

Tyczenie tras: rozwiązanie na kalkulatory z algebraicznym systemem operacyjnym firmy Texas Instruments (cz. III)

Klotoida

Geometria tras jest niczym innym jak tylko praktycznym wykorzystaniem wiedzy z zakresu geometrii analitycznej, planimetrii i trygonometrii. Uzupełniona o narzędzie, jakim jest profesjonalny kalkulator, stanowi o komforcie pracy współczesnego geodety. W ostatnim artykule z tej serii, zgodnie z zapowiedzią, przedstawiamy program na klotoidę i dodatkowo program do transformacji współrzędnych biegunowych na ortogonalne.

Klotoida jest najczęściej stosowaną krzywą przejściową przy projektowaniu tras komunikacyjnych w budownictwie drogowym. O jej popularności decydują względy czysto praktyczne, gdyż krzywa ta spełnia na całej swej długości warunki geometryczne i dynamiczne ruchu pojazdu po trasie krzywoliniowej. Program **TRAS3** oblicza niezbędne wielkości pomocne przy tyczeniu tej krzywej w terenie.

TRAS3

- : "Klotoida"
- : Prompt R,L,t
- : $\sqrt{L \cdot R} \rightarrow A$
- : Disp "współczynnik proporcjonalności $A^2 =$ ", A^2
- : Pause
- : Lbl WSP
- : Input "odcinek łuku $dL =$ ", dL
- : $dL - dL \cdot 5 / (40 \cdot A^4) + dL \cdot 9 / (3456 \cdot A^8) - dL \cdot 13 / (599040 \cdot A^{12}) + dL \cdot 17 / (175472640 \cdot A^{16}) \rightarrow dX$
- : Disp "odcinek $dX =$ ", dX
- : $dL \cdot 3 / (6 \cdot A^2) - dL \cdot 7 / (336 \cdot A^6) + dL \cdot 11 / (42240 \cdot A^{10}) - dL \cdot 15 / (9676800 \cdot A^{14}) + dL \cdot 19 / (3530096640 \cdot A^{18}) \rightarrow dY$
- : Disp "rzędna $dY =$ ", dY
- : Pause
- : $\tan^{-1}(dY/dX) \rightarrow \alpha$
- : Disp "kat biegunowy $\alpha(\text{grad}) =$ ", $\alpha \cdot 10 / 9$
- : Pause
- : $\sqrt{dX^2 + dY^2} \rightarrow C$
- : Fix 3
- : Disp "odległość biegunowa $C =$ ", C
- : Pause
- : $(dY - R \cdot (1 - \cos \tau)) \rightarrow H$
- : Disp "odsunięcie kola krzywizny"
- : Disp " $H =$ ", H

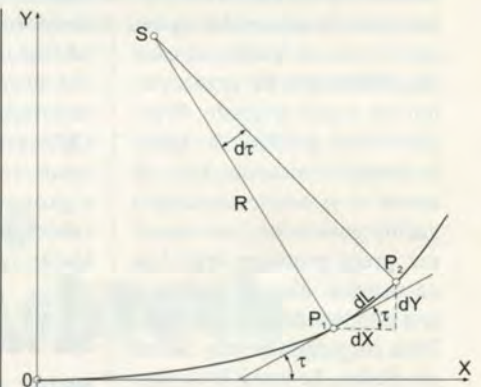
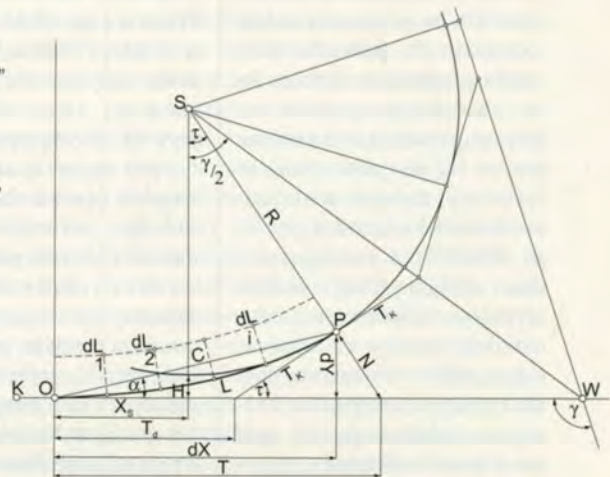
- : Pause
- : $(dX - R \cdot \sin \tau) \rightarrow X_s$
- : Disp "odcinek srodka kola krzywizny"
- : Disp " $X_s =$ ", X_s
- : Pause
- : $(R + H) \rightarrow Y_s$
- : Disp "rzędna srodka kola krzywizny"
- : Disp " $Y_s =$ ", Y_s
- : Pause
- : $(dX + dY \cdot \tan \tau) \rightarrow T$
- : Disp "styczna główna"
- : Disp " $T =$ ", T
- : Pause
- : $(dX - dY / \tan \tau) \rightarrow T_d$
- : Disp "długość styczna $T_d =$ ", T_d
- : Pause
- : $(dY / \sin \tau) \rightarrow T_k$
- : Disp "krótka styczna $T_k =$ ", T_k
- : Pause
- : $(dY / \cos \tau) \rightarrow N$
- : Disp "normalna $N =$ ", N
- : Pause
- : Goto WSP

Klotoidę jako krzywą jednoznacznie określają dwa elementy. Dysponując ich wartościami, możemy obliczyć pozostałe, korzystając z programu **KLOT1**, który uwzględnia zależności funkcyjne pomiędzy:

- promieniem krzywizny R w punkcie końcowym P ,
- długością łuku klotoidy,
- kątem zwrotu stycznej poprowadzonej do klotoidy w punkcie P ,
- współczynnikiem proporcjonalności A^2 .

KLOT1

- : "Parametry klotoidy"
- : Degree
- : Menu (1, "L,R", K1, 2, "L,τ", K2, 3, "L,A", K3, 4, "R,τ", K4, 5, "R,A", K5, 6, "τ,A", K6)
- : Lbl K1
- : $200/\pi \rightarrow \rho$
- : Prompt L,R
- : $(L \cdot \rho / (2 \cdot R)) \rightarrow \tau$
- : $\sqrt{L \cdot R} \rightarrow A$
- : Disp "kat zwrotu"



- : Disp "stycznej $\tau(\text{grad}) =$ ", τ
- : Disp "współczynnik $A =$ ", A
- : Stop
- : Lbl K2
- : $200/\pi \rightarrow \rho$
- : Disp "kat τ w gradach"
- : Prompt L,τ
- : $(L \cdot \rho / (2 \cdot \tau)) \rightarrow R$
- : $\sqrt{L \cdot R} \rightarrow A$
- : Disp "promień $R =$ ", R
- : Disp "współczynnik $A =$ ", A
- : Stop
- : Lbl K3
- : $200/\pi \rightarrow \rho$
- : Prompt L,A
- : $A^2 / 2 \rightarrow R$
- : $(L \cdot \rho / (2 \cdot R)) \rightarrow \tau$
- : Disp "promień $R =$ ", R
- : Disp "kat zwrotu"

```

: Disp „stycznej  $\tau(\text{grad})=$ ”,  $\tau$ 
: Stop
: Lbl K4
:  $200/\pi \rightarrow \rho$ 
: Disp "kat  $\tau$  w gradach"
: Prompt R, $\tau$ 
:  $A^2/L \rightarrow R$ 
:  $(2^*R^*\tau/\rho) \rightarrow L$ 
:  $\sqrt{L^*R} \rightarrow A$ 
: Disp "luk L=", L
: Disp "wspolczynnik A=", A
: Stop
: Lbl K5
:  $200/\pi \rightarrow \rho$ 
: Prompt R,A
:  $A^2/R \rightarrow L$ 
:  $(L^*\rho/(2^*R)) \rightarrow \tau$ 
: Disp "luk L=", L
: Disp "kat zwrotu"
: Disp „stycznej  $\tau(\text{grad})=$ ”,  $\tau$ 
: Stop
: Lbl K6
:  $200/\pi \rightarrow \rho$ 
: Disp "kat  $\tau$  w gradach"
: Prompt  $\tau,A$ 
:  $A^2/R \rightarrow L$ 
:  $(L^*\rho/(2^*\tau)) \rightarrow R$ 
:  $A^2/R \rightarrow L$ 
: Disp "promien R=", R
: Disp "luk L=", L
: Stop

```

Uzupełnieniem treści artykułu jest program **GEO13**, który może służyć pomocą wszystkim wykonującym transformację z układu biegunowego na układ współrzędnych ortogonalnych, w przyjętym układzie odniesienia.

GEO13

```

: "Obliczenie współrzędnych ortogonalnych
punktu na podstawie miar biegunowych"
: Prompt Xc,Yc,Xs,Ys
: Lbl Descart
:  $Yc - Ys \rightarrow dy$ 
:  $Xc - Xs \rightarrow dx$ 
: Degree
: Fix 4
: If  $(dy = 0 \text{ and } dx > 0)$ 
: Then
: Disp "Azymut SC(grad) =", 0
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(0 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A$ 
:  $Xs + d^*\cos A \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy > 0 \text{ and } dx = 0)$ 
: Then

```

```

: Disp "Azymut SC(grad) =", 100
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(100 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A$ 
:  $Xs + d^*\cos A \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy = 0 \text{ and } dx < 0)$ 
: Then
: Disp "Azymut SC(grad) =", 200
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(200 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A$ 
:  $Xs + d^*\cos A \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy < 0 \text{ and } dx = 0)$ 
: Then
: Disp "Azymut SC(grad) =", 300
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(300 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A$ 
:  $Xs + d^*\cos A \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy > 0 \text{ and } dx > 0)$ 
: Then
:  $\tan^{-1} \text{ abs}(dy/dx) \rightarrow A1$ 
: Disp "Azymut SC(grad) = A1", A1*10/9
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(A1*10/9 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A1$ 
:  $Xs + d^*\cos A1 \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A1 \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy > 0 \text{ and } dx < 0)$ 
: Then
:  $180 - \tan^{-1} \text{ abs}(dy/dx) \rightarrow A2$ 
: Disp "Azymut SC(grad) = A2", A2*10/9
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(A2*10/9 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A2$ 

```

```

:  $Xs + d^*\cos A2 \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A2 \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy < 0 \text{ and } dx < 0)$ 
: Then
:  $180 + \tan^{-1} \text{ abs}(dy/dx) \rightarrow A3$ 
: Disp "Azymut SC(grad) = A3", A3*10/9
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(A3*10/9 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A3$ 
:  $Xs + d^*\cos A3 \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A3 \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: If  $(dy < 0 \text{ and } dx > 0)$ 
: Then
:  $360 - \tan^{-1} \text{ abs}(dy/dx) \rightarrow A4$ 
: Disp "Azymut SC(grad) = A4", A4*10/9
: Disp " $\alpha$  w gradach"
: Prompt  $\alpha,d$ 
:  $(A4*10/9 + \alpha) * 0.9 \rightarrow A4$ 
:  $Xs + d^*\cos A4 \rightarrow Xi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Xi =", Xi
:  $Ys + d^*\sin A4 \rightarrow Yi$ 
: Fix 3
: Disp "wsp.Yi =", Yi
: End
: Goto Descart
: Stop

```

Janusz Mitura
e-mail:

geosystem@geosystem.krakow.pl

Literatura:

Grodzicki S., *Geometria tras*, WKiŁ, 1987
Praca zbiorowa *Geodezja inżynierska*, Tom 1, 2, PPKW, Warszawa-Wrocław, 1979.



TEXAS INSTRUMENTS

KALKULATORY DLA GEODEZJI

- kalkulatory naukowe i graficzne
- 2 lata gwarancji
- opcjonalnie pakiet 20 programów geodezyjnych

Autoryzowany dystrybutor
Przedsiębiorstwo Handlowe „WIENIAWA”
30-415 Kraków, ul. Bonarka 21
tel./faks (0 12) 266-23-66
tel. kom. (0 602) 266-501