

Wytrzymałość materiałów

Procedura obliczania głównych centralnych momentów bezwładności dla figury płaskiej z zastosowaniem Autocada

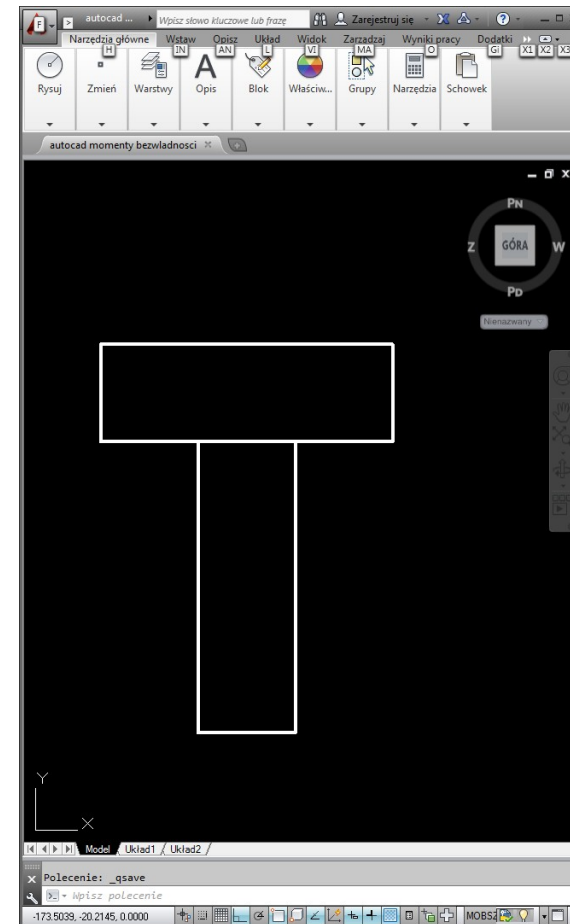


CZĘŚĆ 1: FIGURA Z OSIĄ SYMETRII



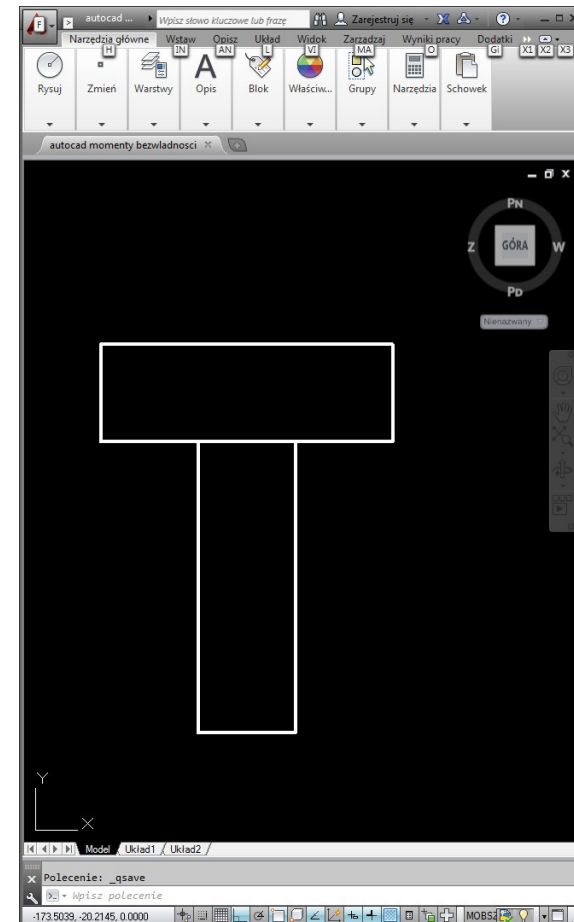
Krok 1.

- Narysować figury podstawowe, z których składa się przekrój
 - 2x polecenie **PROSTOK**



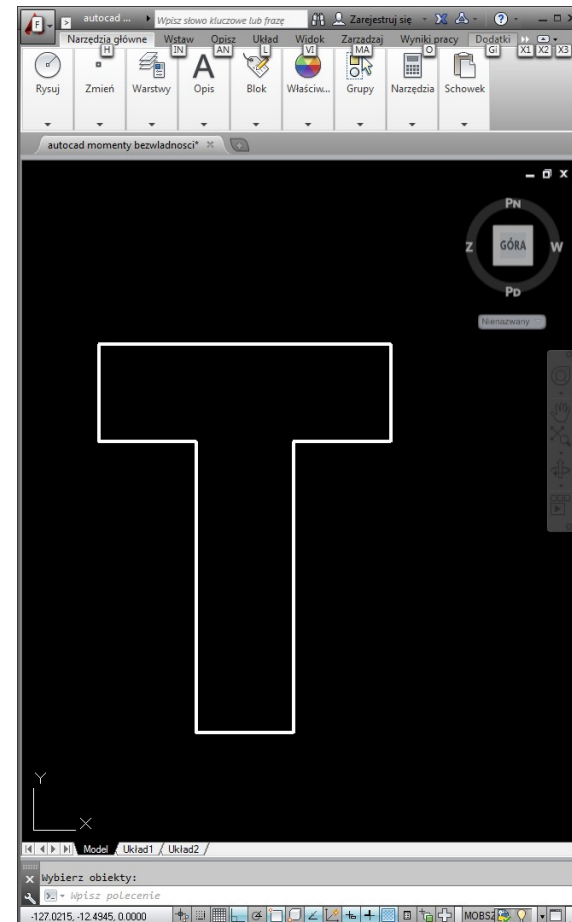
Krok 2.

- Zamienić figury na regiony
 - polecenie **REGION**
 - wskazać wszystkie narysowane figury
 - na rysunku nic się nie zmieni, pojawi się komunikat „Utworzono 2 regionów”



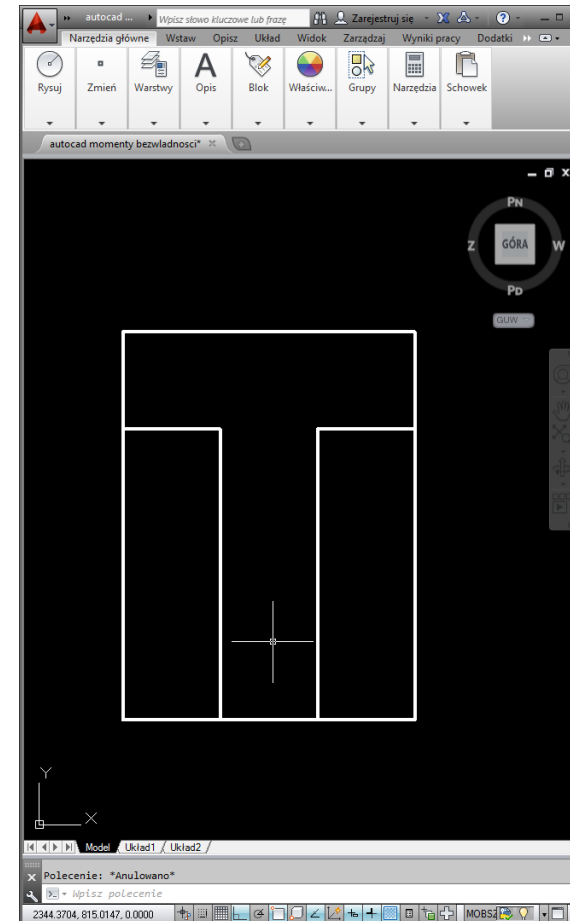
Krok 3.

- Na podstawie utworzonych regionów zbudować kształt przekroju
 - polecenie **SUMA**
 - wskazać wszystkie regiony



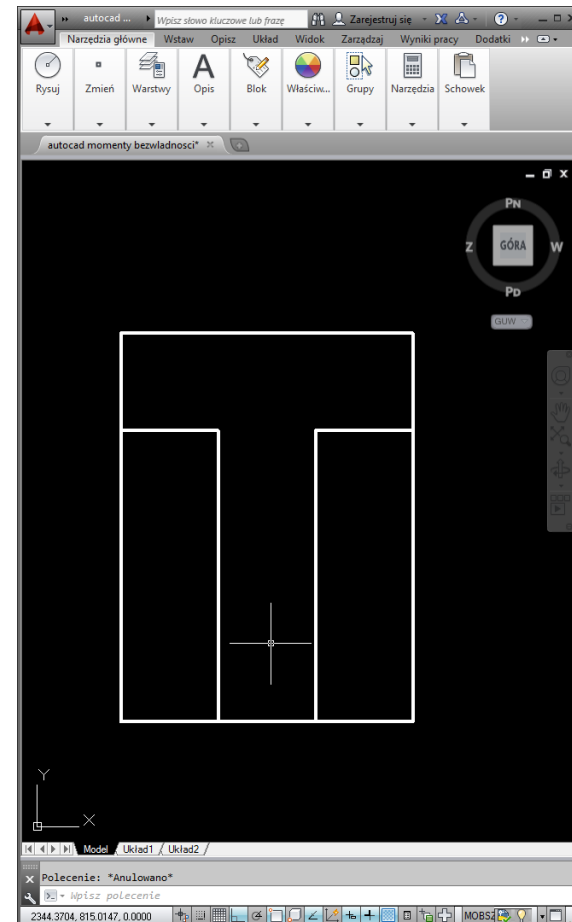
Krok 1a.

- Narysować figury podstawowe, z których składa się przekrój
 - 3x polecenie **PROSTOK**



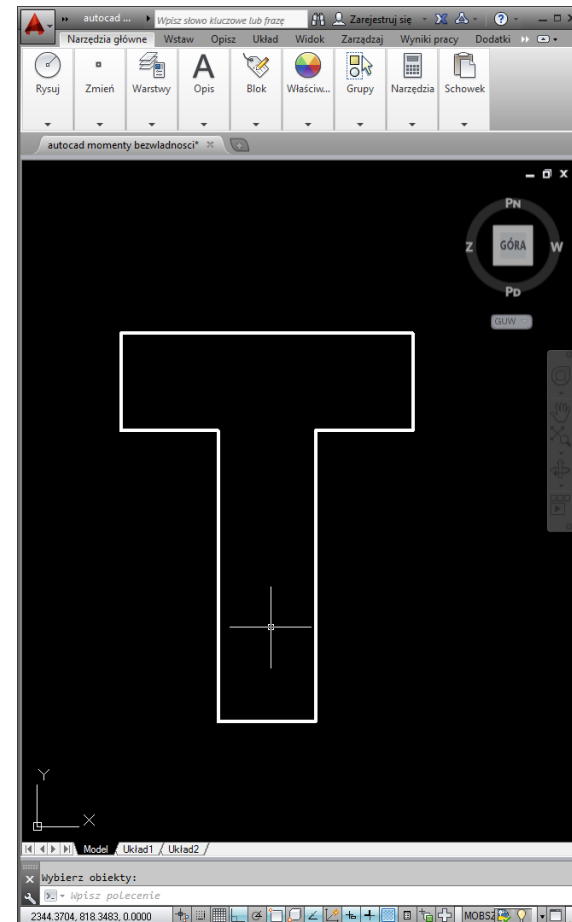
Krok 2a.

- Zamienić figury na regiony
 - polecenie **REGION**
 - wskazać wszystkie narysowane figury
 - na rysunku nic się nie zmieni, pojawi się komunikat „Utworzono 3 regionów”



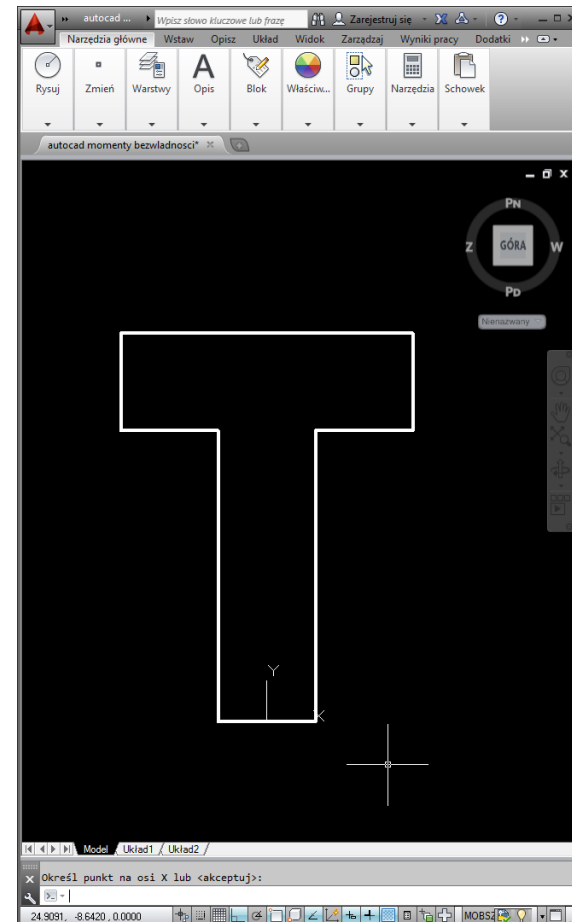
Krok 3a.

- Na podstawie utworzonych regionów zbudować kształt przekroju
 - polecenie **RÓŻNICA**
 - wskazać duży region, zatwierdzić
 - wskazać dwa małe regiony, zatwierdzić



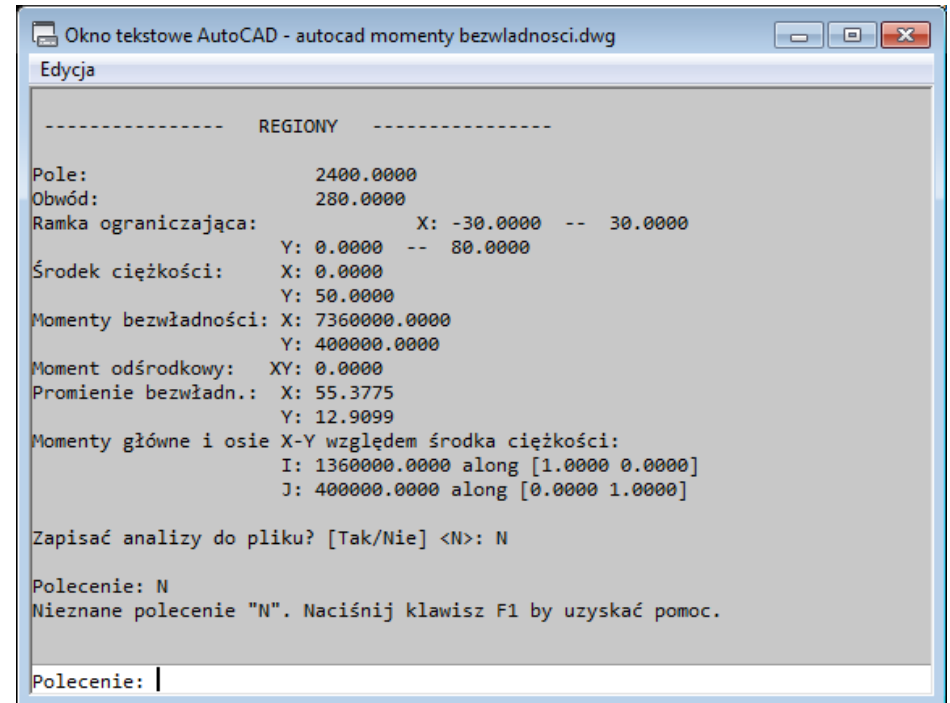
Krok 4.

- Przyjąć układ współrzędnych
 - polecenie **LUW**
 - wskazać odpowiedni punkt



Krok 5.

- Obliczyć właściwości fizyczne figury
 - polecenie **PARAMFIZ**
 - wskazać region



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:              280.0000
Ramka ograniczająca:  X: -30.0000  --  30.0000
                    Y:  0.0000  --  80.0000
Środek ciężkości:   X:  0.0000
                    Y:  50.0000
Momenty bezwładności: X: 7360000.0000
                    Y: 400000.0000
Moment odśrodkowy:  XY: 0.0000
Promień bezwładn.:  X: 55.3775
                    Y: 12.9099
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 1360000.0000 along [1.0000 0.0000]
                    J: 400000.0000 along [0.0000 1.0000]

Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>: N

Polecenie: N
Nieznane polecenie "N". Naciśnij klawisz F1 by uzyskać pomoc.

Polecenie: |
```

Krok 6.

- Odczytać położenie środka ciężkości w przyjętym układzie współrzędnych

```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:              280.0000
Ramka ograniczająca: X: -30.0000 -- 30.0000
                    Y: 0.0000 -- 80.0000
Środek ciężkości:   X: 0.0000
                    Y: 50.0000
Momenty bezwładności: X: 7360000.0000
                    Y: 400000.0000
Moment odśrodkowy: XY: 0.0000
Promień bezwładn.:  X: 55.3775
                    Y: 12.9099
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 1360000.0000 along [1.0000 0.0000]
                    J: 400000.0000 along [0.0000 1.0000]

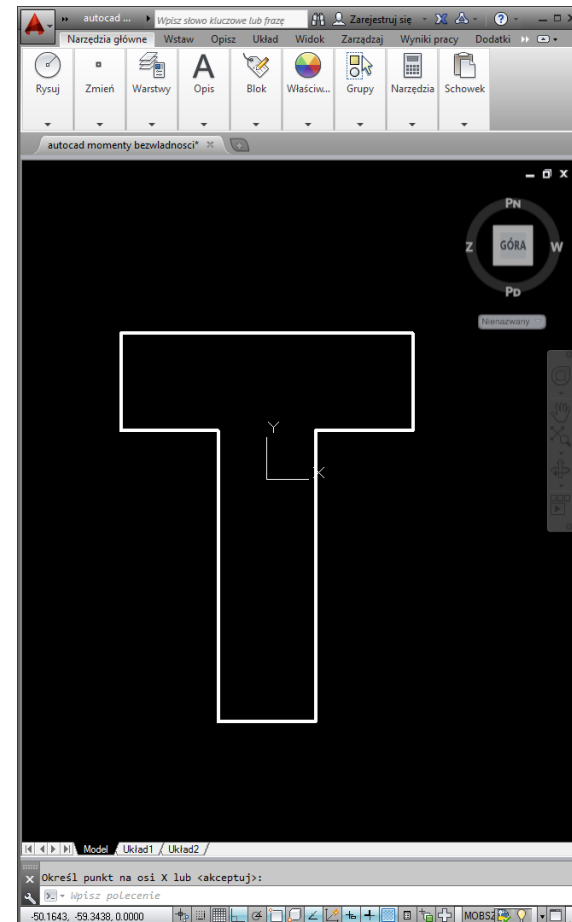
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>: N

Polecenie: N
Nieznane polecenie "N". Naciśnij klawisz F1 by uzyskać pomoc.

Polecenie: |
```

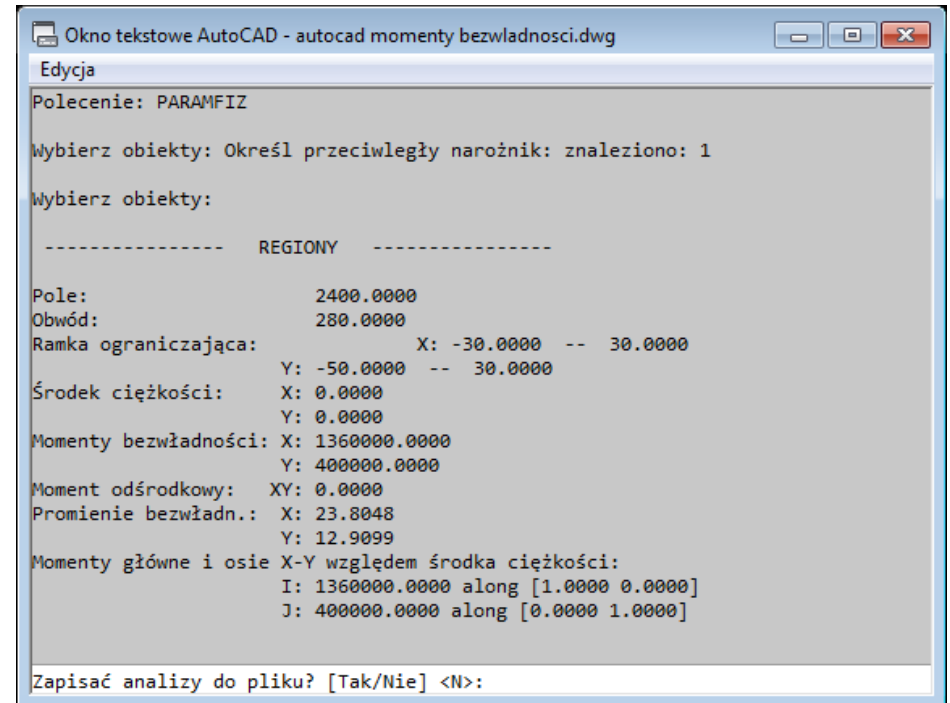
Krok 7.

- Przesunąć układ współrzędnych do punktu o takich współrzędnych jak środek ciężkości
 - polecenie **LUW**
 - wprowadzić współrzędne



Krok 8.

- Obliczyć właściwości fizyczne figury
 - polecenie **PARAMFIZ**
 - wskazać region



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Polecenie: PARAMFIZ

Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:

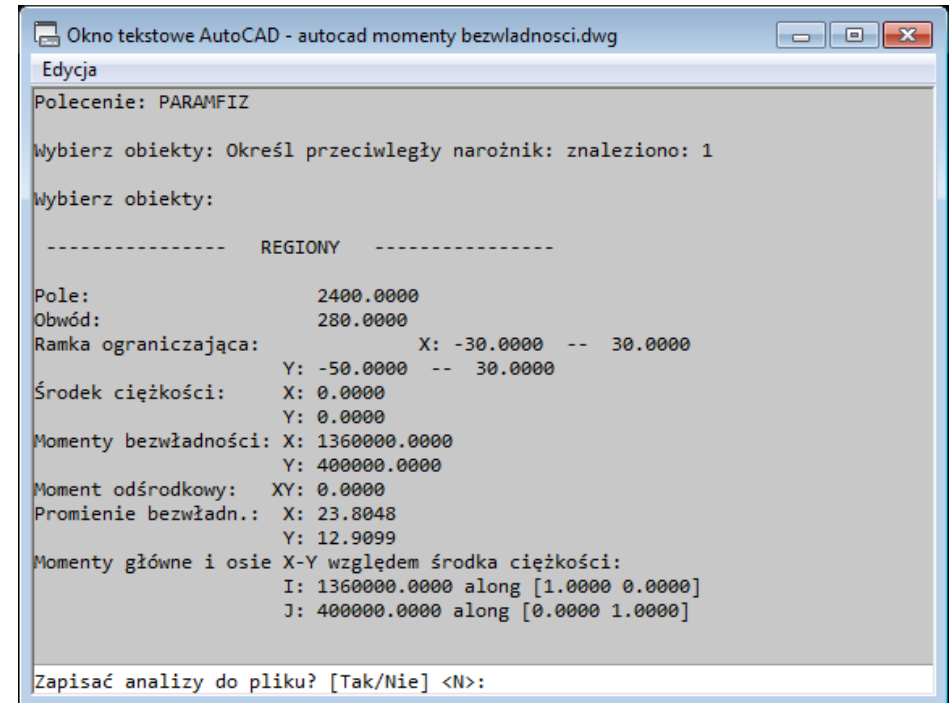
----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:               280.0000
Ramka ograniczająca: X: -30.0000 -- 30.0000
                    Y: -50.0000 -- 30.0000
Środek ciężkości:   X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 1360000.0000
                    Y: 400000.0000
Moment odśrodkowy:  XY: 0.0000
Promienie bezwładn.: X: 23.8048
                    Y: 12.9099
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 1360000.0000 along [1.0000 0.0000]
                    J: 400000.0000 along [0.0000 1.0000]

Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>:
```

Krok 9.

- Odczytać momenty bezwładności
- W wynikach dla zrealizowanego przykładu widzimy, że **Moment odśrodkowy (Moment dewiacji)** jest równy zero i jednocześnie **Momenty główne** są takie same jak **Momenty bezwładności** Tym samym zostały obliczone **główne centralne momenty bezwładności**.

Jest to konsekwencją tego, że analizowana figura miała jedną oś symetrii.



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Polecenie: PARAMFIZ

Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:

----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:               280.0000
Ramka ograniczająca: X: -30.0000 -- 30.0000
                    Y: -50.0000 -- 30.0000
Środek ciężkości:   X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 1360000.0000
                    Y: 400000.0000
Moment odśrodkowy:  XY: 0.0000
Promienie bezwładn.: X: 23.8048
                    Y: 12.9099
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 1360000.0000 along [1.0000 0.0000]
                    J: 400000.0000 along [0.0000 1.0000]

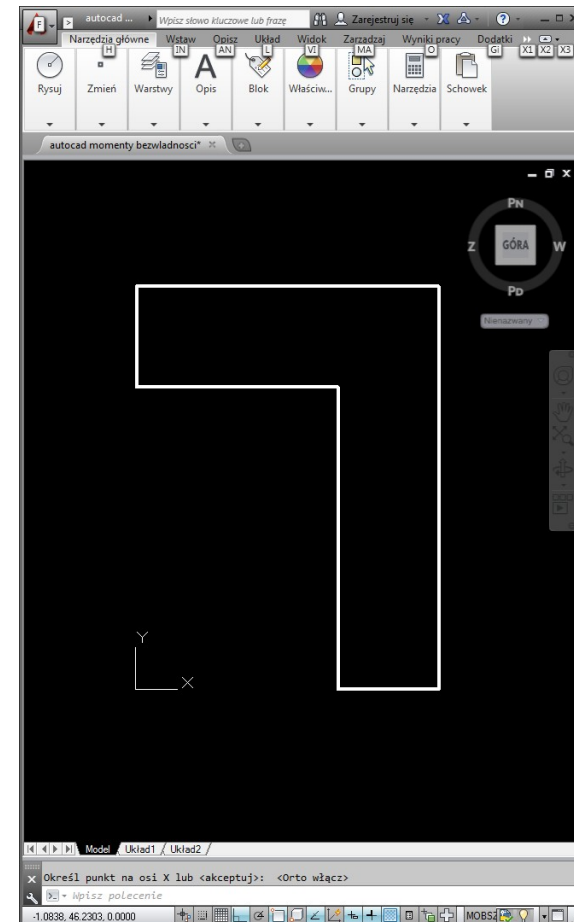
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>:
```

CZĘŚĆ 2: FIGURA BEZ OSI SYMETRII



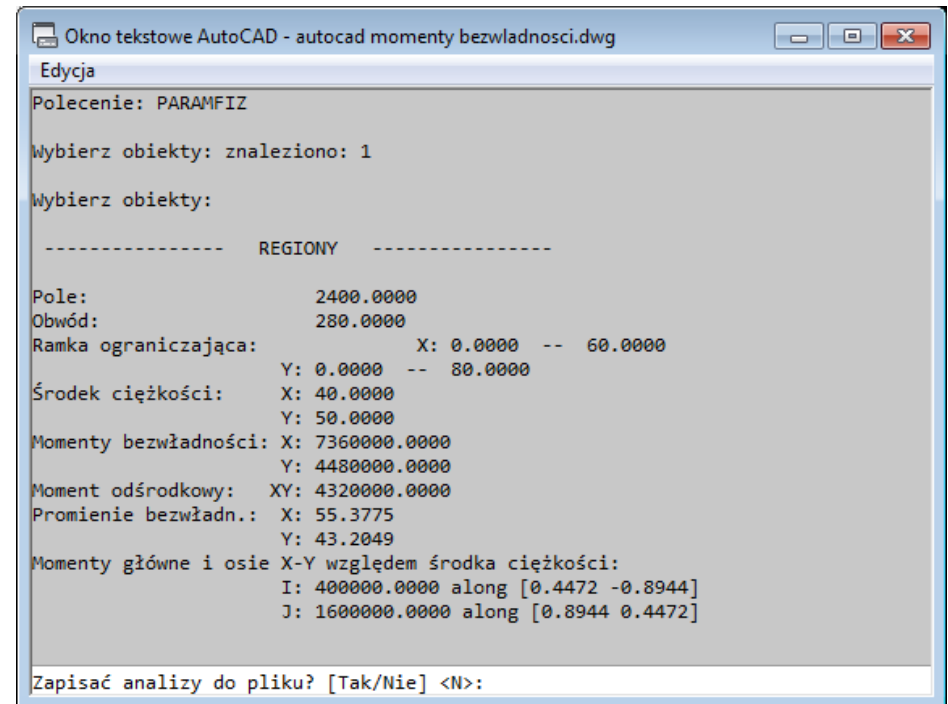
Krok 4.

- Przyjąć układ współrzędnych
 - polecenie **LUW**
 - wskazać odpowiedni punkt



Krok 5.

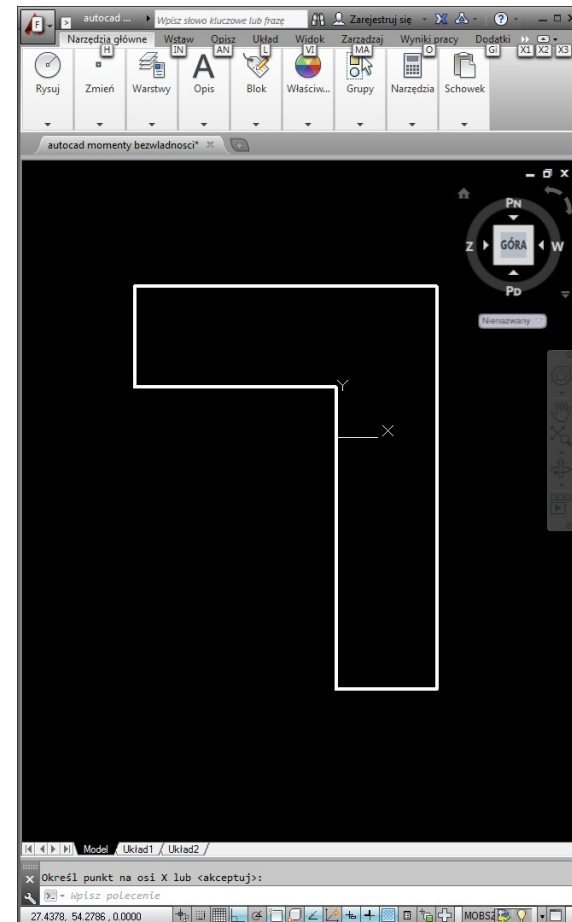
- Obliczyć właściwości fizyczne figury
 - polecenie **PARAMFIZ**
 - wskazać region



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Polecenie: PARAMFIZ
Wybierz obiekty: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:
----- REGIONY -----
Pole: 2400.0000
Obwód: 280.0000
Ramka ograniczająca: X: 0.0000 -- 60.0000
Y: 0.0000 -- 80.0000
Środek ciężkości: X: 40.0000
Y: 50.0000
Momenty bezwładności: X: 7360000.0000
Y: 4480000.0000
Moment odśrodkowy: XY: 4320000.0000
Promienie bezwładn.: X: 55.3775
Y: 43.2049
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
I: 400000.0000 along [0.4472 -0.8944]
J: 1600000.0000 along [0.8944 0.4472]
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>:
```

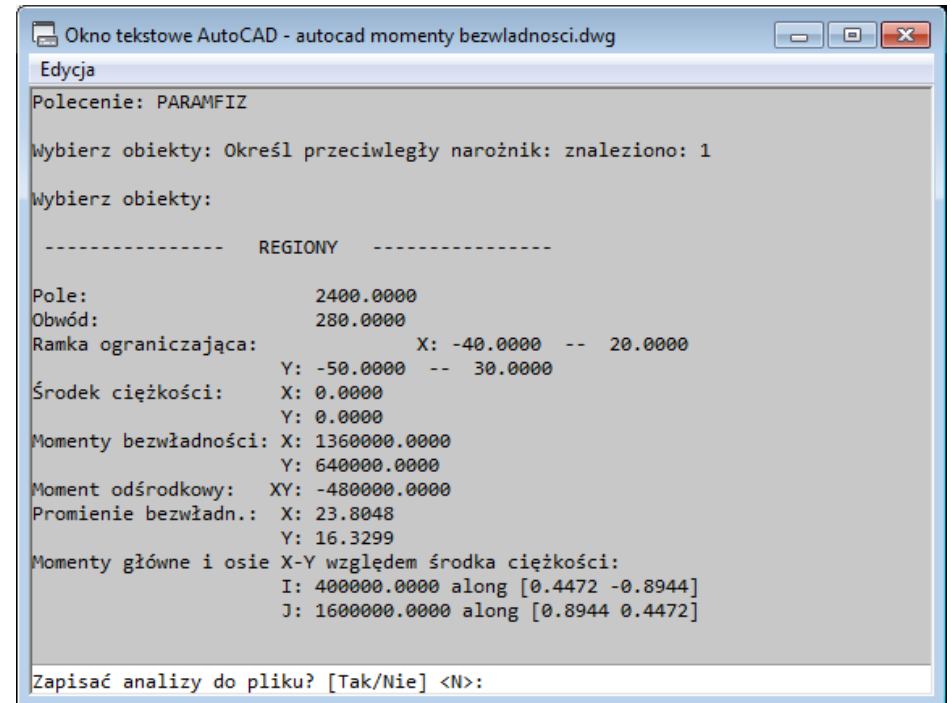
Krok 7.

- Przesunąć układ współrzędnych do punktu o takich współrzędnych jak środek ciężkości
 - polecenie **LWU**
 - wprowadzić współrzędne



Krok 8.

- Obliczyć właściwości fizyczne figury
 - polecenie PARAMFIZ
 - wskazać region



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Polecenie: PARAMFIZ

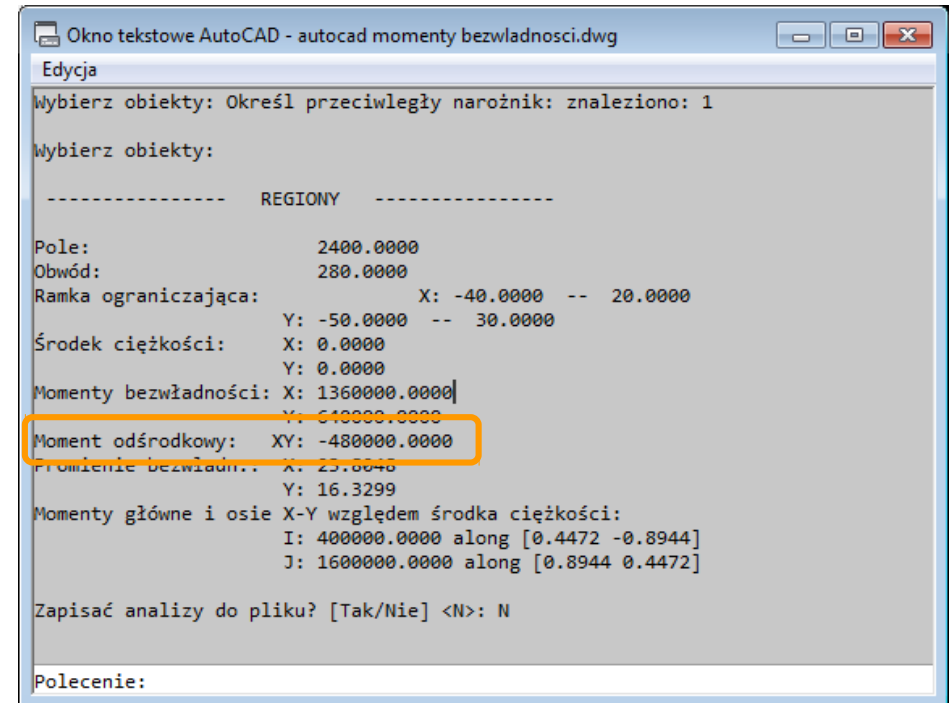
Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:

----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:               280.0000
Ramka ograniczająca: X: -40.0000 -- 20.0000
                    Y: -50.0000 -- 30.0000
Środek ciężkości:   X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 1360000.0000
                    Y: 640000.0000
Moment odśrodkowy: XY: -480000.0000
Promienie bezwładn.: X: 23.8048
                    Y: 16.3299
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 400000.0000 along [0.4472 -0.8944]
                    J: 1600000.0000 along [0.8944 0.4472]

Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>:
```

Krok 9.

- **Moment odśrodkowy (moment dewiacji)** jest różny od zera stąd konieczność wyznaczenia kątów pomiędzy osiami centralnymi **X** i **Y** a osiami głównymi centralnymi **I** i **J**



Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg

Edycja

Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1

Wybierz obiekty:

----- REGIONY -----

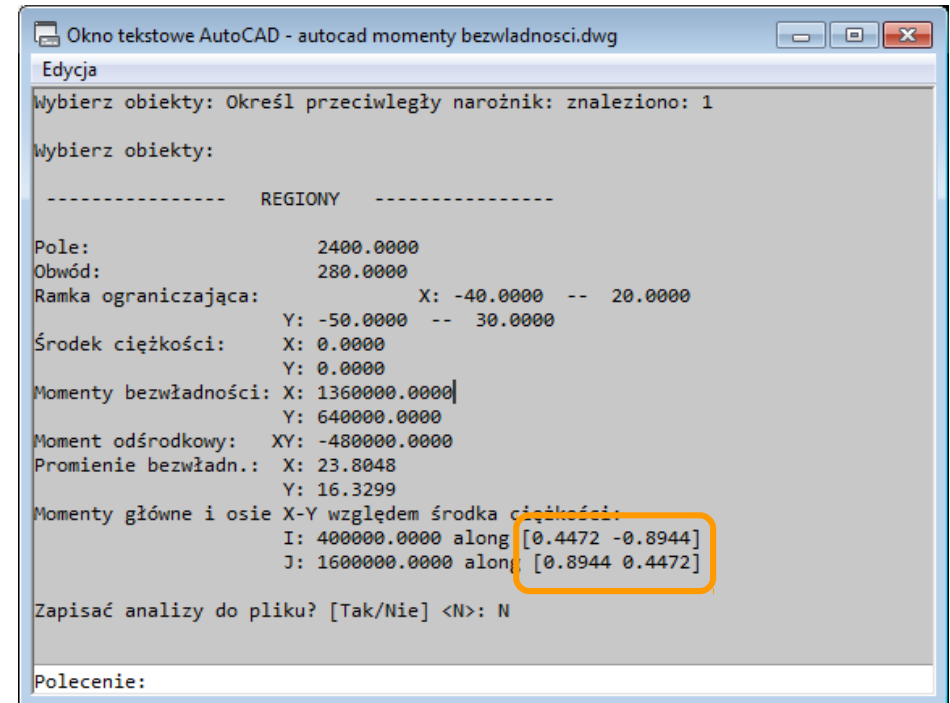
Pole: 2400.0000
Obwód: 280.0000
Ramka ograniczająca: X: -40.0000 -- 20.0000
Y: -50.0000 -- 30.0000
Środek ciężkości: X: 0.0000
Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 1360000.0000
Y: 640000.0000
Moment odśrodkowy: XY: -480000.0000
Promienie bezwładn.: X: 25.8048
Y: 16.3299
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
I: 400000.0000 along [0.4472 -0.8944]
J: 1600000.0000 along [0.8944 0.4472]

Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>: N

Polecenie:

Krok 9.

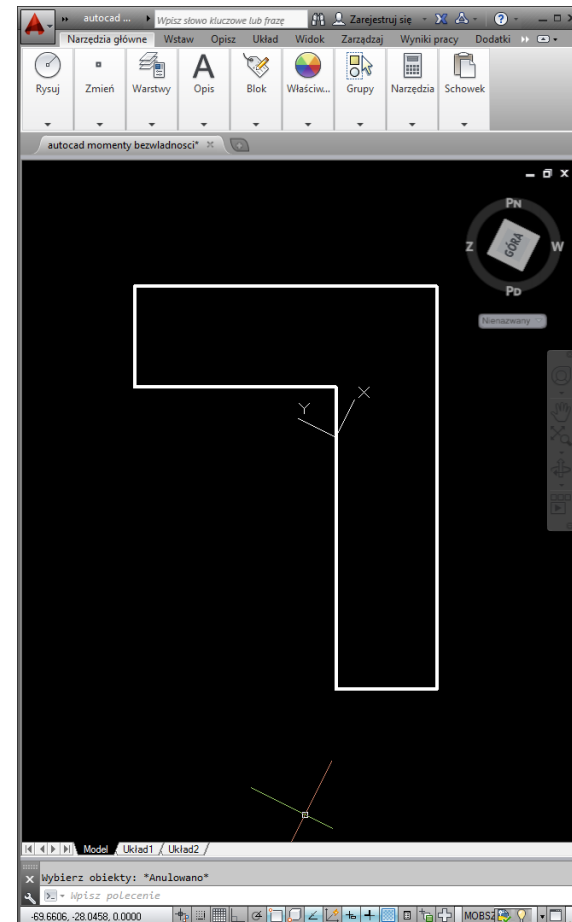
- Odczytać cosinusy kierunkowe osi głównych centralnych:
 - 0.4472 to cosinus kąta pomiędzy osią główną centralną **I** a osią centralną **X**,
 - -0.8944 to to cosinus kąta pomiędzy osią główną centralną **J** a osią centralną **X**,
- Obliczyć kąt obrotu układu (uwaga na znak minus!)
 - $-\text{acos}(0.4472) = -63.44^\circ$



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:
----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:              280.0000
Ramka ograniczająca: X: -40.0000 -- 20.0000
                    Y: -50.0000 -- 30.0000
Środek ciężkości:  X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 1360000.0000
                    Y: 640000.0000
Moment odśrodkowy:  XY: -480000.0000
Promienie bezwładn.: X: 23.8048
                    Y: 16.3299
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 400000.0000 along [0.4472 -0.8944]
                    J: 1600000.0000 along [0.8944 0.4472]
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>: N
Polecenie:
```

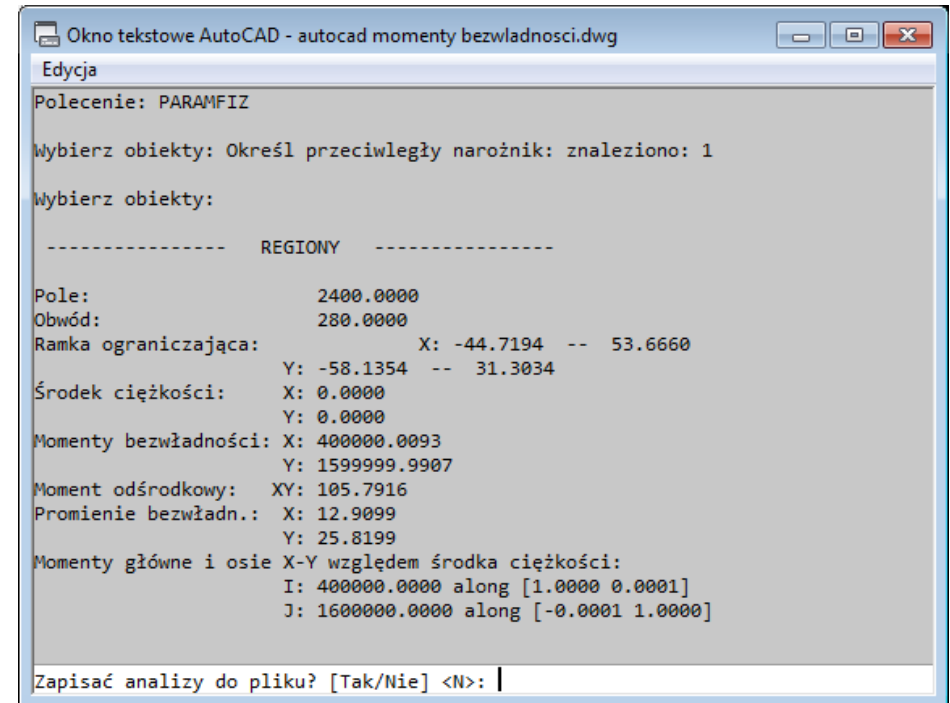
Krok 10.

- Obrócić układ współrzędnych względem osi Z o obliczony kąt
 - polecenie **LUW**, opcja **Z**



Krok 11.

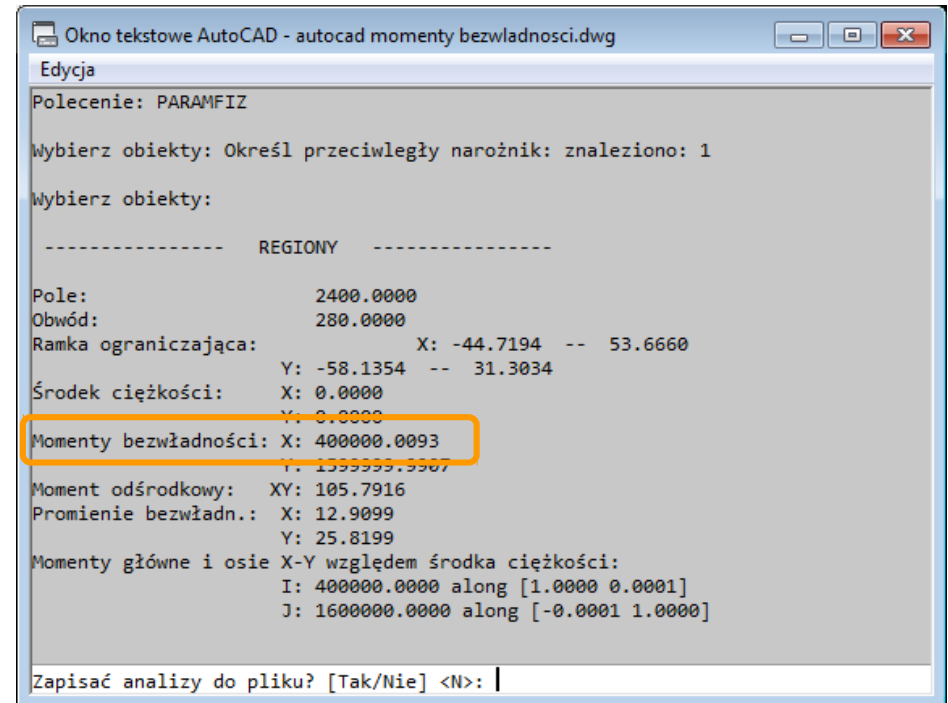
- Obliczyć właściwości fizyczne figury
 - polecenie PARAMFIZ
 - wskazać region



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Polecenie: PARAMFIZ
Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:
----- REGIONY -----
Pole: 2400.0000
Obwód: 280.0000
Ramka ograniczająca: X: -44.7194 -- 53.6660
Y: -58.1354 -- 31.3034
Środek ciężkości: X: 0.0000
Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 400000.0093
Y: 1599999.9907
Moment odśrodkowy: XY: 105.7916
Promienie bezwładn.: X: 12.9099
Y: 25.8199
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
I: 400000.0000 along [1.0000 0.0001]
J: 1600000.0000 along [-0.0001 1.0000]
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>: |
```

Krok 11.

- **Moment odśrodkowy (moment dewiacji)** jest równy zero.
- Cosinusy kierunkowe pokazują, że osie układu lokalnego **X** i **Y** oraz osie główne centralne **I** i **J** pokrywają się.
- Obliczone momenty bezwładności są głównymi centralnymi momentami bezwładności



```
Okno tekstowe AutoCAD - autocad momenty bezwladnosci.dwg
Edycja
Polecenie: PARAMFIZ

Wybierz obiekty: Określ przeciwległy narożnik: znaleziono: 1
Wybierz obiekty:

----- REGIONY -----
Pole:                2400.0000
Obwód:               280.0000
Ramka ograniczająca: X: -44.7194 -- 53.6660
                    Y: -58.1354 -- 31.3034
Środek ciężkości:   X: 0.0000
                    Y: 0.0000
Momenty bezwładności: X: 400000.0093
                    Y: 1333333.3307
Moment odśrodkowy:  XY: 105.7916
Promienie bezwładn.: X: 12.9099
                    Y: 25.8199
Momenty główne i osie X-Y względem środka ciężkości:
                    I: 400000.0000 along [1.0000 0.0001]
                    J: 1600000.0000 along [-0.0001 1.0000]

Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <N>: |
```