

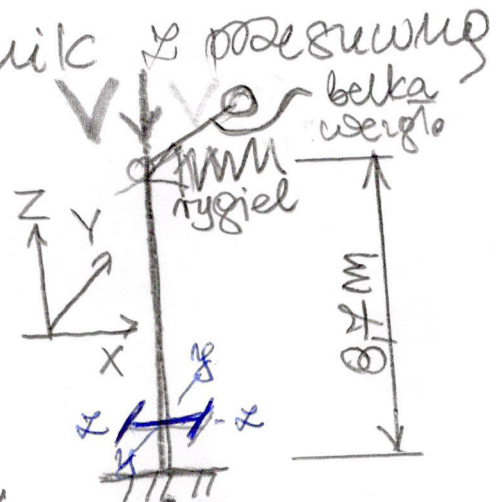
Poz. 3. Stup S1

Poz. 3.1. Schemat statyczny i obciążenia

Stup S1_L oraz S1_P projektuje się o takim samym przekroju (profilu).

Schemat stupa, to wspornik ścienny podparty spójniście:

obciążenie stupa V jest inne dla S1_L oraz S1_P



Poz. 3.2. Obciążenie stupa V oraz reakcja R

Z poz. 2.2.2 mamy podane obciążenia

$$V_G = 37,2 \text{ kN}, \quad V_Q = 22,2 \text{ kN}, \quad V_S = 14,4 \text{ kN}$$

$$V_W = \pm 10,7 \text{ kN} \quad (\text{tylko } S1_L)$$

$$V_W = 0 \text{ kN} \quad (S1_P)$$

ciężar własny stupa: przyjęto wartość
IPE600 $g_s = 122 \text{ kg/m}$ (z tablic) str. 16

$$R_s^G = 8,7 \cdot 1,22 = 10,6 \text{ kN}$$

Reakcja obliczeniowa maksymalna

$$R_G = 37,2 + 10,6 = 47,8 \text{ kN}$$

$$R_Q = 22,2 \text{ kN}$$

$$R_S = 14,4 \text{ kN}$$

$$R_W = \pm 10,7 \text{ kN} \quad (\text{tylko } S1_L)$$

IPE

odnošniki 199-203 / Notations pages 199-203 / Poznámky a vzorce 199-203

Oznaczenie Designation Označení	Własności statyczne / Section properties / Statické vlastnosti													Classification ^a ENV 1993-1-1								
	G kg/m	oś y-y strong axis y-y silná osa y-y					oś z-z weak axis z-z slabá osa z-z					Pure bending y-y ^a			Pure compression ^a			EN 10025-2: 2004	EN 10025-4: 2004	EN 10225:2001		
		I_y mm ⁴ x10 ⁴	$W_{el,y}$ mm ³ x10 ³	$W_{ply,y}$ mm ³ x10 ³	i_y mm x10	A_z mm ² x10 ²	I_z mm ⁴ x10 ⁴	$W_{el,z}$ mm ³ x10 ³	$W_{pl,z}$ mm ³ x10 ³	i_z mm x10	S_s mm	I_t mm ⁴ x10 ⁴	I_w mm ⁶ x10 ⁹	S235	S355	S460	S235				S355	S460
IPE A 550	92,1	59980	2193	2475	22,6	60,3	2432	232	362	4,55	68,5	86,5	1710	1	1	2	4	4	4	✓	✓	✓
IPE 550	106	67120	2440	2787	22,4	72,3	2668	254	401	4,45	73,6	123	1884	1	1	1	4	4	4	✓	HI	HI
IPE O 550	123	79160	2847	3263	22,5	82,7	3224	304	481	4,55	81,2	188	2302	1	1	1	2	4	4	✓	HI	HI
IPE A 600	108	82920	2778	3141	24,6	70,1	3116	283	442	4,77	72,9	119	2607	1	1	2	4	4	4	✓	✓	✓
IPE 600	122	92080	3070	3512	24,3	83,8	3387	308	486	4,66	78,1	165	2846	1	1	1	4	4	4	✓	HI	HI
IPE O 600	154	118300	3879	4471	24,5	104	4521	404	640	4,79	91,1	318	3860	1	1	1	2	4	4	✓	HI	HI
IPE 750 x 137	137	159900	4246	4865	30,3	92,9	5166	393	614	5,44	65,4	137	6980	1	2	-	4	4	-	✓	✓	✓
IPE 750 x 147	147	166100	4411	5110	29,8	105	5289	399	631	5,31	67,1	162	7141	1	1	2	4	4	4	✓	✓	✓
IPE 750 x 173	173	205800	5402	6218	30,5	116	6873	515	810	5,57	77,5	274	9391	1	1	1	4	4	4	✓	HI	HI
IPE 750 x 196	196	240300	6241	7174	31,0	127	8175	610	959	5,71	86,3	409	11290	1	1	1	4	4	4	✓	HI	HI

^a Klasifikacja / czyste zginanie y-y / czyste ściskanie
^a Klasifikace / Čistý ohyb y-y / Čistý tlak

HI = HISTAR[®]

Wybrany kształtownik IPE 600

- ♦ W_{pl} : Do obliczeń plastycznych, kształt musi należeć do klasy 1 lub 2 wymaganej klasy. Zobacz stronę 203.
- ♦ W_{pl} : for plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 203.
- ♦ W_{pl} : pro plastický design musí tvar odpovídat třídě 1 nebo 2, dle požadované rotační kapacity. Viz strana 203.

- 16a -

Dwuteowniki Europejskie IPE (ciąg dalszy)

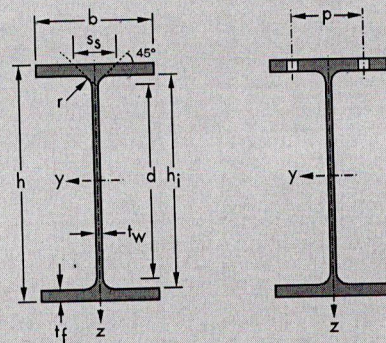
Wymiary: IPE 80 - 600 według poprzedniej Normy Europejskiej 19-57;
IPE AA 80 - 550, IPE A 80 - 600, IPE O 180 - 600, IPE 750 zgodnie z normą huty
Tolerancje: EN 10034: 1993
Powierzchnia według EN 10163-3: 2004, klasa C, podklasa 1

European I beams (continued)

Dimensions: IPE 80 - 600 in accordance with former standard EU 19-57
IPE AA 80 - 550, IPE A 80 - 600, IPE O 180 - 600, IPE 750 in accordance with mill standard
Tolerances: EN 10034: 1993
Surface condition: according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

Evropské nosníky průřezu I (pokračování)

Rozměry: IPE 80 - 600 dle dřívější normy EU 19-57
IPE AA 80 - 550, IPE A 80 - 600, IPE O 180 - 600, IPE 750 dle provozní normy
Tolerance: EN 10034: 1993
Povrchová úprava: dle EN 10163-3: 2004, třída C, podtřída 1



Oznaczenie Designation Označení	Wymiary Dimensions Rozměry						Wymiary do projektowania Dimensions for detailing Konstrukční rozměry						Powierzchnia Surface Povrch	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A mm ² x10 ²	h _i mm	d mm	Ø	p _{min} mm	p _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
IPE A 550·	92,1	547	210	9,0	15,7	24,0	117	515,6	467,6	M 24	106	122	1,875	20,36
IPE 550	106	550	210	11,1	17,2	24,0	134	515,6	467,6	M 24	110	122	1,877	17,78
IPE O 550+	123	556	212	12,7	20,2	24,0	156	515,6	467,6	M 24	110	122	1,893	15,45
IPE A 600·	108	597	220	9,8	17,5	24,0	137	562,0	514,0	M 27	114	118	2,013	18,72
IPE 600	122	600	220	12,0	19,0	24,0	156	562,0	514,0	M 27	116	118	2,015	16,45
IPE O 600+	154	610	224	15,0	24,0	24,0	197	562,0	514,0	M 27	118	122	2,045	13,24
IPE 750 x 137*	137	753	263	11,5	17,0	17,0	175	719,0	685,0	M 27	102	162	2,506	18,28
IPE 750 x 147	147	753	265	13,2	17,0	17,0	188	719,0	685,0	M 27	104	164	2,51	17,06
IPE 750 x 173+	173	762	267	14,4	21,6	17,0	221	718,8	684,8	M 27	104	166	2,534	14,58
IPE 750 x 196+	196	770	268	15,6	25,4	17,0	251	719,2	685,2	M 27	106	166	2,552	12,96

- Minimalne zamówienie dla S235 JR, cf. Warunki dostawy strona 216; dla innych gatunków 40t lub według uzgodnienia.
- † Minimalne zamówienia: 40t na profil i gatunek lub według zamówienia
- * Minimalny tonaż i warunki dostawy do uzgodnienia.
- Minimum order: for the S235 JR grade cf. delivery conditions page 216; for any other grade 40t or upon agreement.
- † Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.
- * Minimum tonnage and delivery conditions upon agreement.
- Minimální objednávka: pro S235 JR, dodací podmínky strana 216; pro ostatní druhy 40t nebo dle dohody.
- † Minimální objednávka: 40t pro profil a třídu nebo dle dohody.
- * Minimální tonáž a dodací podmínky dle dohody.

- 106 -

Reakcja maksymalna S_{1L} wyznaczamy z kombinacji dla wiodącego śniegu i niekorzystnego wiatru (+10,7 kN) (pokazano w pr. 2.2.2)

$$R_{Ed,1L}^{\max} = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 47,8 + 1,5(1,0 \cdot 14,4 + 0,7 \cdot 22,2 + 0,6 \cdot 10,7) = 108,4 \text{ kN}$$

ponieważ zwiększyło się obciążenie stałe, więc sprawdzimy jeszcze kombinację bez wiodącego:

$$R_{Ed,1L} = 1,35 \cdot 47,8 + 1,5(0,5 \cdot 14,4 + 0,7 \cdot 22,2 + 0,6 \cdot 10,7) = 108,3 \text{ kN}$$

czyli powyżej prawidłowo wybrano kombinację wyznierającą

Dla $S_{1,p}$ mamy

$$R_{Ed,1p}^{\max} = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 47,8 + 1,5(1,0 \cdot 14,4 + 0,7 \cdot 22,2) = 88,8 \text{ kN}$$

Reakcja obliczeniowa minimalna z analizy obciążeń prostych, wynika, że należy rozważyć sytuację, gdy wiatr $R_{Wi} = -10,7 \text{ kN}$ jest niekorzystny, a powstaje (stałe i zmienne) są obciążeniami korzystnymi.

Stąd:

$$R_{Ed,1L}^{\min} = 1,0 \cdot 47,8 + 1,5(0,6 \cdot (-10,7) + 0,0) = 38,2 \text{ kN}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto siłę w ścipie

$$N_{Ed} = 108,4 \text{ kN}$$

Nie zajdzie sytuacja odrywania fundamentu od podłoża gruntowego.

Por. 3.3. Siła krytyczna / smukłość ściana

Zastosujemy procedurę wyznaczania długości wyboczeniowej L_{cr} (i następnie siłę krytyczną wyznaczamy ze wzoru Eulera lub jego przekształceń)

Długość wyboczeniową ^{w płaszczyźnie X-Z} wyznaczamy z nomogramu wg PN-80/B-032000

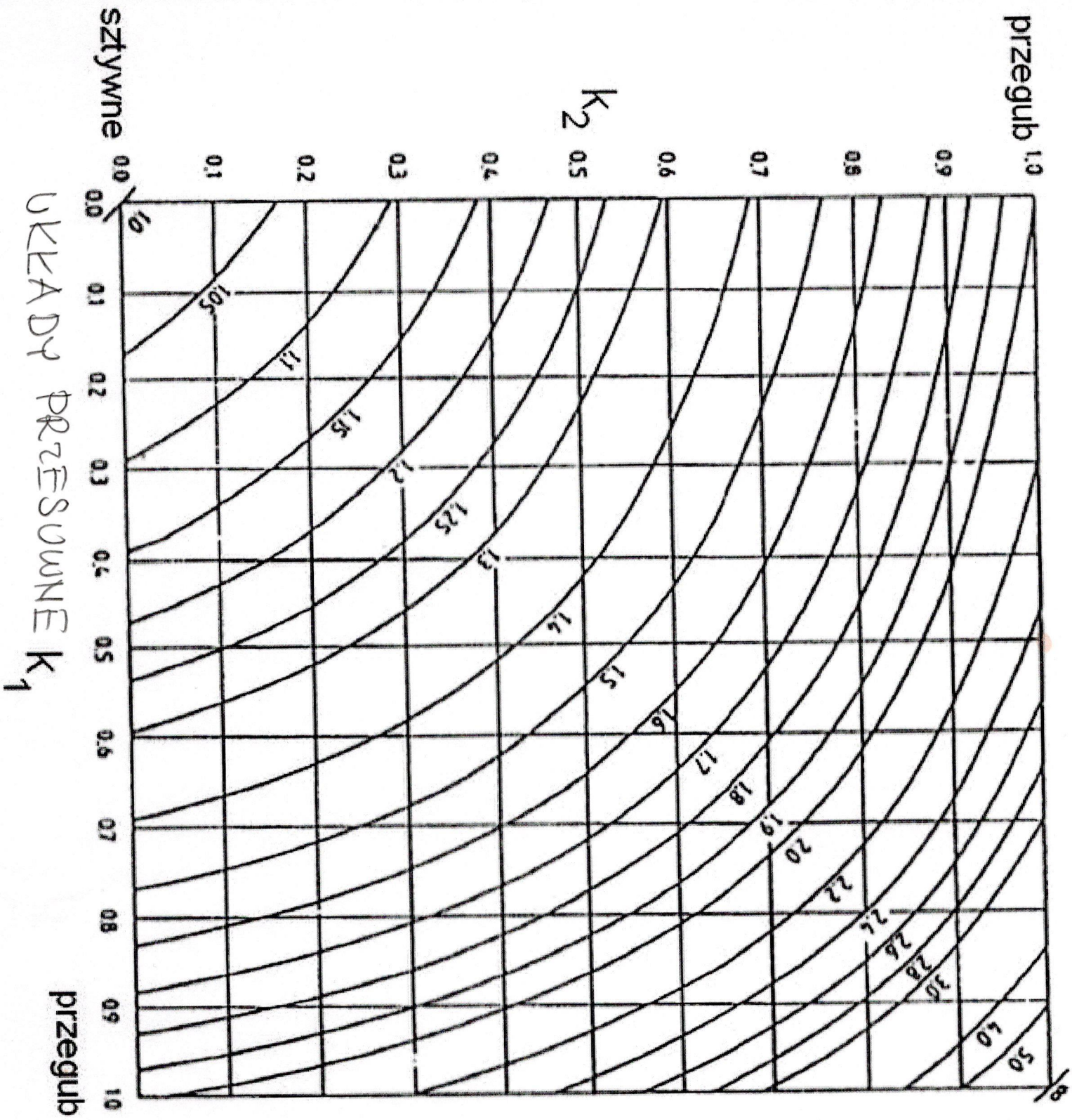
(rys. 8 artykułu www.choder-projekt.net/encyclopedia/sciskame-poty-stalowe)

Stopnie podatności węzłów k_1 (dolnego) i k_2 (górnego) wyznacza się dla:

względna słabość ściana
$$\bar{k}_s = \frac{l_s}{L_s} = \frac{32000}{870} = 105,8$$

względna słabość tyłka

$$\bar{k}_R = \sum_{(i)} \left(n \frac{I_R}{L_R} \right) = 0 \quad (\text{sumowanie tylko po tyłkach słabych poprzecznych})$$



dla $k_1 = 0,5$ (głowica przegubowa)

$k_2 = 1,0$ (stopa sztywna)

wsp. długości wybożeniowej
 $u = 2,45$

względna sztywność stopy. Przyjeto stopę sztywną, powodując ściskanie ze zginaniem dla której $\bar{K}_R = \bar{K}_S$

$$\text{Stąd } k_1 = \frac{\bar{K}_S}{\bar{K}_S + \bar{K}_R} = \frac{105,8}{105,8 + 105,8} = 0,5$$

$$k_2 = \frac{105,8}{105,8 + 0} = 1,0$$

Z monogramu wsp. dt. wyboeniowej

$$\mu = 2,45,$$

czyli długość wyboeniowa w pł. ramy X-Z (wybosa wokół osi globalnej Y, czyli wokół osi y katantownika)

$$L_{cr,y} = 2,45 \cdot 870 = 2132 \text{ cm}_{Y-Z} \text{ (wokół X)}$$

Przyjeto, że z płaszczyzny ramy tnie nastąpi przesun. słowicy (wykonano belkę weryfikacyjną) i w celu wyznaczenia wsp. dt. wyboeniowej stosujemy monogram dla utwardów nieprzesuniętych (rys. 10 artykułu "Ścisnąć próby stalowe, j.w.")

w tym przypadku $\bar{K}_S = \frac{3387}{870} = 3,89$
gdzie $I_Z = 3387 \text{ cm}^4$ jest mom. bezw. IPE600 względem słabszej osi.

\bar{K}_R (górny) = 0 (nie ma przyłożonych
skrywnych rygli)

\bar{K}_R (dolny) = $\bar{K}_S = 3,80$ (skrywna stopa
w obu kierunkach)

Stąd dla $k_1 = 0,5$, $k_2 = 1,0$

mamy z nomogramu

$$\mu = 0,82$$

dlugość wyloceniowa z pr. ramy Y-Z
(wylocenie wokół osi globalnej X,
cyli wokół osi z kartezjanika)

$$L_{cr, z} = 0,82 \cdot 870 = 713 \text{ cm}$$

Skorzystamy z zależności (6.50) do (6.51) EC3
(wał r(10) amykatu) na słupkość

względny

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}, \text{ gdzie } i_y = 24,3 \text{ cm}$$

$$\text{dla IPE 600 } i_z = 466 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = 83,8 \cdot 0,824 = 86,8$$

↑ e dla S275

$$\text{Mamy } \bar{\lambda}_y = \frac{713}{24,3} \cdot \frac{1}{86,8} = 1,0$$

$$\bar{\lambda}_z = 713 / 466 \cdot 1 / 86,8 = 1,76$$

Do danych obliczeń przyjęto

$$\bar{r}_{max} = \bar{r}_z = 1,76$$

Poz. 3.4. Nośność przekroju

Klasa przekroju przy ścisaniu

Klasa przekroju walcowanego, zginanego jest "1". W przypadku ścisania należy przeprowadzić obliczenia sprawdzające

Klasa pasa (wymiar α z tabeli - str. 16b)

$$c_f = 220 - (12,0 + 2 \cdot 24,0) / 2 = 180 \text{ mm}$$

$$r_f = \frac{180}{18,0} = 10 < 14 \cdot 0,824 = 12,8 \rightarrow \text{klasa 3}$$

(tab 1 artykuł "Klasa przekroju stalowego")

Klasa średnicy

$$c_w = 600 - 2(18,0 + 24,0) = 514 \text{ mm}$$

$$r_w = \frac{514}{12,0} = 42,8 > 42 \cdot 0,824 = 38,8 \rightarrow \text{klasa 4}$$

Klasa przekroju

Przekrój jest klasy 4. Ponieważ przekrój jest bliżej klasy 3, więc w celu

uproszczenia obliczeń przyjęto klasę 3 (tzn. pełnej traci nośności w zakresie sprężystym i nie trzeba wyznaczać przekroju efektywnego - jak dla klasy 4).

Sprawdzenie nośności przekroju

$$N_{Rd} = \frac{15,6 \cdot 275 \cdot 10^{-1}}{1,0} = 429 \text{ kN} > 109,4 \text{ kN}$$

Por. 3.5. Współczynnik wybojeniowy i nośność elementu

Ponieważ $h/b = \frac{600}{220} = 2,7 > 1,2$

i $t_f = 18,0 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$, to

z tab. 6.2. EC3 (tab. 2 artykułu "Ściskane...")

dla wybożenia względem osi y-y → krzywa "a"

dla wybożenia względem osi x-x →
→ krzywa "b"

z tab. 6.1 EC3 (tab. 1 artykułu "Ściskane...")
współczynnik imperfekcji

dla "a" $\alpha = 0,21$

dla "b" $\alpha = 0,34$

Ponieważ: 1) $\bar{\lambda}_{max} = \bar{\lambda}_x$ oraz krzywa "b" jest

bardziej niekorzystna więc obliczenia
przewiedzone są dla:

$$\bar{\lambda} = 1,76, \alpha = 0,34$$

Obliczenia analityczne

$$\phi = 0,5 [1 + 0,34 (1,76 - 0,2) + 1,76^2] = 2,323$$

$$\chi = \frac{1}{2,323 + \sqrt{2,323^2 - 1,76^2}} = 0,26 = 0,74$$

Uwaga: Student przeprowadzi wyznaczenie
współczynnika wybocheniowego
odwrotnie z wykresem (rys. 4. obrytu
"Ściskane")

Sprawdzenie nośności elementu

$$N_{Rd} = \frac{0,26 \cdot 15,6 \cdot 275 \cdot 10^{-1}}{1,0} = 111,5 \text{ kN}$$
$$> N_{Ed} = 108,4 \text{ kN}$$

Poz. 4. Narozie ramy

Rozpatrzono dwa warianty narioa

ramy: 1) narioie spawane

2) narioie śrubowe ołowowe
na śruby zwykłe.