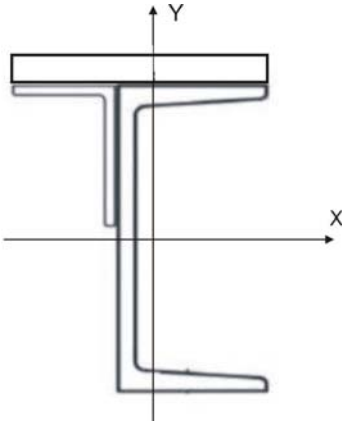


Wyznacz główne centralne osie i momenty bezwładności dla przekroju złożonego z kątownika nierównoramiennego  $L_n75 \times 50 \times 7$  ceownika C160 i płaskownika  $115 \times 15 \text{ mm}$ .



Dane do obliczeń (z tabel na końcu przykładu)

**C160**  $h=160\text{mm}=16.0\text{cm}$ ,  $b_1=65\text{mm}=6.5\text{cm}$ ,  $e=1.84\text{cm}$ ,  $A=24\text{cm}^2$ ,  $I_x=925\text{cm}^4$ ,  $I_y=85.3\text{cm}^4$

**Ln75\*50\*7**  $b=75\text{mm}=7.5\text{cm}$ ,  $a=50\text{mm}=5.0\text{cm}$ ,  $e_x=2.48\text{cm}$ ,  $e_y=1.25\text{cm}$ ,  $A=8.31\text{cm}^2$ ,  $I_x=46.4\text{cm}^4$ ,  $I_y=16.46\text{cm}^4$ ,  $\text{tg } \alpha=0.433$ ,  $I_z=I_1=53.29\text{cm}^4$

Wyznaczamy moment dewiacji dla kątownika

$$\text{tg } \alpha = \frac{D_z}{I_y - I_1} \Rightarrow D_z = 0.433(16.46 - 53.29) = -15.95\text{cm}^4$$

**Płaskownik** jest prostokątem

$$b=115\text{mm}=11.5\text{cm}, h=15\text{mm}=1.5\text{cm}, I_x = \frac{11.5 \cdot 1.5^3}{12} = 3.23\text{cm}^4, I_y = \frac{11.5^3 \cdot 1.5}{12} = 190.11\text{cm}^4, \\ A=11.5 \cdot 1.5=17.25\text{cm}^2$$

Środek masy figury

$$m = A = 24.0 + 8.31 + 17.25 = 49.56\text{cm}^2$$

$$S_y = 0 + 8.31 * (-1.25 - 1.84) + 17.25 * (-1.84 + 0.75) = -44.48\text{cm}^2$$

$$S_x = 0 + 8.31 * (8.0 - 2.48) + 17.25 * (8.0 + 0.75) = 196.81\text{cm}^2$$

$$x^* = \frac{-44.48}{49.56} = -0.90\text{cm}$$

$$y^* = \frac{196.81}{49.56} = 3.97\text{cm}$$

Tensor bezwładności w środku masy

$$I_{x^*} = [925 + 24.0 * 3.97^2] + [46.4 + 8.31 * (8.0 - 3.97 - 2.48)^2] + [3.23 + 17.25 * (8.0 + 0.75 - 3.97)^2] = \\ = 1303.26 + 66.36 + 397.36 = 1766.98\text{cm}^4$$

$$I_{y^*} = [85.3 + 24.0 * (-0.9)^2] + [16.46 + 8.31 * (-1.84 - 1.25 + 0.9)^2] + [190.11 + 17.25 * (-1.84 + 0.75 + 0.9)^2] = \\ = 104.74 + 56.32 + 190.73 = 351.79\text{cm}^4$$

$$D_{z^*} = [0 + 24.0 * 3.97 * (-0.9)] + [-15.95 + 8.31 * (8.0 - 3.97 - 2.48)(-1.84 - 1.25 + 0.9)] + \\ + [0 + 17.25 * (8.0 + 0.75 - 3.97)(-1.84 + 0.75 + 0.9)] = -85.75 - 44.16 - 16.49 = -146.40\text{cm}^4$$

## Główne centralne momenty bezwładności

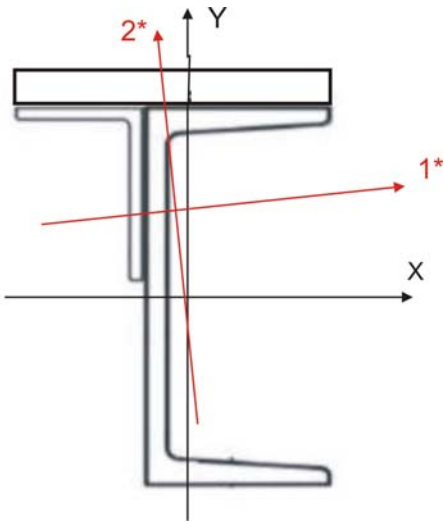
$$I_1^* = 1059.39 + 722.58 = 1781.97 \text{ cm}^4$$

$$I_2^* = 1059.39 - 722.58 = 336.81 \text{ cm}^4$$

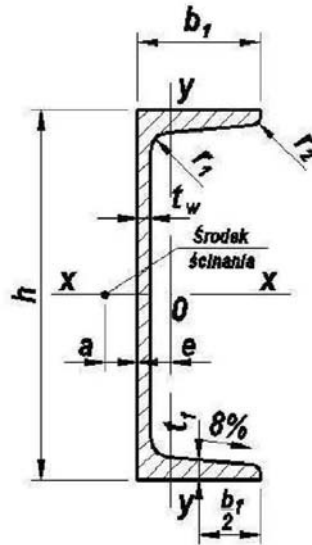
## Główne centralne osie bezwładności

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{-146.40}{351.79 - 1781.97} = 0.102 \Rightarrow \alpha_1 = 5.83^\circ$$

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{-146.40}{351.79 - 336.81} = -9.77 \Rightarrow \alpha_2 = -84.16^\circ$$

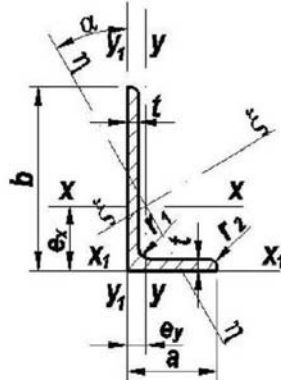


Ceowniki normalne



	h	b <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	e	a	A	G	I <sub>x</sub>	W <sub>el.x</sub>	i <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>el.y</sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>t</sub>	I <sub>w</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
C 35	35	35	5,0	6,0	6,0	3,0	1,31	1,02	5,33	4,18	9,32	5,33	1,32	5,75	2,63	1,04	0,66	8,46
C 40	40	20	5,0	5,0	5,0	2,5	0,65	1,28	3,51	2,75	1,26	3,63	1,47	1,06	0,78	0,55	1,02	13,20
C 45	45	38	5,0	6,0	6,0	3,0	1,34	1,11	6,17	4,84	18,70	8,31	1,74	7,81	3,18	1,13	0,76	19,90
C 50	50	38	5,0	7,0	7,0	3,5	1,37	1,37	7,12	5,59	26,40	10,60	1,92	9,12	3,75	1,13	1,14	30,60
C 65	65	42	5,5	7,5	7,5	4,0	1,42	1,47	9,03	7,09	57,50	17,70	2,52	14,10	5,07	1,25	1,88	80,90
C 80	80	45	6,0	8,0	8,0	4,0	1,45	1,54	11,00	8,64	106,00	26,50	3,10	19,40	6,36	1,33	2,23	172,00
C 80p	80	45	5,0	8,0	8,0	4,0	1,50	1,37	10,40	8,14	103,00	25,60	3,14	18,90	6,18	1,35	1,96	167,00
C 100	100	50	6,0	8,5	8,5	4,5	1,55	1,69	13,50	10,60	206,00	41,20	3,91	29,30	8,49	1,47	2,96	437,00
C 100p	100	50	5,0	8,5	8,5	4,5	1,61	1,52	12,70	9,96	202,00	40,30	3,98	28,50	8,32	1,49	2,60	410,00
C 120	120	55	7,0	9,0	9,0	4,5	1,60	1,78	17,00	13,40	364,00	60,70	4,62	43,20	11,10	1,59	4,30	925,00
C 120p	120	55	5,5	9,0	9,0	4,5	1,68	1,65	15,50	12,20	351,00	58,50	4,76	41,80	10,80	1,64	3,53	884,00
C 140	140	60	7,0	10,0	10,0	5,0	1,75	1,97	20,40	16,00	605,00	86,40	5,45	62,70	14,80	1,75	6,01	1880,00
C 140p	140	60	5,5	10,0	10,0	5,0	1,82	1,84	19,20	15,10	584,00	83,50	5,51	60,60	14,30	1,77	5,08	1764,00
C 160	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	1,84	2,10	24,00	18,80	925,00	116,00	6,21	85,30	18,30	1,89	7,70	3370,00
C 160p	160	65	5,5	10,5	10,5	5,5	1,99	2,02	21,30	16,70	882,00	110,00	6,44	81,60	17,60	1,96	6,31	3020,00
C 180	180	70	8,0	11,0	11,0	5,5	1,92	2,23	28,00	22,00	1350,00	150,00	6,95	114,00	22,40	2,02	9,97	5770,00
C 180p	180	70	6,0	11,0	11,0	5,5	2,07	2,14	24,90	19,50	1290,00	143,00	7,15	109,00	21,50	2,09	8,02	5400,00
C 200	200	75	8,8	11,5	11,5	6,0	2,01	2,36	32,20	25,30	1910,00	191,00	7,70	148,00	27,00	2,14	12,50	9400,00
C 200p	200	75	6,5	11,5	11,5	6,0	2,16	2,25	28,70	22,50	1820,00	182,00	7,96	142,00	25,90	2,22	10,10	8800,00
C 220	220	80	9,0	12,5	12,5	6,5	2,14	2,51	37,40	29,40	2690,00	245,00	8,48	197,00	33,60	2,30	17,00	14790,00
C 220p	220	80	7,0	12,5	12,5	6,5	2,29	2,44	33,60	26,30	2510,00	228,00	8,65	190,00	32,50	2,38	13,80	14200,00
C 240	240	85	9,5	13,0	13,0	6,5	2,23	2,64	42,30	33,20	3600,00	300,00	9,22	248,00	39,60	2,42	20,80	22700,00
C 240p	240	85	7,0	13,0	13,0	6,5	2,43	2,55	37,00	29,10	3400,00	284,00	9,58	238,00	38,10	2,54	16,30	21300,00
C 260	260	90	10,0	14,0	14,0	7,0	2,36	2,80	48,30	37,90	4820,00	371,00	9,99	317,00	47,70	2,56	27,10	34000,00
C 260p	260	90	7,5	14,0	14,0	7,0	2,55	2,69	42,60	33,40	4570,00	352,00	10,40	304,00	46,00	2,67	21,50	32100,00
C 280	280	95	10,0	15,0	15,0	7,5	2,53	3,00	53,30	41,80	6280,00	448,00	10,90	399,00	57,20	2,74	33,20	50000,00
C 300	300	100	10,0	16,0	16,0	8,0	2,70	3,33	58,80	46,20	8030,00	535,00	11,70	495,00	67,80	2,90	40,50	73400,00
C 300p	300	100	7,5	16,0	16,0	8,0	2,89	3,12	52,20	41,00	7640,00	510,00	12,10	473,00	64,80	3,01	33,90	66500,00

## Kotowniki nierównoramienne



	b	a	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	α • η-η	A	G	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>η</sub>	I <sub>x1</sub>	I <sub>y1</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	i <sub>η</sub>	
	mm	mm	mm	mm	mm	cm	cm	tgα	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm	
L 45 x 30 x 4	45	30	4	4	4	2,0	1,48	0,74	0,434	2,86	2,24	5,77	2,05	1,19	12,04	3,62	1,37	0,85	0,65
L 45 x 30 x 5	45	30	5	4	4	2,0	1,52	0,78	0,429	3,52	2,76	6,98	2,47	1,45	15,13	4,60	1,41	0,84	0,64
L 60 x 40 x 5	60	40	5	6	3,0	1,96	0,97	0,437	4,79	3,76	17,20	6,11	3,50	35,50	10,63	1,89	1,13	0,86	
L 60 x 40 x 6	60	40	6	6	3,0	2,00	1,01	0,431	5,68	4,46	20,10	7,12	4,15	42,80	12,93	1,88	1,12	0,86	
L 70 x 50 x 7	70	50	7	7	3,5	2,27	1,29	0,493	7,96	6,25	38,20	16,16	9,06	79,30	29,30	2,19	1,42	1,07	
L 75 x 50 x 6	75	50	6	7	3,5	2,44	1,21	0,435	7,19	5,65	40,50	14,44	8,36	83,30	24,90	2,37	1,42	1,08	
L 75 x 50 x 7	75	50	7	7	3,5	2,48	1,25	0,433	8,31	6,53	46,40	16,46	9,57	97,60	29,40	2,36	1,41	1,07	
L 75 x 50 x 8	75	50	8	7	3,5	2,52	1,29	0,430	9,41	7,39	52,00	18,38	10,75	111,90	33,90	2,35	1,40	1,07	
L 80 x 40 x 6	80	40	6	7	3,5	2,85	0,88	0,260	6,89	5,41	44,90	7,59	4,92	100,90	13,00	2,56	1,05	0,85	
L 80 x 65 x 10	80	65	10	8	4,0	2,55	1,81	0,638	13,60	10,70	82,20	48,30	24,80	170,50	92,60	2,46	1,89	1,35	
L 90 x 60 x 8	90	60	8	8	4,0	2,96	1,48	0,434	11,40	8,97	92,30	32,80	19,00	192,70	57,90	2,84	1,70	1,29	
L 100 x 50 x 8	100	50	8	9	4,5	3,59	1,12	0,258	11,40	8,99	116,00	19,50	12,70	263,30	34,00	3,18	1,31	1,05	
L 100 x 75 x 8	100	75	8	10	5,0	3,10	1,87	0,547	13,50	10,60	133,00	64,10	34,60	262,70	111,40	3,14	2,18	1,60	
L 120 x 80 x 8	120	80	8	11	5,5	3,83	1,87	0,436	15,50	12,20	226,00	80,80	46,60	453,00	135,00	3,82	2,28	1,73	
L 120 x 80 x 10	120	80	10	11	5,5	3,92	1,95	0,435	19,10	15,00	276,00	98,10	56,80	570,00	171,00	3,80	2,26	1,72	
L 120 x 80 x 12	120	80	12	11	5,5	4,00	2,03	0,431	22,70	17,80	323,00	114,30	66,70	686,00	207,00	3,77	2,24	1,71	
L 130 x 65 x 10	130	65	10	11	5,5	4,65	1,45	0,258	18,60	14,60	320,00	54,20	35,20	724,00	93,30	4,15	1,71	1,37	
L 150 x 100 x 10	150	100	10	13	6,5	4,80	2,34	0,437	24,20	19,00	552,00	198,00	114,00	1109,00	330,00	4,78	2,86	2,15	
L 150 x 100 x 12	150	100	12	13	6,5	4,89	2,42	0,436	28,70	22,60	650,00	232,00	134,00	1336,00	400,00	4,76	2,84	2,15	
L 200 x 100 x 10	200	100	10	15	7,5	6,93	2,01	0,263	29,20	23,00	1219,00	210,00	135,20	2623,00	329,00	6,46	2,68	2,15	
L 200 x 100 x 12	200	100	12	15	7,5	7,03	2,10	0,262	34,80	27,30	1440,00	247,00	159,20	3159,00	400,00	6,43	2,67	2,14	