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**

	itocad 🕨 W	oisz słowo klucz	owe lub frazę	893 .	<u>Q</u> Zarejestr	uj się 🔹 🔀	▲- ?□>
Narzę	dzia główne V	Vstaw Opis	z Układ	Widok	Zarzadzaj	Wyniki prac	y Dodatki >> 📼 • Gi X1 X2 X3
\bigcirc	- 2	TAT	1 and a second s	9	22		6
Rysuj Zi	mień Warstwy	Opis	Blok	Właściw	Grupy	Narzędzia So	howek
-		-	•	•	•	-	-
autocad n	nomenty bezwlad	Inosci × 🕅					
							_ 0 ×
							PN
							Z GORA W
							Pp
							Nonapuanu
							a containing of
							6
							2
							20 C
							1
							000
Y							
$\square \times$							
	odel (Układ1 (Układ2 /					
Polecenie	: _qsave						
No - Wpis	z polecenie	1 99999			<u> </u>		110000
-173.5039, -20.	2145, 0.0000	TP 💷 🌐					MORZE 💫 👗 🗖





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

autocad → V Narzędzia główne H	(pisz słowo kluczowe lub frazę Wstaw Opisz Układ IN AN L	Widok Zarzadzaj	uj się • 🗶 🛆 • 😯 • 💶 🗙 Wyniki pracy Dodatki >> • • Gi X1 X2 X3
Rysuj Zmień Warstv	y Opis Blok	Właściw Grupy	Narzędzia Schowek
		• •	
autocad momenty bezwia	dhosel × (2)		
			Z GÓRA W
			Nienazwany 🖘
			, 243 · O .
×			
IK K ► ► Model Układ1 /	Układ2 /		
× Wybierz obiekty:			
-127.0215, -12.4945, 0.0000	+₀ ः ा ा - ∉ ``	♫∠і⊻ѣ+	🔠 🏷 🔂 🔂 😨





Krok 1a.

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

🔺 🔉 » autocad 🕨	Wpisz słowo kluc	zowe lub frazę	8	🔔 Zarejestruj	jsię – 🔀	▲ - () 🗆 X
Narzędzia główne	Wstaw Opi	sz Układ	Widok	Zarządzaj	Wyniki prac	cy Dodat	ki >> 🛋 🔹
9 • \$	A	1				G	_
Rysuj Zmień War	twy Opis	Blok	Właściw	Grupy N	Varzędzia S	chowek	_
	-	-	•		•	-	_
autocad momenty bezu	ladnosci* × 🔾						
							_ @ ×
						z	PN GÓRA W PD
						G	uw 🗢
							° 0 °, °, ¢, ¢, °
Y X Polecenie: *Anulowa x Polecenie: *Anulowa x Polecenie: *Anulowa	<u>/ Układ2 /</u> no*						
2344.3704, 815.0147, 0.0000	•	e A D	OZL	<u>≰</u> њ ∔ 🕅	0 ta 4	MOBS	€ (• □ .:





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

w autocad W	isz słowo kluczov	ve lub frazę	<i>8</i> 8	<u>Q</u> Zarejest	truj się 🔹	х 🛆 -	? ⁽¹⁾	x
Narzędzia główne V	/staw Opisz	Układ	Widok	Zarządzaj	Wyniki	pracy Do	datki 🕦 📼 🔹	
•	A	1	-	0				
Rysuj Zmień Warstwy	Opis	Blok	Właściw.	. Grupy	Narzędzia	Schowek		
	-	-	•	-	-	-		
autocad momenty bezwlad	nosci* × 🛛	2						
							- 0	x
							PN	
							cán.	
						z	GORA	1
							Pp	
							GUW	
							G	20
							6	2
							2	2
							2	Ġ,
							1	2
								*
							Þ	8
	-							
	listed 2							
	JK1802 /							
X Wybierz obiekty:								
2344.3704, 818.3483, 0.0000	+₀ □ ■	@ 📋		<u>∕</u>	🗏 🛛 ta	4 MOB	64 😂 🖓 🔹 🗖	١.:





Krok 4.

- Przyjąć układ współrzędnych
 - polecenie LUW
 - wskazać odpowiedni punkt







Krok 5.

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

🔚 Okno tekstowe AutoCAD - a	utocad momenty bezwladnosci.dwg				
Edycja					
REGI	DNY				
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				
Promienie 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</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 - a	utocad momenty bezwladnosci.dwg	- • ×
Edycja		
REGI	DNY	
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	
Promienie 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</n>	
Polecenie: N		
Nieznane polecenie "N". I	Naciśnij klawisz F1 by uzyskać pomoc.	
Polecenie:		





Krok 7.

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

🗼 » autocad 🕨 Wpisz słowo kłuczowe lub frazę 🌐 🏦 👤 Zarejestruj się – 💥 🛆 – 📀 –	_ 🗆 X
Narzędzia główne Wstaw Opisz Układ Widok Zarządzaj Wyniki pracy Dodatki >>	••
🕐 • 🐴 A 😻 🔂 🔜 🗳	
Rysuj Zmień Warstwy Opis Blok Właściw Grupy Narzędzia Schowek	
autocad momenty bezwladnosci* × 🔯	
-	σx
PN	
Z GÓRA	w
Pb	
Nienazwany	2
	Q
	Sim
	X
	dh
	40-
	Θ
I∢ ∢ ▶ ▶ Model , Układ1 , Układ2 /	
x Określ punkt na osi X lub (akceptui):	
↓ ► + Wpisz polecenie	
-50.1643, -59.3438, 0.0000 💠 🗉 🗮 🛌 🍊 🗀 💭 🗹 🔀 🖶 🖶 🐻 🔁 🏠 MOBSZ 🔯 🖓	• 🗖 .::





Krok 8.

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

📙 Okno tekstowe AutoCAD - a	utocad momenty bezwladnosci.dwg	- • •			
Edycja					
Polecenie: PARAMFIZ					
Wybierz obiekty: Określ	przeciwległy narożnik: znaleziono: 1				
Wybierz obiekty:					
REGI	ONY				
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>:</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>:</n>					





CZĘŚĆ 2: FIGURA BEZ OSI SYMETRII





Krok 4.

- Przyjąć układ współrzędnych
 - polecenie LUW
 - wskazać odpowiedni punkt

F. P	autocad .	·· • Wpisz	słowo kluczo	we lub fraz	e 849.	<u>Q</u> Zarejest	ruj się 🔹	X & -	? -	×
	arzędzia głó H	owne Wst	aw Opisz	Układ	Widok VI	Zarzadzaj	Wyniki o	oracy Do	datki)) Gi X1	X2 X3
\odot	0	2	A	1		03		G		
Rysuj	Zmień	Warstwy	Opis	Blok	Właściw	Grupy	Narzędzia	Schowek		
-	•	•	-	•	-	-	-	-		
autoc	ad moment	y bezwladno	isci* × \							
									-	. Ø X
									PN	
								z	GÓRA	w
									PD	<i>.</i>
								N	enazwany	
								-		
										6
						1				*
										200
										×q.
										÷
										000
										6
			×							
			10 (
	Model	ukradi (Uk	1802 /				_	_		_
X Określ	l punkt n Npisz poli	a osi X l ecenie	ub <akcept< td=""><td>tuj>: <</td><td>Orto włąc</td><td>z></td><td></td><td></td><td></td><td></td></akcept<>	tuj>: <	Orto włąc	z>				
-1.0838, 46	5.2303, 0.000	00 -	3 II III -	e e i		<u>∮</u> +	o ta	슈 MOBS	a 😂 🔉	•





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 0.44/2]				
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <n>:</n>				





Krok 7.

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

autocad > M	pisz słowo kłuczowe lub frazę 🏼 🏦 🚨 Zi	arejestruj się – 🗶 🛆 – 🕐 – 🗆 X
Rysuj Zmień Warstw	y Opis Blok Właściw Gr	upy Narzędzia Schowek
	. . .	• • •
autocad momenty bezwla	dnosci* × 🕢	
		Z F GÓRĂ 4 W
		Nienazwany 😁
	Y	
	Y 	×
K ()≻ M Mode (Układī (× Określ punkt na osi)	Układ2 /	





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:				
REGIO	NY			
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>				





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 - a	autocad momenty bezwladnosci.dwg	- • •
Edycja		
Wybierz obiekty: Określ	przeciwległy narożnik: znaleziono: 1	
Wybierz obiekty:		
REGI	ONY	
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	
Moment odśrodkowy: XY:	-480000.0000	
FIORITERITE DEZWIAUT.	16 2000	
Momenty główne i osie X.	10.5299 V wzgladam środka cieżkości:	
Tometrey growne i osie x-	400000 0000 along [0 4472 -0 8944]	
1.	1600000 0000 along [0.8944 0.4472]	
	[0.05.1.0.1.1.2]	
Zapisać analizy do pliku	? [Tak/Nie] <n>: 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!)
 - -acos(0.4472) = -63.44°

🔚 Okno tekstowe AutoCAD - a	utocad momenty bezwladnosci.dwg	
Edycja		
Wybierz obiekty: Określ	przeciwległy narożnik: znaleziono: 1	
Wybierz obiekty:		
REGI	DNY	
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</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:				
REGI	:ONY			
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>:</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			
Momency Dezwiadnosci: X: 400000.0095			
Moment odśrodkowy: XY: 105.7916			
Promienie bezwładn.: X: 12.9099	Promienie hezwładn · X· 12 9099		
Y: 25,8199			
Momenty główne i osie X-Y względem środka cieżkości:			
I: 400000.0000 along [1.0000 0.0001]			
J: 1600000.0000 along [-0.0001 1.0000]			
Zapisać analizy do pliku? [Tak/Nie] <n>:</n>			



