$R = 175 [\text{m}]$,
pochylenie poprzeczne na prostej	$i_p = 2\%$,
pochylenie poprzeczne na łuku	$i_o = 4\%$.

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.

$$A_{\min}^{(1)} = \sqrt{\frac{v_p^3}{3,6^3 k}} = \sqrt{\frac{50^3}{3,6^3 \cdot 0,8}} = 57,87$$

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]	120 – 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

$$A_{\max}^{(2)} = R \sqrt{0,235619449019234} = 175 \sqrt{\frac{2\pi}{360}} 13,500 = 84,95.$$

3. Warunek estetyki (warunek kąta η)

$$A_{\min}^{(3)} = \frac{1}{3} R = \frac{175}{3} = 58,33$$

$$A_{\max}^{(4)} = R = 175,00$$

4. Warunek estetyki (wielkość odsunięcia łuku H)

$$H = 0,5 [\text{m}] \Rightarrow A_{\min}^{(5)} = 1,86 R^{3/4} = 89,49$$

$$H = 2,5 [\text{m}] \Rightarrow A_{\max}^{(6)} = 2,78 R^{3/4} = 133,76$$

$$H = 0,2 [\text{m}] \Rightarrow A_{\min}^{(7)} = 1,48 R^{3/4} = 71,21$$

5. Warunek konstrukcyjny (stosowany na łukach z poszerzeniem)

$$A_{\min}^{(8)} = 1,86 \sqrt[4]{R^3 p} = 1,86 \sqrt[4]{175^3 \cdot 0,25} = 63,28$$

gdzie: p – poszerzenie drogi na łuku $\frac{40}{R} = \frac{40}{175} = 0,23 \approx 0,25 [\text{m}]$.

Wg Rozporządzenia MTiGM (D.U. nr 43 z 1999 r. § 16.1) Szerokość każdego pasa ruchu powinna być zwiększona na długości poziomego łuku kołowego, o wartość p obliczoną w następujący sposób:

1) $p = 40/R$ – na drodze klasy Z i drogach wyższych klas oraz na ulicach klasy L usytuowanych na obszarze przemysłowo-handlowym lub na których przewidziano zbiorową komunikację autobusową,

2) $p = 30/R$ – na drodze klasy D oraz innych drogach klasy L niewymienionych w pkt 1,

gdzie: R – jest promieniem łuku kołowego osi jezdni wyrażonym w metrach, przy czym obliczone poszerzenie powinno być **zaokrąglone do 0,05 m w górę**.

6. Warunek konstrukcyjny (komfortu jazdy)

$$A_{\min}^{(9)} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i} \frac{B}{2} (i_o + |i_p|)} = \sqrt{\frac{175 \cdot 5,5}{2,0 \cdot 2} (4 + 2)} = 38,00$$

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 kosztowa.		
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	1,0	
70, 60	1,5	
→ ≤ 50 →	2,0	

7. Warunek konstrukcyjny (postrzeganie części kolistej), warunek konieczny tylko w odniesieniu do **dróg szybkiego ruchu** i przy prędkości $v_p = 50$ km/h nie powinien być liczony

8. Warunek wygody jazdy, warunek konieczny tylko w odniesieniu do **dróg szybkiego ruchu** i przy prędkości $v_p = 50$ km/h nie powinien być liczony

Dobry parametr kłotoidy A musi spełniać nierówność:

$$\sup\{A_{\min}^{(1)}, A_{\min}^{(3)}, A_{\min}^{(5)}, A_{\min}^{(7)}, A_{\min}^{(8)}, A_{\min}^{(9)}, A_{\min}^{(11)}\} \leq A \leq \inf\{A_{\max}^{(2)}, A_{\max}^{(4)}, A_{\max}^{(6)}, A_{\max}^{(10)}\}$$

$$\sup\{A_{\min}^{(1)}, A_{\min}^{(3)}, A_{\min}^{(5)}, A_{\min}^{(7)}, A_{\min}^{(8)}, A_{\min}^{(9)}\} \leq A \leq \inf\{A_{\max}^{(2)}, A_{\max}^{(4)}, A_{\max}^{(6)}\}$$

$$89,49 \leq A \leq 84,94$$

Bardzo dużo odstępstw od zasad projektowych, $A_{\min} > A_{\max}$.

Sugerowana jest zmiana parametrów wejściowych, a przede wszystkim zwiększenie kąta zwrotu.

Przy założeniu proporcji 1:2:1

$$A = R \sqrt{\frac{\alpha}{3}} = 49,04$$

gdzie : kąt α w radianach

Przy proporcji 1:1:1

$$A = R \sqrt{\frac{\alpha}{2}} = 60,07$$

gdzie : kąt α w radianach

Jeśli na łuku **spełnione są warunki widoczności** i na całej długości łuku zapewniona odległość widoczności L_z i **nie można zmienić parametrów wejściowych**, to wówczas należy przyjąć parametr krzywej przejściowej liczonej w odniesieniu do **minimalnego odsunięcia łuku** $H = 0,2$ m. W danym przypadku, więc ostatecznie proponuje się parametr kłotoidy równy $A = 71$.