

TI-85 przydaje się w terenie do wykonywania obliczeń

# Komputer w kieszeni

**W polskich periodykach informatycznych królują niepodzielnie komputery . Wszystko, co się z nimi wiąże, a więc hardware i software, znajduje tam należne sobie miejsce. Istnieje wszak pewien obszar informacji, którego próżno szukać na co dzień nawet w czasopismach pretendujących do miana najlepszych w swojej dziedzinie. Myślę o graficznych kalkulatorach naukowych – pisał 3 lata temu na łamach GEODETY Janusz Mitura. W ówczas kalkulator TI-85 można było sobie przywieźć z Zachodu. Dziś, na prośbę firmy Esselte, przedstawiciela Texas Instruments w Polsce, przypominamy ten tekst.**

Aby choć w części wypełnić powstałą lukę, postaram się zaprezentować jeden z modeli tej grupy sprzętu obliczeniowego, naturalnie w odniesieniu do zastosowań w geodezji. Zaczniemy od odpowiedzi na pytanie: jakie elementy charakteryzują najlepsze modele współczesnych kalkulatorów naukowych?

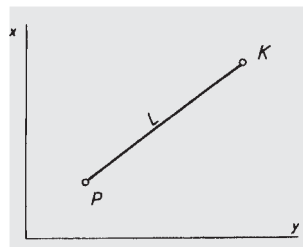
1. Duży, najczęściej ośmiowierszowy wyświetlacz.
2. System menu.
3. Bogate możliwości graficzne.
4. Pamięć o dużej pojemności (od 32 kB) z możliwością jej rozszerzania za pomocą kart lub cartridge'ów,
5. Aplikacje matematyczne.
6. Funkcje statystyczne.
7. Możliwości programowania działań (obliczeń) w języku wysokiego poziomu.
8. Współpraca z komputerem klasy PC lub Macintosh i drukarką.

Kalkulator TI-85 opracowany przez naukowców i inżynierów korporacji Texas Instruments tylko w części dotyczącej rozszerzenia pamięci o karty nie spełnia warunku 4. Można natomiast za pomocą złącza LINK-85, dostarczanego opcjonalnie, przechowywać dane, grafikę i programy w pamięci komputera PC lub Maca. Podobnie rzecz ma się z działaniem odwrotnym: dane przechowane w pamięci komputera można wprowadzić do kalkulatora.

Spośród wielu dyscyplin, w których kalkulator naukowy znajduje zastosowanie, kilka wydaje się szczególnie predestynowanych do praktycznej prezentacji jego możliwości obliczeniowych. Są nimi: geometria analityczna w układzie współrzędnych kartezjańskich – na płaszczyźnie i w przestrzeni trójwymiarowej, geometria tras komunikacyjnych, obliczanie podstawowych konstrukcji geodezyjnych, rozwiązywanie dużych układów równań liniowych (w TI-85 o maksymalnym wymiarze 30x30), wszelkiego rodzaju transformacje czy analityczne obliczanie powierzchni.

Przykłady programów – zaprezentowane w dalszej części –

nadają się do praktycznego wykorzystania w terenie, gdyż z zagadnieniami, których dotyczą, stykamy się na co dzień. Któż bowiem nie stanął przed problemem obliczenia w terenie współrzędnych nowego punktu czy wykonania transformacji współrzędnych?



**Program GEO 1: oblicza odległość na płaszczyźnie między dwoma dowolnymi punktami o znanych współrzędnych.**

```

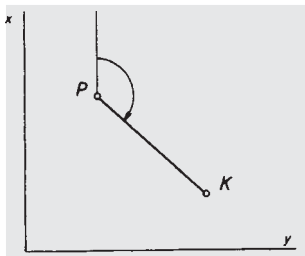
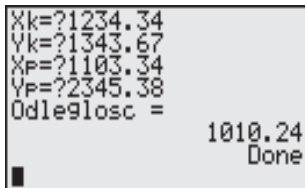
: "OBLICZENIE ODLEGLOSCI ZE WSPOLRZEDNYCH"
: Prompt Xk, Yk, Xp, Yp
: √((Xk - Xp)^2 + (Yk - Yp)^2) → L
: Fix 2
: Disp "Odleglosc=", L
    
```

*Przykład: dane są punkty K (x=1234.34, y=1343.67) i P (x=1103.34, y= 2345.38). Obliczyć odległość KP.*

*Opis działania programu:* Program uruchamiamy klawiszem PRGM. Po jego naciśnięciu ekran kalkulatora przedstawia menu: NAMES i EDIT. Naciskamy klawisz funkcyjny F1, któremu przyporządkowane jest menu NAMES. Ekran zmienia swój wygląd. W górnym wierszu znajduje się teraz menu główne, a w dolnym podmenu zawierające nazwy wszystkich programów przechowywanych w pamięci TI-85 (rys. obok). Wybieramy właściwy program naciskając przyporządkowany mu klawisz funkcyjny (F1)



a następnie ENTER. Migający kursor będzie nam przypominał o potrzebie wprowadzenia wartości liczbowych dla oznaczeń, przy których znajduje się znak zapytania. Po wprowadzeniu wszystkich wartości naciskamy klawisz ENTER. Po ułamku sekundy uzyskujemy wynik (rys. obok). Widniejący na samym dole napis *Done* stanowi potwierdzenie wykonania zadania.



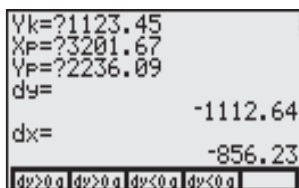
**Program GEO 2: oblicza wartość azymutu dla wybranych punktów o znanych współrzędnych.**

: "OBLICZENIE AZYMU TU ZE WSPOLRZEDNYCH"

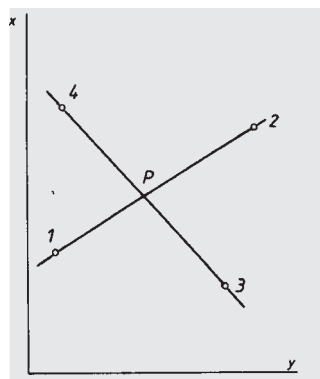
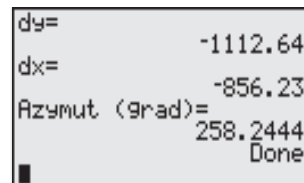
- : Prompt Xk, Yk, Xp, Yp
- : Yk-Yp → dy
- : Xk-Xp → dx
- : Disp "dy=", dy
- : Disp "dx=", dx
- : Menu (1, "dy>0 and dx>0", A1, 2, "dy>0 and dx<0", A2, 3, "dy<0 and dx<0", A3, 4, "dy<0 and dx>0", A4)
- : Lbl A1
- :  $\tan^{-1} \text{abs}(dy/dx) \rightarrow \alpha 1$
- : Fix 4
- : Disp "Azymut (grad)=",  $\alpha 1 * 10/9$
- : Stop
- : Lbl A2
- :  $180 - \tan^{-1} \text{abs}(dy/dx) \rightarrow \alpha 2$
- : Fix 4
- : Disp "Azymut (grad)=",  $\alpha 2 * 10/9$
- : Stop
- : Lbl A3
- :  $180 + \tan^{-1} \text{abs}(dy/dx) \rightarrow \alpha 3$
- : Fix 4
- : Disp "Azymut (grad)=",  $\alpha 3 * 10/9$
- : Stop
- : Lbl A4
- :  $360 - \tan^{-1} \text{abs}(dy/dx) \rightarrow \alpha 4$
- : Fix 4
- : Disp "Azymut (grad)=",  $\alpha 4 * 10/9$
- : Stop

Przykład: dane są punkty K ( $x=2345.44$ ,  $y=1123.45$ ) i P ( $x=3201.67$ ,  $y=2236.09$ ). Obliczyć azymut boku PK.

Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO2, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER ekran przedstawia się jak na rys. obok. Podane wartości przyrostów  $dy$  i  $dx$  informują nas, w której



ćwiartce układu współrzędnych prostokątnych będzie znajdował się interesujący nas azymut. Wyboru opcji (w naszym przypadku F3) dokonujemy, korzystając z jednej z wielu instrukcji kalkulatora TI-85 – Menu. Pozwala ona na sterowanie biegiem programu w zależności od wartości napotkanych danych. Po naciśnięciu wspomnianego klawisza funkcyjnego F3 ekran przedstawi wartość azymutu (rys. obok). W tym miejscu uważam za właściwe wspomnieć o jedynej napotkanej niedogodności. W TI-85 nie ma trybu obliczania wartości kątów w mierze gradowej. Stąd konieczność wykonywania przeliczeń przy obliczeniach.



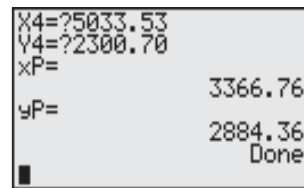
**Program GEO 3: oblicza współrzędne punktu przecięcia się dwóch prostych (wyznaczonych przez dwa punkty o znanych współrzędnych).**

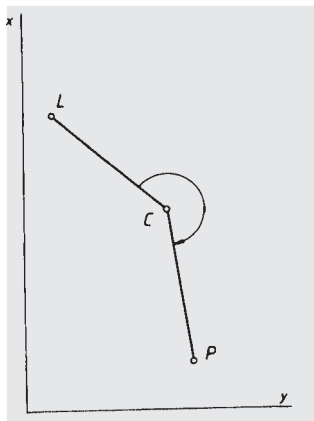
: "OBLICZENIE WSPOLRZEDNYCH PUNKTU PRZECIECIA SIE DWOCH PROSTYCH"

- : Prompt X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4
- : X3-X1 → dX13
- : Y3-Y1 → dY13
- : X4-X3 → dX34
- : Y4-Y3 → dY34
- : X2-X1 → dX12
- : Y2 - Y1 → dY12
- :  $(dX13 * dY34 - dX34 * dY13) \rightarrow K$
- :  $(dX12 * dY34 - dX34 * dY12) \rightarrow S$
- :  $K/S * dX12 \rightarrow dX1P$
- :  $K/S * dY12 \rightarrow dY1P$
- :  $X1 + dX1P \rightarrow xP$
- : Fix 2
- : Disp "xP=", xP
- :  $Y1 + dY1P \rightarrow yP$
- : Fix 2
- : Disp "yP=", yP

Przykład: dane są współrzędne punktów: 1 ( $x=1255.48$ ,  $y=2288.63$ ) i 2 ( $x=5434.78$ ,  $y=3467.89$ ), tworzących prostą l oraz współrzędne punktów: 3 ( $x=1434.22$ ,  $y=3561.09$ ) i 4 ( $x=5033.53$ ,  $y=2300.70$ ), tworzących prostą p. Obliczyć współrzędne punktu P, przecięcia się tych prostych.

Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO3, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER od razu otrzymujemy interesujący nas rezultat (przedstawiony na rysunku obok).





**Program GEO6: oblicza wartość kąta zawartego między punktami o znanych współrzędnych.**

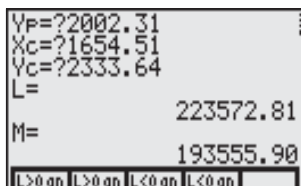
: "OBLICZENIE KATA ZE WSPOLRZEDNYCH"

```

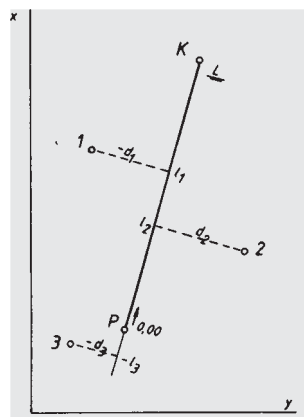
: Prompt Xl,Yl,Xp,Yp,Xc,Yc
: Xl-Xc→dXl
: Yl-Yc→dYl
: Xp-Xc→dXp
: Yp-Yc→dYp
: (dXl*dYp-dXp*dYl)→L
: Disp "L=",L
: (dXl*dXp+dYl*dYp)→M
: Disp "M=",M
: Menu (1, "L>0 and M>0",A1,
      2, "L>0 and M<0",A2,
      3, "L<0 and M<0",A3,
      4, "L<0 and M>0",A4)
: Lbl A1
: tan-1 abs (L/M)→α1
: Fix 4
: Disp "kat α1 (grad)=",α1*10/9
: Stop
: Lbl A2
: 180-tan-1 abs (L/M) → α2
: Fix 4
: Disp "kat α2 (grad)=",α2*10/9
: Stop
: Lbl A3
: 180+tan-1 abs(L/M)→α3
: Fix 4
: Disp "kat α3 (grad)=",α3*10/9
: Stop
: Lbl A4
: 360 - tan-1 abs (L/M) → α4
: Fix 4
: Disp "kat α4 (grad)=", α4*10/9
: Stop
    
```

*Przykład: dane są współrzędne punktów L (x=1124.05, y=2443.88), P (x=1220.77, y=2002.31), C (x=1654.51, y=2333.64). Obliczyć wartość kąta LCP w mierze gradowej.*

*Opis działania programu:* po uruchomieniu programu GEO6, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER ekran wygląda jak na rysunku obok. Kolejna czynność polega na wyborze jednej z 4 możliwych opcji (podobnie jak to miało miejsce w przypadku progra-



mu GEO2). W naszym przypadku naciskamy klawisz funkcyjny F1, po czym uzyskujemy wynik obliczeń (rysunek obok).



: "OBLICZENIE RZUTOW (RZEDNYCH I ODCIETYCH)"

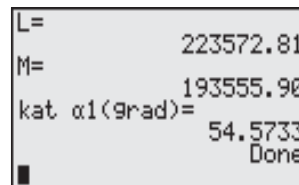
```

: Prompt Xk, Yk, Xp, Yp
: Xk-Xp>dx
: Yk-Yp>dy
: √(dx^2+dy^2)→L
: dy/L→S
: dx/L→C
: Lbl R
: Input "Xi=",Xi
: Input "Yi=",Yi
: C*(Yi-Yp)-S*(Xi-Xp)→d
: Fix 2
: Disp "rzędna d=",d
: C*(Xi-Xp)+S*(Yi-Yp)→l
: Fix 2
: Disp "odcieta l=",l
: Goto R
    
```

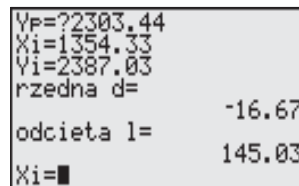
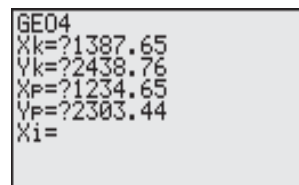
*Przykład: dane są współrzędne punktów: P (x=1234.65, y=2303.44) i K (x=1387.65, y=2438.76) tworzących bok poligonalny. Obliczyć wartości rzędnych i odciętych dla wyznaczenia punktów Pi w terenie.*

P1 (x=1354.33, y=2387.03)  
P2 (x=1388.54, y=2377.54)

*Opis działania programu:* po uruchomieniu programu GEO4, wprowadzamy wartości współrzędnych punktów P i K i naciskamy ENTER. Ekran kalkulatora wygląda jak na rys. obok. Kolejne działania sprowadzają się do wprowadzania z klawiatury przemienne wartości Xi i Yi kolejnych punktów. Po ich wpisaniu i naciśnięciu ENTER otrzymamy interesujące nas wartości (rys. wyżej). Wykorzystanie w programie etykiety umożliwia prowadzenie obliczeń dla dowolnej ilości punktów. Zgodnie z przyjętą konwencją rzędne odniesione w lewą stronę boku mają znak (-), tak jak odcięta skierowana wstecz punktu początkowego.



**Program GEO4: oblicza wartości rzędnych i odciętych dla punktów o znanych współrzędnych, tycznych metodą ortogonalną.**



**Program GEO5: oblicza współrzędne punktów „zdjętych” metodą domiarów prostokątnych.**

: “OBLICZENIE WSPOLRZEDNYCH PUNKTOW Z DOMIAROW PROSTOKATNYCH”

- : Prompt Xk,Yk,Xp,Yp
- : Xk-Xp→ dx
- : Yk-Yp→ dy
- :  $\sqrt{(dx^2+dy^2)} \rightarrow L$
- : dy/L→ S
- : dx/L→ C
- : Lbl Q
- : Input “odcieta l=”,l
- : Input “rzędna d=”,d
- :  $Xp+(l*C-S*d) \rightarrow Xi$
- : Fix 2
- : Disp “Xi=”,Xi
- :  $Yp+(l*S+C*d) \rightarrow Yi$
- : Fix 2
- : Disp “Yi=”,Yi
- : Goto Q

Przykład: obliczyć współrzędne geodezyjne punktów zdjętych metodą ortogonalną na bok poligonowy o znanych współrzędnych początku i końca. Dane jak w przykładzie powyżej.

```

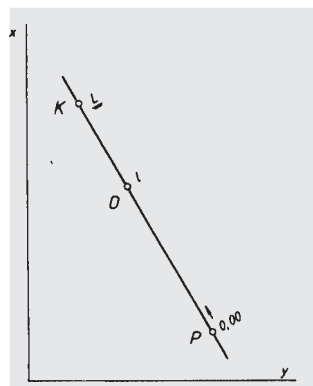
GEO5
Xk=?1387.65
Yk=?2438.76
Xp=?1234.65
Yp=?2303.44
odcieta l=
    
```



Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO5, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER ekran TI-85 wygląda jak na rysunku po lewej. Wprowadzamy teraz kolejno wartości odciętej i rzędnej (pamiętając o znakach), potwierdzając je za każdym razem klawiszem ENTER. Interesujące nas wartości współrzędnych – dla każdego punktu oddzielnie – uzyskujemy po ułamku sekundy (rys. po prawej). W programie istnieje pełna dowolność wyboru kolejności punktów.

```

Yp=?2303.44
odcieta l=145.03
rzędna d=-16.67
Xi=
1354.33
Yi=
2387.04
odcieta l=
    
```



**Program GEO7: oblicza wartości współrzędnych punktu położonego na prostej, dla znanej wartości odciętej od punktu początkowego.**

: “OBLICZENIE WSPOLRZEDNYCH PUNKTU NA PROSTEJ”

- : Prompt Xk,Yk,Xp,Yp
- : Xk-Xp→ dx
- : Yk-Yp→ dy
- :  $\sqrt{(dx^2+dy^2)} \rightarrow L$
- : Lbl D
- : Input “l”,l
- :  $Xp+l*dx/L \rightarrow Xo$
- : Fix2
- : Disp “Xo=”,Xo
- :  $Yp+l*dy/L \rightarrow Yo$
- : Fix 2
- : Disp “Yo=”,Yo
- :  $(Xo-Xp)*dy-dx*(Yo-Yp) \rightarrow dO$
- : Disp “KONTROLA”,dO
- : Goto D

Przykład: dane są współrzędne punktów K (x=6678.34, y=9878.10) i P (x=6802.54, y=9880.30). Obliczyć współrzędne punktu O położonego na boku KP, 23.45 m od punktu początkowego.

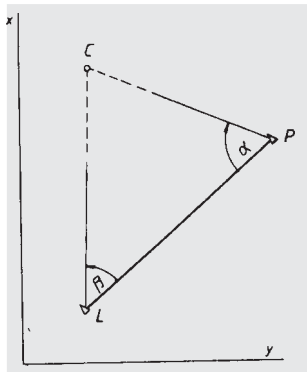
Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO7, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER ekran wygląda jak na rysunku obok. Teraz deklarujemy wartość odciętej i naciskamy ponownie ENTER. Po ułamku sekundy otrzymujemy wynik oraz wartość błędnie obliczonych współrzędnych (rysunek obok).

```

GEO7
Xk=?6678.34
Yk=?9878.10
Xp=?6802.54
Yp=?9880.30
l=
    
```

```

123.45
Xo=
6779.09
Yo=
9879.88
KONTROLA
-3.08E-9
l
    
```



**Program GEO8: oblicza wartości współrzędnych punktu wciętego w przód.**

```

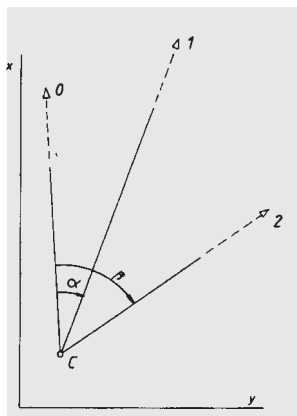
: "WCIECIE W PRZOD"
: Prompt Xl,Yl,Xp,Yp,α,β
: 1/tan α → ct α
: 1/tan β → ct β
: ct α+ct β → S
: (Xp*1/tan β+Xl*1/tan α+Yp-Yl)/S → Xc
: Fix 2
: Disp "Xc=",Xc
: (Yp*1/tan β+Yl*1/tan α-Xp+Xl)/S → Yc
: Fix 2
: Disp "Yc=",Yc
    
```

Przykład: dla pomierzonych wartości kątów  $\alpha = 56^{\circ}23'40''$ ,  $\beta = 45^{\circ}54'30''$  z punktów L ( $x=4421.67$ ,  $y=3267.88$ ), P ( $6623.61$ ,  $y=4999.89$ ) obliczyć wartości współrzędnych punktu C wyznaczonego kątowym wcięciem w przód.

Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO8, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER od razu uzyskujemy wartości współrzędnych punktu C (rysunek obok).

```

α=?56.234*.9
β=?45.543*.9
Xc=
Yc=
    6585.07
    3162.05
    Done
    
```



**Program GEO9: oblicza wartości współrzędnych punktu wyznaczonego kątowym wcięciem wstecz.**

```

: "WCIECIE WSTECZ"
: Prompt X0, Y0, X1, Y1, X2, Y2, α, β
: X1-X0 → dX01
: Y1-Y0 → dY01
: X2-X0 → dX02
: Y2-Y0 → dY02
: 1/tan α → ct α
: 1/tan β → ct β
: dX01-1/tan α*dY01 → f1
: dX01*1/tan α+dY01 → f2
: dX01-1/tan α*dY01-dX02+1/tan β*dY02 → F1
    
```

```

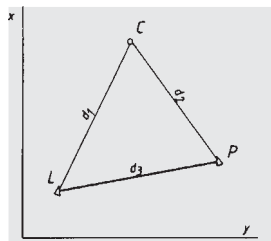
: dX01*1/tan α+dY01-dX02*1/tan β-dY02 → F2
: F1/F2 → F0
: (f1-f2*F0)/(F0^2+1) → dXoc
: -F0*dXoc → dYoc
: X0+dXoc → Xc
: Fix 2
: Disp "Xc=",Xc
: Y0+dYoc → Yc
: Fix 2
: Disp "Yc=",Yc
    
```

Przykład: z punktu C pomierzono kąty:  $\alpha = 35^{\circ}08'30''$  i  $\beta = 76^{\circ}33'10''$  do punktów: 0 ( $x=22\ 345.12$ ,  $y=32\ 677.65$ ), 1 ( $x=19\ 989.67$ ,  $y=33\ 543.52$ ), 2 ( $x=20\ 340.12$ ,  $y=30\ 333.67$ ). Obliczyć wartość współrzędnych punktu C.

Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO9, wprowadzeniu danych i naciśnięciu klawisza ENTER od razu uzyskujemy interesujące nas współrzędne (rysunek obok).

```

α=?35.083*.9
β=?76.331*.9
Xc=
Yc=
    22155.86
    29498.19
    Done
    
```



**Program GEO10: oblicza wartości współrzędnych punktu wyznaczonego wcięciem liniowym.**

```

: "WCIECIE LINIOWE"
: Prompt Xp,Yp,Xl,Yl,d1,d2
: √((Xp-Xl)^2+(Yp-Yl)^2) → d3
: d2^2+d3^2-d1^2 → cA
: d1^2+d3^2-d2^2 → cB
: d1^2+d2^2-d3^2 → cC
: √(cA*cB+cB*cC+cC*cA) → Q
: (Xp*cB+Q*Yp+Xl*cA-Q*Yl)/(cA+cB) → Xc
: Fix 2
: Disp "Xc=",Xc
: (-Q*Xp+Yp*cB+Xl*Q+Yl*cA)/(cA+cB) → Yc
: Fix 2
: Disp "Yc=",Yc
    
```

Przykład: z punktu L ( $x=12\ 221.55$ ,  $y=76\ 549.07$ ) pomierzono odległość  $d1=3\ 344.876$  do punktu C, a z punktu P ( $x=13\ 220.23$ ,  $y=77\ 009.32$ ) odległość  $d2=3\ 555.330$  do tego samego punktu. Obliczyć wartość współrzędnych punktu C.

Opis działania programu: po uruchomieniu programu GEO10, wprowadzeniu danych oraz naciśnięciu klawisza ENTER uzyskujemy wynik obliczeń (rys. obok).

```

d1=?3344.876
d2=?3555.330
Xc=
Yc=
    13520.44
    73466.69
    Done
    
```

Niezwykła czytelność przedstawionych programów jest zasługą systemu operacyjnego EOS (Equation Operating System). Programy zostały wielokrotnie przetestowane przy obsłudze dużych inwestycji, a poprawność uzyskiwanych wyników jest niepodważalna.