

**materiały pomocnicze
do zajęć**

**stropy i ściany
prefabrykowane**

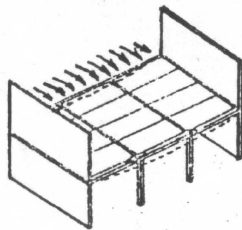
Gdańsk, październik 2014

1.0. WIĘNCE

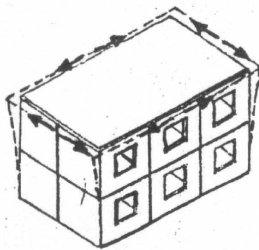
Więńce należy projektować jako elementy żelbetowe, na każdej kondygnacji budynku w poziomie stropów, wzdłuż wszystkich ścian konstrukcyjnych i wzdłuż obwodu budynku.

1.1. Funkcje wieńców:

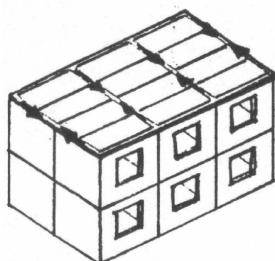
1. wieńiec – jako zbrojenie obwodowe tarcz stropowych przenosi siły rozciągające pojawiające się w tarczach w wyniku ich pracy jako elementu przekazującego parcie poziome wiatru na ściany usztywniające,



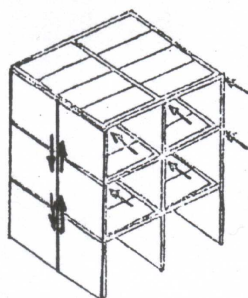
2. wieńiec – przeciwdziała powstaniu nadmiernie szerokich rys temperaturowych i skurczowych na krawędziach tarcz stropowych,



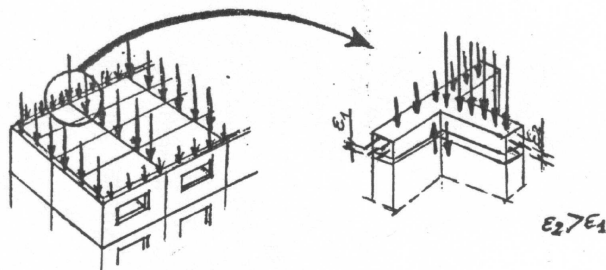
3. wieńiec - łączy ze sobą ściany konstrukcyjne całego budynku, szczególnie ściany samonośne ze ścianami nośnymi,



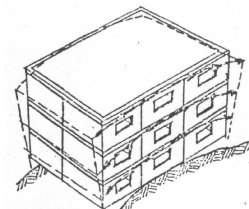
4. wieńiec - jest przewiązka poziomą w spoinach pionowych prefabrykowanych ścian usztywniających, zwiększającą nośność złącza pionowego,



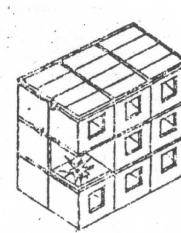
5. wieńiec - wyrównuje różnice odkształceń ścian różnie obciążonych bądź ścian wykonanych z betonów o różnych współczynnikach sprężystości,



6. wieńiec - przenosi siły powstałe w wyniku nierównomiernych odkształceń budynku,



7. wieńiec – przenosi siły rozciągające powstałe w wyniku lokalnego zniszczenia ścian konstrukcyjnych przeciwdziałając całkowitemu zniszczeniu konstrukcji budynku tzw. katastrofie postępującej.



1.2. Rodzaje wieńców w budynkach prefabrykowanych

1. wieńce wykonywane na miejscu budowy – tzw. **wieńce monolityczne**, stanowi je zbrojenie ułożone w spoinach między prefabrykatami, zalane betonem,
2. wieńce wykonywane częściowo w zakładzie prefabrykacji, częściowo na miejscu budowy – tzw. **wieńce ukryte** – stanowi je dodatkowe zbrojenie znajdujące się w skrajnych

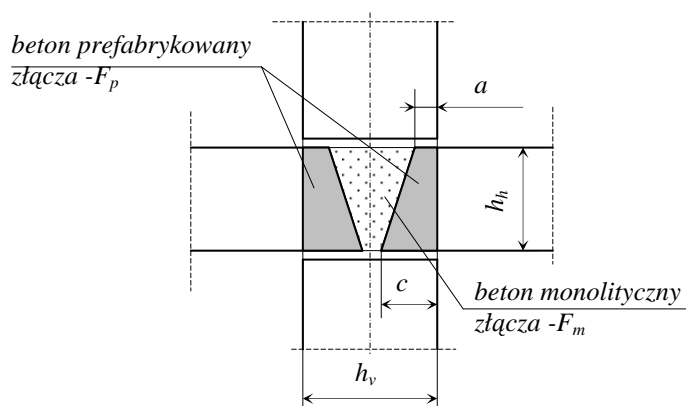
obszarach prefabrykowanych płyt stropowych lub ściennych, które w formie pętli lub haków wystaje poza krawędź elementu; na miejscu budowy po ułożeniu płyt pręty te są łączone na zakład, za pomocą spawania, klamer lub pętli.

2.0. POŁĄCZENIA ELEMENTÓW PREFABRYKOWANYCH

2.1. Złącza poziome

Połączenie płyt stropowych w miejscu oparcia na ścianie.

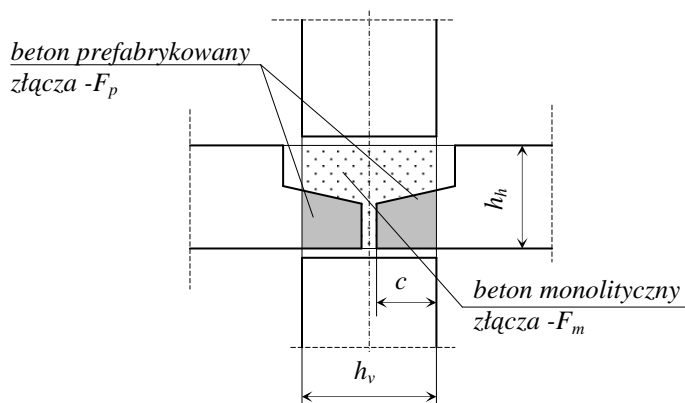
2.1.1. Płyty stropowe o niezmiennym kształcie krawędzi, którymi opierają się na stropie



$a \geq 2 \text{ cm} \Rightarrow$ złącze zwarte

$a < 2 \text{ cm}$ i $F_m \leq 0,6 h_h h_v \Rightarrow$ złącze zwarte

$a < 2 \text{ cm}$ i $F_m > 0,6 h_h h_v \Rightarrow$ złącze rozwarte

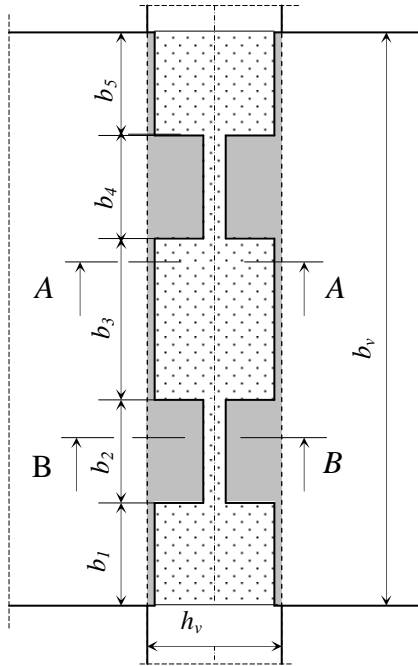


$F_m \leq 0,6 h_h h_v \Rightarrow$ złącze zwarte

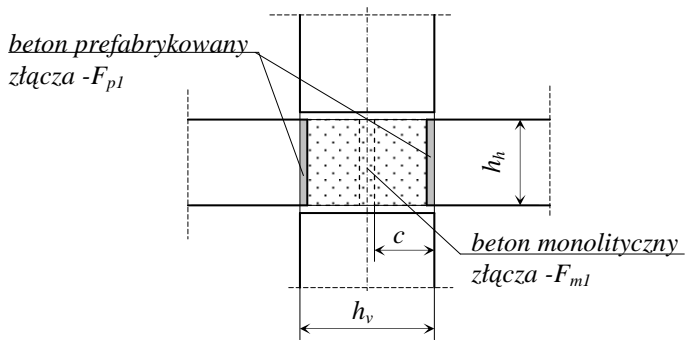
$F_m > 0,6 h_h h_v \Rightarrow$ złącze rozwarte

2.1.2. Płyty stropowe o zmiennym kształcie krawędzi, którymi opierają się na stropie; płyty stropowe oparte na ścianie za pośrednictwem łap.

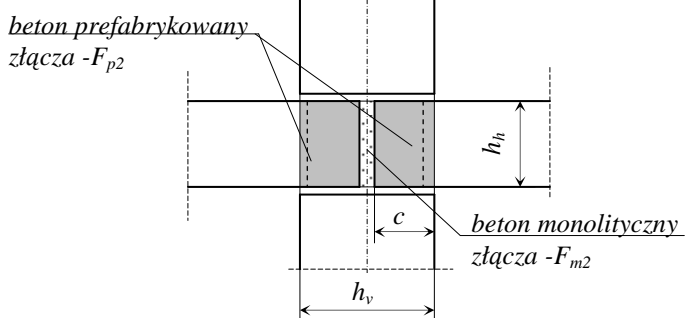
Rzut płyty stropowej



A - A



B - B



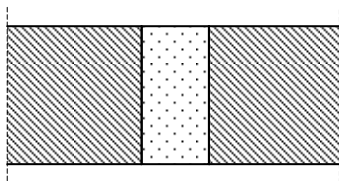
$$(b_1 + b_3 + b_5)F_{m1} + (b_2 + b_4)F_{m2} \leq 0,6h_n h_v b_v \Rightarrow \text{złącze zwarte}$$

$$(b_1 + b_3 + b_5)F_{m1} + (b_2 + b_4)F_{m2} > 0,6h_h h_v b_v \Rightarrow \text{złącze rozwarte}$$

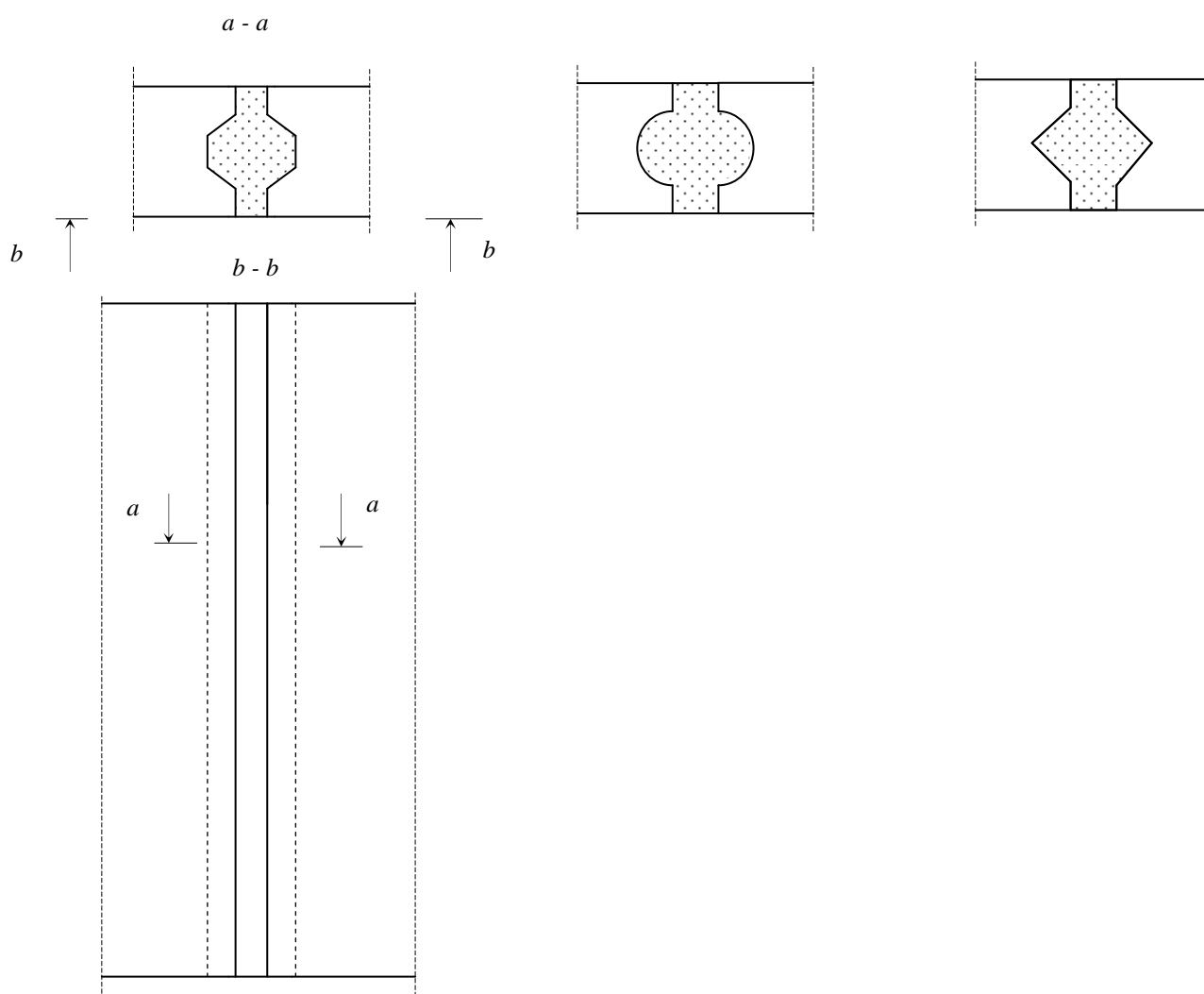
2.2. Złącza pionowe

Złącze pionowe jest to połączenie płyt ściennych

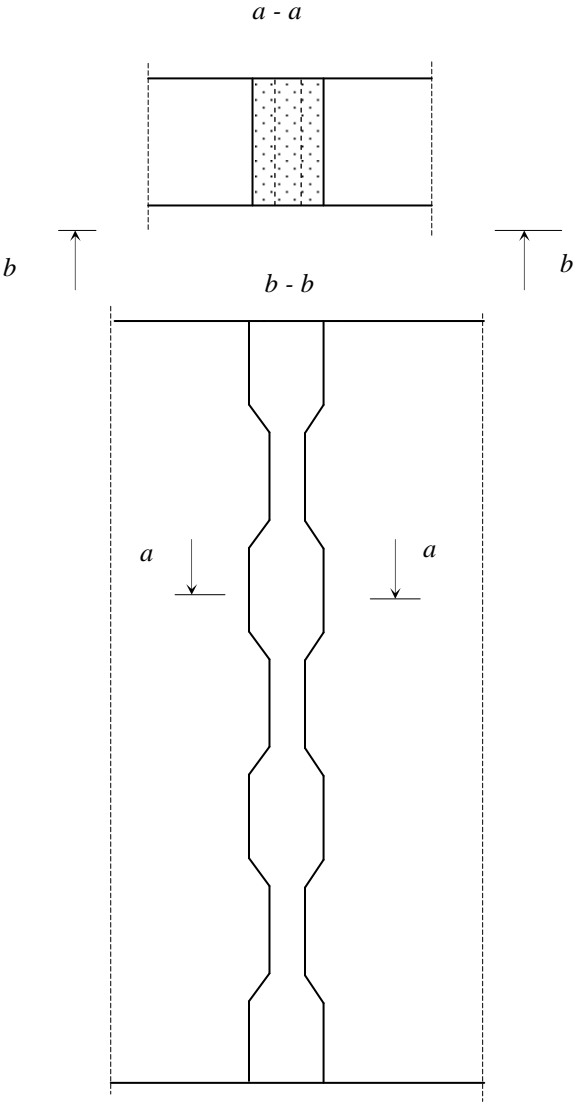
2.2.1. Połączenie płaskie



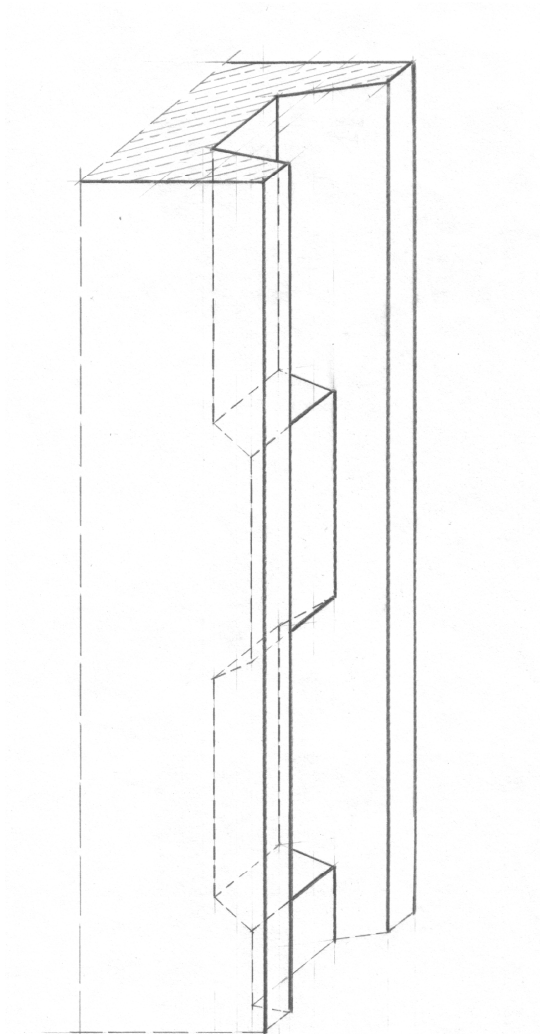
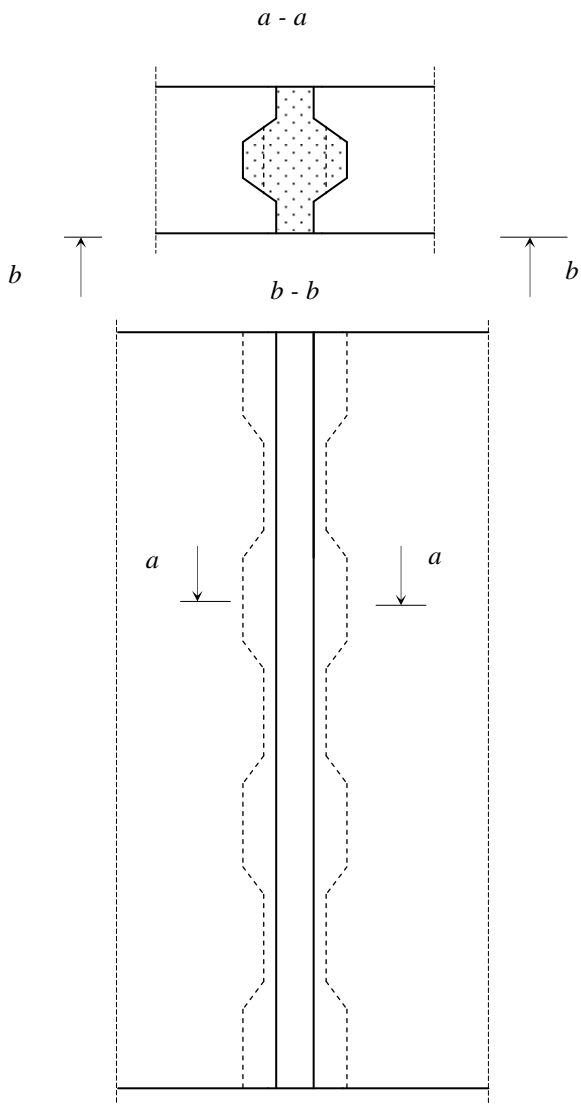
2.2.2. Połączenie wrębowe



2.2.3. Połączenie płaskie - dyblowe



2.2.4. Połączenie wrębowo – dyblowe



3.0. STROPY

3.1. Obciążenia

3.1.1. Rodzaje obciążeń

Obciążenie stałe

- g - ciężar własny konstrukcji stropu,
- g_w - ciężar własny tak zwanych warstw wykończeniowych (tynk, warstwa wyrównawcza, izolacje, posadzka, itp.),

Obciążenie zmienne

- p_s - ciężar ścianek działowych (uwzględniający dokładne ich usytuowanie),
- p - obciążenia użytkowe (dla budynków mieszkalnych obciążenie to wynosi $1,5 \text{ kN/m}^2$),
- s - obciążenie śniegiem,
- w - obciążenie wiatrem.

Obciążenie całkowite

- q - obciążenie całkowite: $q = g + g_w + p_s + p$.

Powyższe symbole z indeksem „k” oznaczają obciążenie charakterystyczne, natomiast z indeksem „0” oznaczają obciążenie obliczeniowe.

Przy obliczaniu stropów należy uwzględnić dokładne usytuowanie ścianek działowych !

3.1.2. Obciążenia od ścian działowych

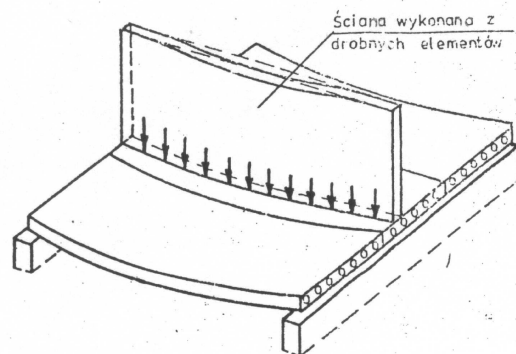
3.1.2.1. Ściana działowa prostopadła do kierunku pracy stropu

Obciążenie od ściany działowej prostopadłej do kierunku pracy stropu należy przyjąć w postaci siły skupionej usytuowanej w środku ciężkości ściany.

3.1.2.2. Ściana działowa równoległa do kierunku pracy stropu

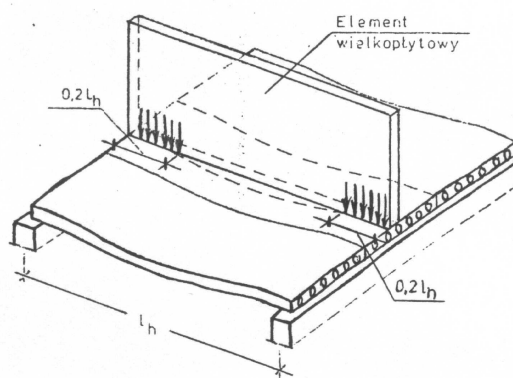
3.1.2.2.1. Obciążenie płyty stropowej w zależności od rodzaju ściany działowej

Jeśli obciążenie stropu stanowią drobnowymiarowe elementy (cegła, bloczki gazobetonowe itp.) to obciążenie na strop przekazywane jest w sposób ciągły.



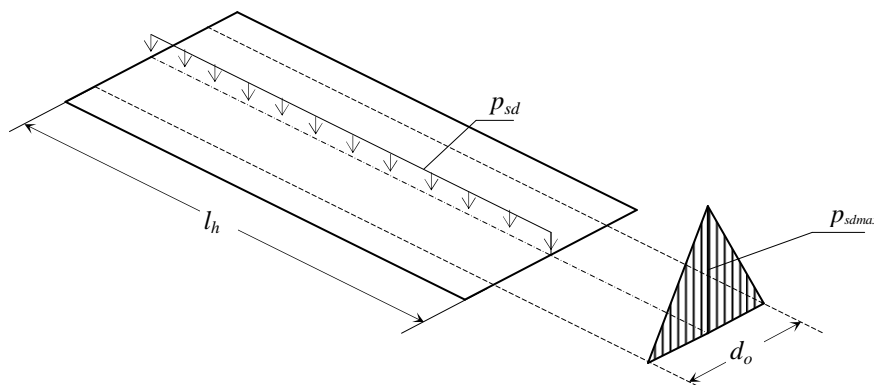
Jeśli obciążenie stropu stanowią elementy o znacznej sztywności miejsce przyłożenia obciążenia od nich należy przyjmować odpowiednio do spodziewanych odkształceń stropu.

Wielkopłytkowe prefabrykowane ściany żelbetowe ustawione równoległe do kierunku rozpiętości stropu obciążają jedynie skrajne odcinki o długości $0,2 l_h$.



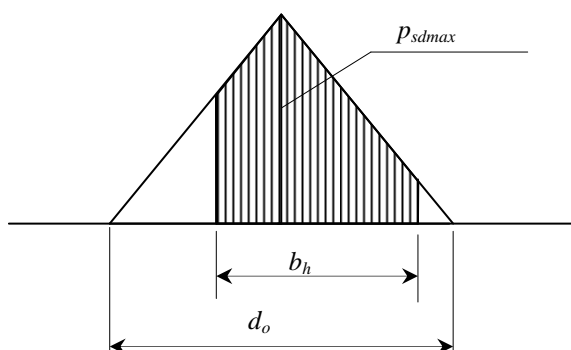
3.1.2.2.2. Szerokość płyty stropowej współpracująca w przenoszeniu obciążeń

Szerokość pasma stropu współpracującego w przenoszeniu obciążeń $d_0 = 2 \times 0,33 l_h$, rzędna $p_{sdmax} = p_s / 0,33 l_h$.



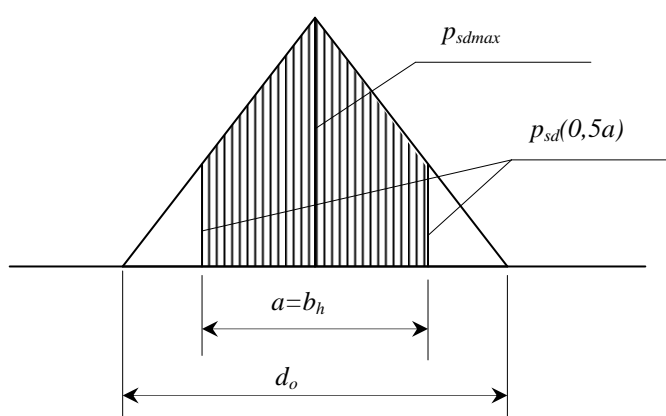
$$F = \frac{1}{2} p_{sdmax} d_0 = \frac{1}{2} \frac{p_{sd}}{0,33 l_h} \frac{2 \times 0,33 l_h}{1} = p_{sd}$$

Ściany działowe równoległe do krawędzi niepodpartej prefabrykowanych płyt stropowych mogą być usytuowane w dowolnym miejscu ich szerokości. W takiej sytuacji obciążenie równomiernie rozłożone od ściany działowej na jedną płytę stropową równa się polu figury wyciętej z pola trójkąta przez krawędzie płyty stropowej, na której usytuowane jest płyta stropowa.



Przypadki szczególne usytuowania ściany działowej względem szerokości płyty stropowej.

A – ściana działowa usytuowana jest dokładnie w środku szerokości płyty stropowej, o szerokości b_h



$$a = b_h$$

$$x = l_h/b_h$$

$$l_h = xb_h$$

$$d_o = \frac{2}{3}l_h = \frac{2}{3}xb_h$$

$$p_{sdmax} = \frac{p_{sd}}{\frac{1}{3}l_h} = \frac{p_{sd}}{\frac{1}{3}xb_h}$$

$$F_{b_h} = \frac{ap_{sdmax}}{2d_o}(2d_o - a) = \frac{3p_{sd}}{4x}\left(4 - \frac{3}{x}\right)$$

$$f(x) = \frac{F_{b_h}}{F} = \frac{\frac{3p_{sd}}{4x}\left(4 - \frac{3}{x}\right)}{p_s} = \frac{3}{4x}\left(4 - \frac{3}{x}\right)$$

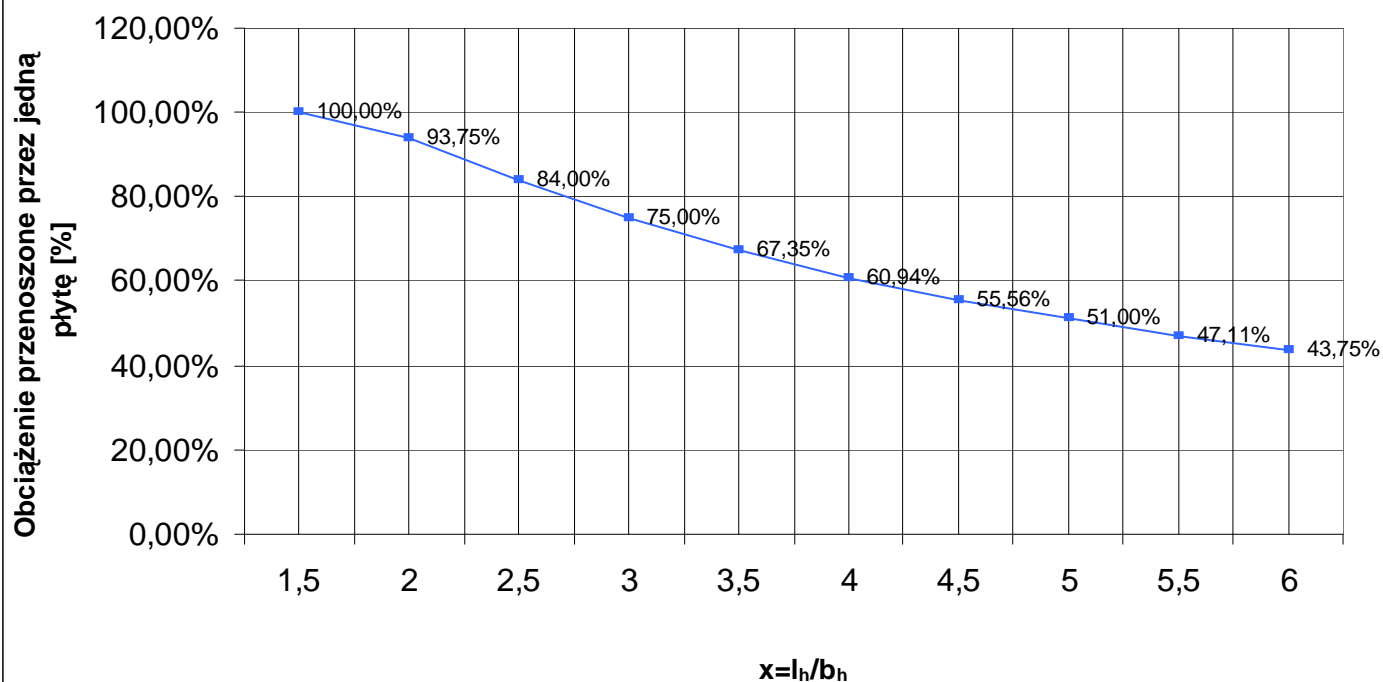
Powyższa funkcja opisuje stosunek obciążenia, od ścianki działowej, przenoszony przez jedną płytę do całkowitego ciężaru ścianki działowej.

$x \leq 2$ zgodnie z wykresem płyta przenosi nie więcej niż 94 % ciężaru ściany działowej, norma proponuje przyjąć 100%,

$2 < x \leq 5$ zgodnie z wykresem płyta przenosi od 51% do 94 % ciężaru ściany działowej, norma proponuje przyjąć 75%,

$x > 5$ zgodnie z wykresem płyta przenosi mniej niż 51% ciężaru ściany działowej, norma proponuje przyjąć 50%

Obciążenie przenoszone przez płytę w zależności od stosunku $x = l_h/b_h$



B – ściana działowa usytuowana jest na styku dwóch płyt

C – ściana działowa usytuowana jest na krawędzi zewnętrznej płyty

W wyniku przeprowadzonych obliczeń dla pozostałych dwóch przypadków obciążeń ustalono następujący rozdział obciążeń.

<i>Przypadek A</i>	↓				
$l_h/b_h \leq 2$	0	0	100%	0	0
$2 < l_h/b_h < 5$	0	15%	70%	15%	0
$l_h/b_h \geq 5$	0	25%	50%	25%	0
<i>Przypadek B</i>	↓				
$l_h/b_h \leq 2$	0	50%	50%	0	0
$2 < l_h/b_h < 5$	5%	45%	45%	5%	0
$l_h/b_h \geq 5$	10%	40%	40%	10%	0
<i>Przypadek C</i>	↓				
$l_h/b_h \leq 2$	100%	0	0	0	0
$2 < l_h/b_h < 5$	90%	10%	0	0	0
$l_h/b_h \geq 5$	80%	20%	0	0	0

3.2. Schematy statyczne

Dla stropów **prefabrykowanych** jako schemat pracy przyjmuje się belkę jednoprzęsłową. Sposób oparcia (zamocowania) na podporze (ścianie nośnej) zależy od wielu czynników m.in. od sposobu połączenia zbrojenia płyt stropowych opartych na tej samej podporze nawzajem, od sposobu zakotwienia zbrojenia płyty stropowej w wieńcu lub połączenia go ze zbrojeniem ściany, od rozpiętości sąsiednich przęseł i wreszcie od usytuowania rozpatrywanej płyty na najwyższej lub najniższej kondygnacji.

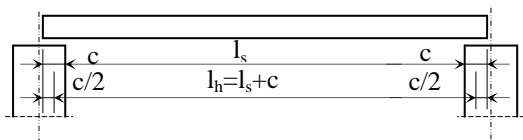
Długość obliczeniowa płyty stropowej – jest to odległość między środkami odcinków będących głębokościami oparcia stropu na ścianie.

Po zaprojektowaniu sposobu oparcia płyty stropowej na ścianie wartości momentów zginających płytę w przęśle i na podporach należy obliczać wg . Jednego z poniższych algorytmów, przyjmując za g – obciążenia działające na płytę stropową przed wykonaniem wieńca i ustawieniem ścian wyższych kondygnacji, zazwyczaj jest to jedynie ciężar własny płyty stropowej, natomiast za r wszystkie dodatkowo przyłożone obciążenia, które będzie musiała przenieść płyta stropowa po wykonaniu wieńca, są to jest obciążenie pochodzące od warstw wykończeniowych, od usytuowanych na płycie ścianek działowych oraz obciążenie użytkowe.

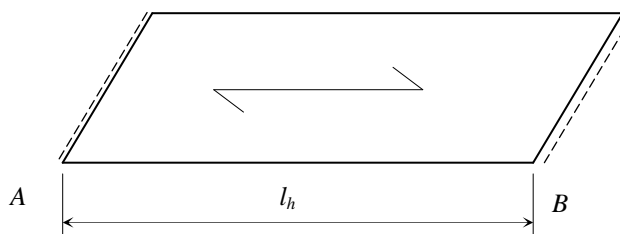
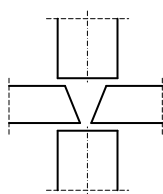
$$r = g_w + p_s + p$$

$$q = g + g_w + p_s + p$$

Długość obliczeniowa



I Płyta stropowa swobodnie podparta na dwóch krawędziach SGN



Płyty stropowe na podporach nie są połączone zbrojeniem, które jest zdolne przenieść moment zginający.

$M_w(q)$ – moment przęsłowy od obciążenia całkowitego obliczony jak dla belki wolnopodpartej

$M_{zA}(q)$ – moment podporowy na podporze A od obciążenia całkowitego obliczony jak dla belki obustronnie zamocowanej

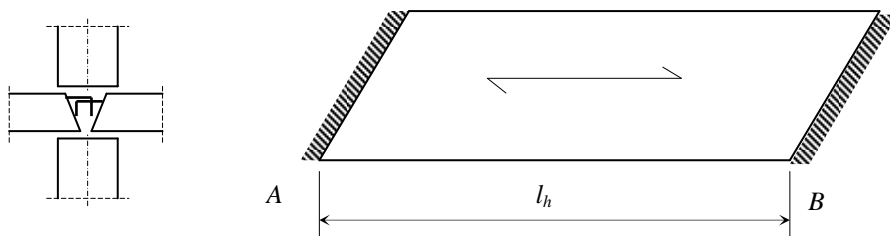
$M_{zB}(q)$ – moment podporowy na podporze B od obciążenia całkowitego obliczony jak dla belki obustronnie zamocowanej

Moment przęsłowy $M_{AB} = M_w(q)$

Moment na podporze A $M_A = 0,3M_{zA}(q)$

Moment na podporze B $M_B = 0,3M_{zB}(q)$

II Płyta stropowa zamocowana na dwóch przeciwległych krawędziach SGN



$M_w(g)$ – moment przęsłowy od obciążenia spoczywającego na płycie przed wykonaniem połączenia (moment ten oblicza się jak dla belki wolnopodpartej)

$M_w(r)$ – moment przęsłowy od obciążenia spoczywającego na płycie po wykonaniu obciążenia (moment ten oblicza się jak dla belki wolnopodpartej)

$M_{zA}(r)$ – moment podporowy na podporze A od obciążenia spoczywającego na płycie po wykonaniu połączenia (moment ten oblicza się jak dla belki obustronnie zamocowanej)

$M_{zB}(r)$ – moment podporowy na podporze B od obciążenia spoczywającego na płycie po wykonaniu połączenia (moment ten oblicza się jak dla belki obustronnie zamocowanej)

$M_{AB} = M_w(g) + 2/3 M_w(r)$

$M_A = 3/4 M_{zA}(r)$

$M_B = 3/4 M_{zB}(r)$

4.0. ŚCIANY

4.1. Obciążenia

Obciążenie stałe

- g - ciężar własny konstrukcji stropu,
- g_w - ciężar własny tak zwanych warstw wykończeniowych (tynk, warstwa wyrównawcza, izolacje, posadzka, itp.),

Obciążenie zmienne

- p_z - obciążenie zastępcze od ścianek działowych, przyjmowane w zależności od ciężaru 1 m^2 ściany,
- p - obciążenia użytkowe (dla budynków mieszkalnych obciążenie to wynosi $1,5 \text{ kN/m}^2$),
- s - obciążenie śniegiem,
- w - obciążenie wiatrem.
- q_z - obciążenie z uwzględnieniem ciężaru zastępczego od ścianek działowych:
 $q_z = g + g_w + p_z + p$.

Powyższe symbole z indeksem „k” oznaczają obciążenie charakterystyczne, natomiast z indeksem „0” oznaczają obciążenie obliczeniowe.

Przy obliczaniu ścian zamiast obciążenia uwzględniającego dokładne usytuowanie ścian działowych stosuje się obciążenie zastępcze, równomiernie rozłożone na stropie !

4.1.1. Zasady przekazywania sił ze stropów na podpory

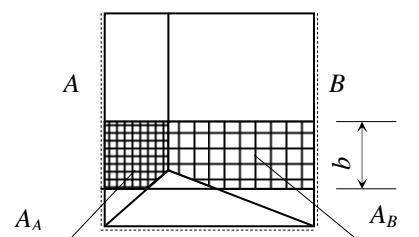
4.1.1.1. Obciążenie równomiernie rozłożone

Obciążenie ze stropów przekazuje się na podpory w zależności od warunków podparcia (zamocowanie, względnie wolne podparcie). W przypadku częściowego utwierdzenia stropu na podporze należy przyjmować schematy uproszczone dające zwiększone (w stosunku do rzeczywistych) obciążenie ściany. Linie na poniższych rysunkach dzielą powierzchnię stropu na obszary, z których obciążenia przekazywane są na ścianę przylegającą do danego obszaru.

Q – obciążenie przekazywane ze stropu na ścianę [kN]

$$Q = q_z A$$

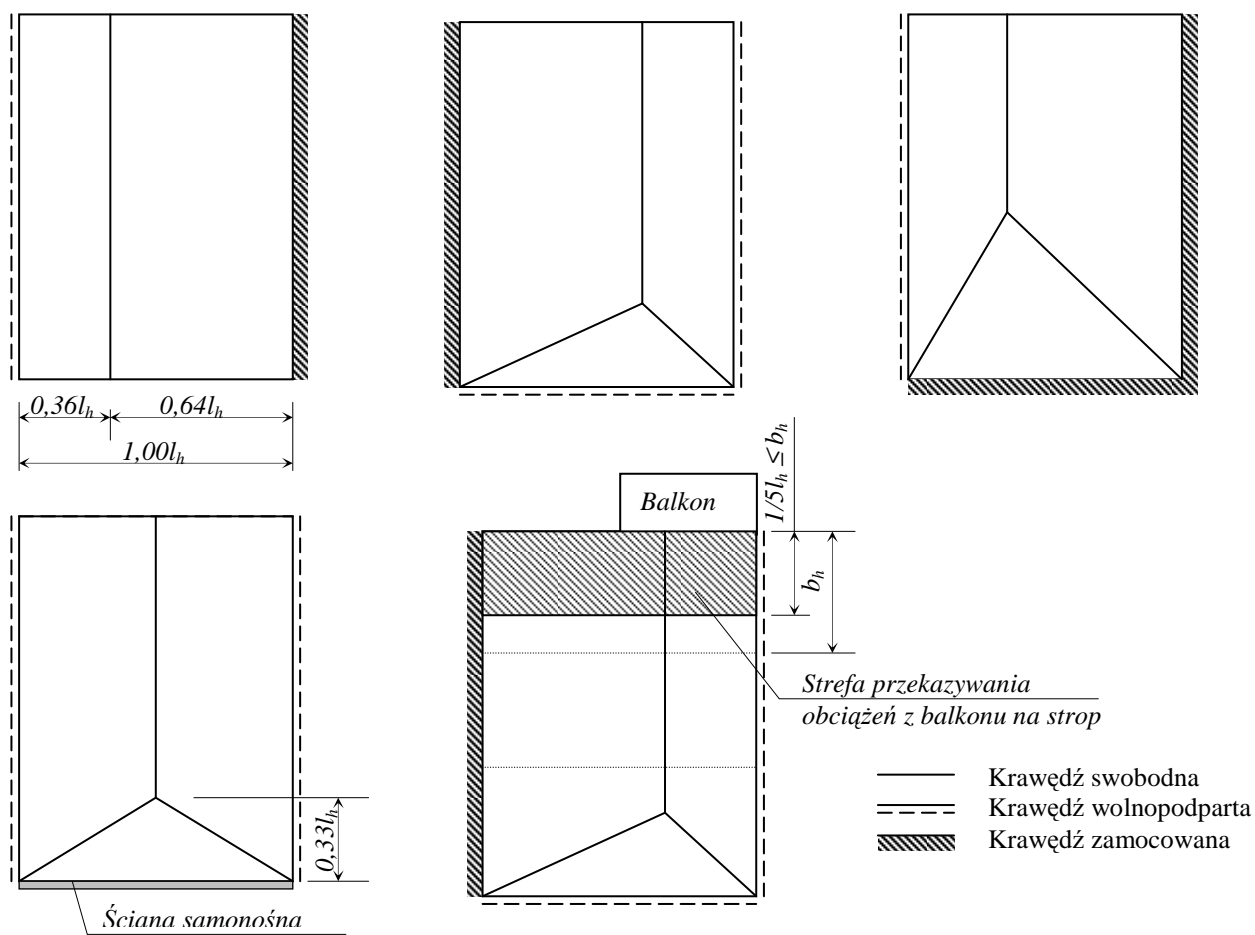
A – pole powierzchni stropu wyznaczone zgodnie z rysunkiem



$$Q_A = q_z A_A$$

$$Q_B = q_z A_B$$

b – długość ściany, na który zbieramy obciążenia, zazwyczaj jest to odcinek długości 1 m



4.1.2. Zasady zbierania obciążeń w budynkach mieszkalnych wielokondygnacyjnych

Współczynnik redukcji (współczynnik zmniejszający obciążenie zmienne)

$$\alpha = 0,3 + \frac{0,6}{\sqrt{m}}, \quad m \geq 2,$$

gdzie **m** to liczba poziomów obciążenia (kondygnacji) uwzględnionych w obliczanym elemencie

n, m – nie stosuje się	← obc. od stropodachu
$n-1, m$ – nie stosuje się	← obc. od stropodachu + obc. od stropu bez wsp. α
$n-2, m=2, \alpha=0,72$	← obc. od stropodachu + obc. od stropu bez wsp. α + obc. od stropu ze wsp. α
$n-3, m=3, \alpha=0,64$	← Obc. od stropodachu + obc. od stropu bez wsp. α + obc. od stropu ze wsp. α ($m=2$)
$n-4, m=4, \alpha=0,6$	← itd.

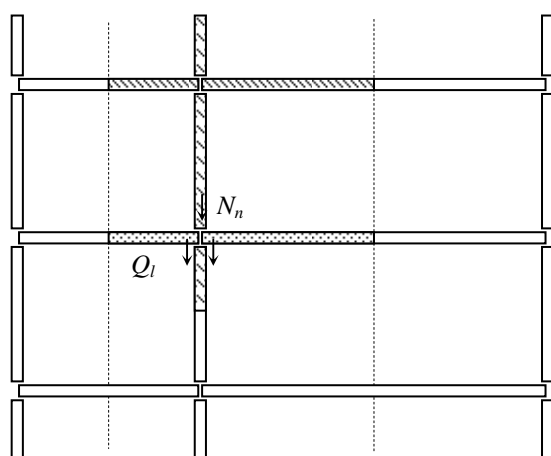
1	2	3	4		5	6	7	8	
Nr kond.	obciążenie przekazywane przez strop na ścianę [kN]				ciężar wieńca [kN]	ciężar ściany [kN]	suma kolumn 2-6 [kN]	obciążenie całkowite w połowie wysokości ściany [kN]	
	od obciążeń stałych	od obciążenia zastępczego od ścianek działowych	od obciążenia zmiennego						
			m	α					
n	Q(stropodachu)	-	-	1	Q(p)*α	Ws*	1/2G	Σ 2-6	N_n'
n-1	Q(g+g_w)	Q(p_z)	1	1	Q(p)*α	W	G	Σ 2-6	N_{n-1}'
n-2	Q(g+g_w)	Q(p_z)	2	0,72	Q(p)*α	W	G	Σ 2-6	N_{n-2}'
n-3	Q(g+g_w)	Q(p_z)	3	0,64	Q(p)*α	W	G	Σ 2-6	N_{n-3}'
n-4	Q(g+g_w)	Q(p_z)	4	0,60	Q(p)*α	W	G	Σ 2-6	N_{n-4}'
*ciężar wieńca stropodachu z uwzględnieniem ciężaru gzymsu lub ściany attyki									


N_n' – siła obliczona w połowie wysokości n-tej kondygnacji


$$N_n' = N_n + Q_p + Q_l$$

$$N_n = N_n' - Q_p - Q_l$$

Q_p, Q_l – siły przekazywane przez stropy na ściany odpowiednio z prawej i lewej strony



 N_n – obszar zbierania obciążeń

 Q_p – obszar zbierania obciążeń

4.2. Nośność ścian betonowych poddanych działaniu pionowego obciążenia ciągłego wg BN – 79/8812-01(02)

$$U_n = \frac{\varphi b_v h_v R_{b1}}{\gamma_b^*}$$

U_n – nośność ściany,

γ_b^* – częściowy współczynnik bezpieczeństwa,

b_v – szerokość sprawdzanego odcinka ściany,

h_v – grubość warstwy nośnej ściany,

R_{b1} – wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie,

$$R_{b1} = \frac{R_{bk}}{\gamma_b \gamma_{b3}}$$

R_{bk} – Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie

$\gamma_b = 1,3$ (dla elementów ściskanych),

$\gamma_{b3} = 1,25$ (dla elementów betonowych, stosując współczynnik γ^* można zrezygnować ze współczynnika γ_{b3}),

$\phi (\beta_0, \lambda_p)$ – współczynnik wyrażający wpływ na nośności płyty ściennej mimośrodowo przemieszczonej i smukłości sprowadzonej płyty.

Mimośród względny ściany

$$\beta_0 = \frac{e_0}{h_v}$$

e_0 – zastępczy mimośród początkowy (mimośród obliczeniowy),

Wartości mimośrodu względnego w ścianach budynków mieszkalnych uzyskują wartości od 0,05 do 0,2.

$e_0 \min = 1 \text{ cm}$, $e_0 \max \approx 2,5 \text{ cm}$ (dla budownictwa mieszkaniowego).

$h_v \approx 15 \text{ cm}$

$1/15 \leq \beta_0 \leq 2,5/15$

$0,05 \leq \beta_0 \leq 0,20$

Smukłość sprowadzona płyty ściennej

$$\lambda_p = \frac{l_{vo}}{h_v \sqrt{\alpha_d}}$$

l_{vo} – wysokość obliczeniowa warstwy nośnej płyty ściennej,

h_v – grubość warstwy nośnej płyty ściennej,

α_d – cecha sprężystości betonu z uwzględnieniem wpływu obciążeń działających długotrwale

$$\alpha_d = \frac{\alpha_k}{k_d}$$

k_d – współczynnik wyrażający wpływ obciążenia długotrwałego na nośność ściany; dla budownictwa mieszkaniowego można przyjąć **1,8**,

4.2.1. Beton

Cecha sprężystości betonu α_k betonów zwykłych i kruszywowych lekkich

		Klasa betonu							
		B2,5	B5	B7,5	B10	B15	B20	B25	B30
Beton zwykły				3000	2600	2300	2000	1800	1700
Kruszywowy beton lekki, gęstość objętościowa kg/dm^3 (ciężar własny kN/m^3)	1,0 (10)	2150	1200						
	1,1 (11)	2400	1300	1050					
	1,2 (12)	2700	1400	1150	1250				
	1,3 (13)	2950	1650	1300	1300				
	1,4 (14)	3200	1800	1400	1350				
	1,5 (15)		1900	1500	1400	1150			
	1,6 (16)		2000	1550	1450	1200	1050		
	1,7 (17)			1700	1550	1250	1050	900	800
	1,8 (18)				1600	1300	1100	950	800
	1,9 (19)					1350	1150	950	850
	2,0 (20)							1000	850

Wytrzymałość betonu

Charakterystyczne i obliczeniowe wytrzymałości betonu zwykłego											
Klasa betonu			B7,5	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B50
Wytrzymałość [MPa]	Charakterystyczna	Na ściskanie R_{bk}	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25,5	29	35,5
		Na rozciąganie R_{bzk}	0,72	0,86	1,12	1,34	1,53	1,71	1,87	2,01	2,27
	Obliczeniowa dla żelbetu	Na ściskanie R_b	4,3	5,5	8,5	11,5	14,5	17	19,5	22	27
		Na rozciąganie R_{bz}	0,48	0,57	0,75	0,89	1,02	1,14	1,25	1,34	1,52

Charakterystyczne i obliczeniowe wytrzymałości kruszywowego betonu lekkiego											
Klasa betonu			B2,5	B5	B7,5	B10	B15	B20	B25	B30	
Wytrzymałość [MPa]	Charakterystyczna	Na ściskanie R_{bk}	2	4,5	6,5	8,5	12,5	17	21	25	
		Na rozciąganie R_{bzk}	0,43	0,68	0,88	1,05	1,35	1,61	1,83	2,02	
	Obliczeniowa dla żelbetu	Na ściskanie R_b	1,33 1,23*	3,0 2,5*	4,3	5,5	8,5	11,5	14,5	17	
		Na rozciąganie R_{bz}	0,22 0,18*	0,35 0,29*	0,46	0,55	0,71	0,85	0,96	1,06	

* tylko dla betonów poryzowanych w strukturze zwartej

Porównanie klasy z markami betonu [MPa]

Klasa B	7,5	10	12,5	15	18	20	22,5	25	27	30	35	36	40	45	50
Marka	~9	11	14	17	20	23	25	29	30	34	39	40	44	50	54

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ^*

1. Ściana prefabrykowana lub monolityczna wykonana w formach przestawnych:

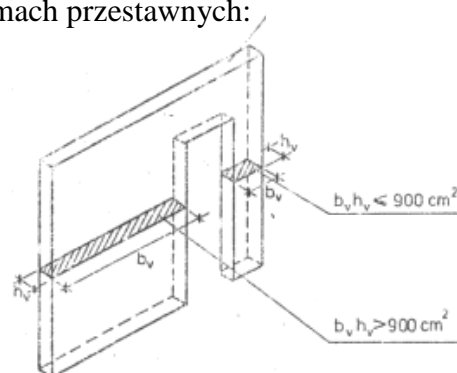
$$b_v h_v \leq 900 \text{ cm}^2 \quad \begin{aligned} \gamma_b^* &= 1,45 - \text{konstrukcje betonowe} \\ \gamma_b^* &= 1,15 - \text{konstrukcje żelbetowe} \end{aligned}$$

$$b_v h_v > 900 \text{ cm}^2 \quad \begin{aligned} \gamma_b^* &= 1,25 - \text{konstrukcje betonowe} \\ \gamma_b^* &= 1,00 - \text{konstrukcje żelbetowe.} \end{aligned}$$

2. Ściana monolityczna wykonana w formach ślizgowych:

$$b_v h_v \leq 900 \text{ cm}^2 \quad \begin{aligned} \gamma_b^* &= 1,60 - \text{konstrukcje betonowe} \\ \gamma_b^* &= 1,25 - \text{konstrukcje żelbetowe} \end{aligned}$$

$$b_v h_v > 900 \text{ cm}^2 \quad \begin{aligned} \gamma_b^* &= 1,40 - \text{konstrukcje betonowe} \\ \gamma_b^* &= 1,10 - \text{konstrukcje żelbetowe.} \end{aligned}$$



Wartość współczynnika γ_b^* należy zmniejszyć o 0,1, lecz nie mniej niż do wartości 1 w przypadku, gdy:

$$b_v < 2l_{vp} \text{ dla ścian dwustronnie usztywnionych} \quad b_v < l_{vp} \text{ dla ścian jednostronnie usztywnionych}$$

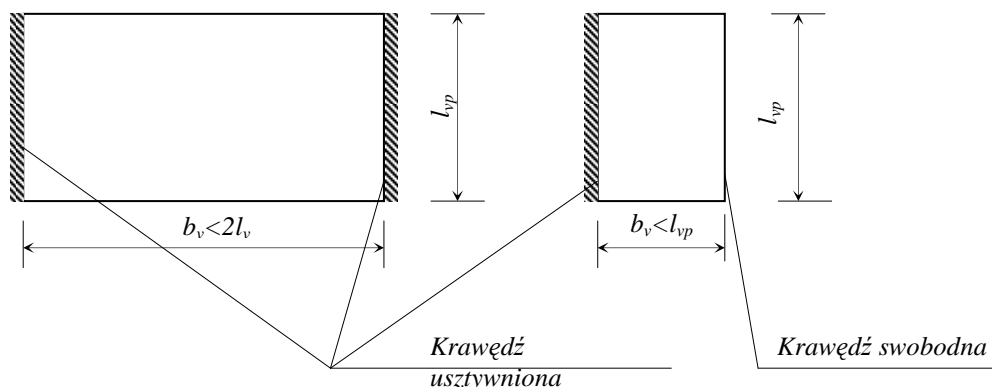
4.2.2. Wysokość obliczeniowa l_{vo}

$$l_{vo} = \psi \psi_v l_{vp}$$

ψ - współczynnik uwzględniający wpływ usztywnienia ścian wzdłuż krawędzi poziomych (tylko dla budynków o konstrukcji monolitycznej); $\psi = 1$ (dla budynków o konstrukcji prefabrykowanej),

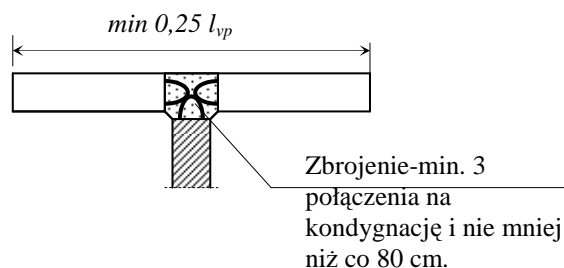
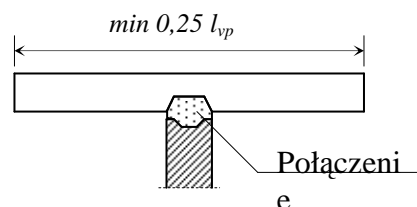
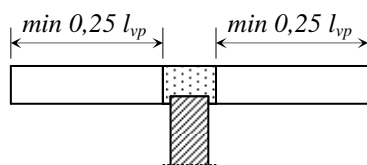
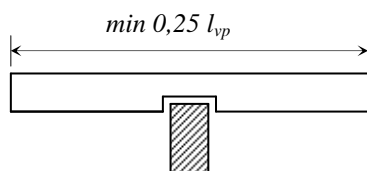
ψ_v - współczynnik wyrażający wpływ usztywnienia ściany wzdłuż krawędzi pionowych,



l_{vp} - wysokość warstwy nośnej płyty ściennej.
Usztywnienie ściany wzdłuż krawędzi pionowej.



Sposoby usztywnienia ściany wzdłuż krawędzi pionowej

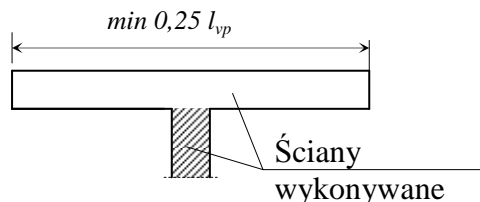
Prefabrykat ściany można uważać za usztywniony poprzecznie wzdłuż krawędzi pionowej jeśli jest on połączony z prostopadłą do niej ścianą o grubości warstwy nośnej **8 cm**.



- l_{vp} - wysokość ściany
-  - ściana usztywniana
-  - ściana usztywniająca

Ścianę monolityczną uważa się za usztywnioną jeśli jest ona połączona ze ścianą poprzeczną o grubości nie mniejszej niż 10 cm i szerokości nie mniejszej niż 0,25 wysokości ściany.

Jeśli w budynku monolitycznym ściana usztywniająca wykonana jest w czasie późniejszym niż ściana usztywniana, to obowiązują zasady połączeń jak dla ścian prefabrykowanych.

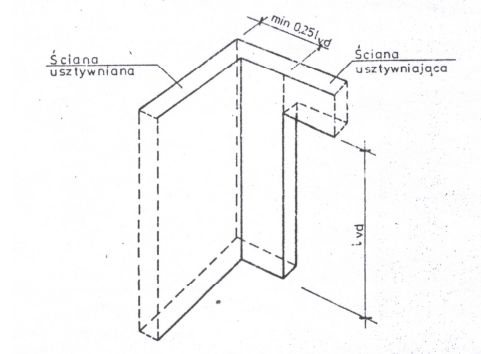


Zakres usztywnienia sięga na szerokość ściany odpowiadającej jej wysokości;

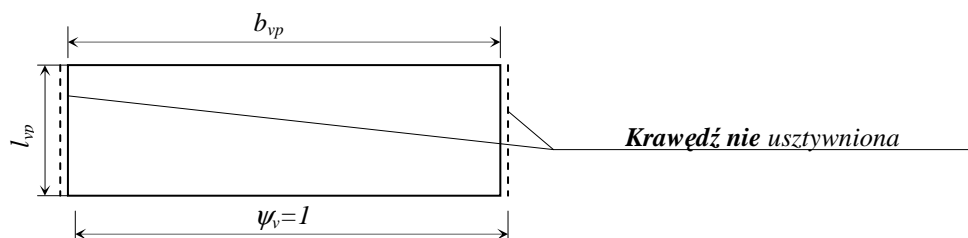
- w przypadku ścian prefabrykowanych jest to wysokość prefabrykatu,
- w przypadku ścian monolitycznych jest to wysokość kondygnacji w świetle.

Otworki okienne lub drzwiowe ograniczają zakres usztywnienia.

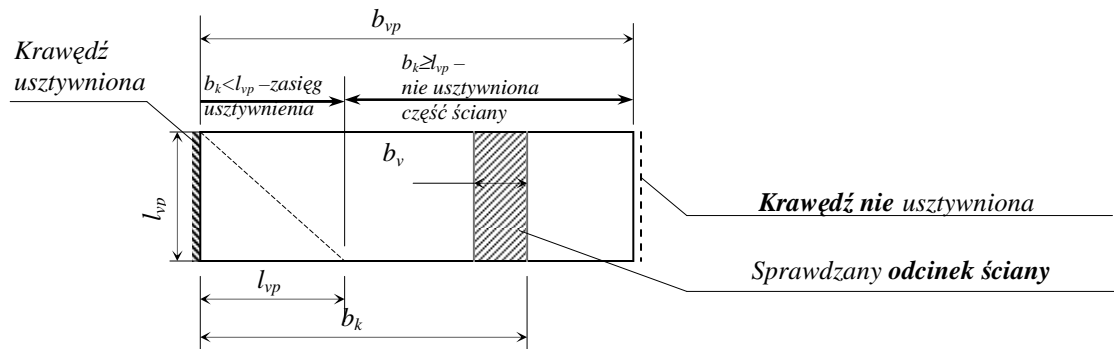
Jeśli w ścianie usztywniającej występują otwory okienne lub drzwiowe to wymagania dotyczące jej proporcji należy odnosić do szerokości i wysokości filara.



Ściana nie usztywniona



Ściana usztywniona wzdłuż jednej krawędzi



$$b_k < 0,5l_{vp} \quad \psi_v = \frac{1}{\sqrt{1+0,5\left(\frac{l_{vp}}{b_k}\right)^2}}$$

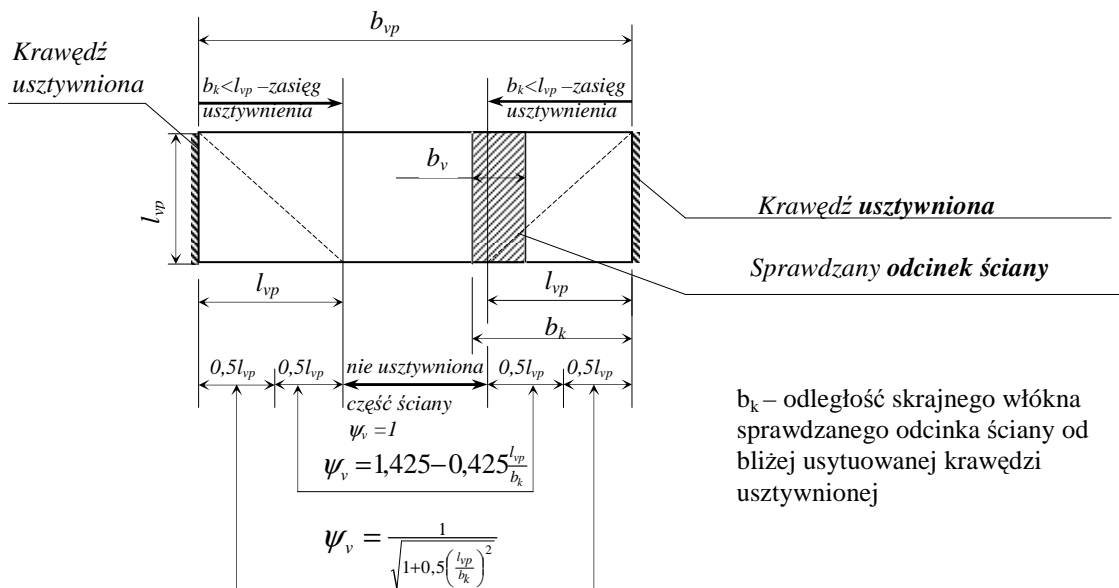
$$0,5l_{vp} \leq b_k < l_{vp} \quad \psi_v = 1,425 - 0,425 \frac{l_{vp}}{b_k}$$

$$l_{vp} \leq b_k \quad \psi_v = 1$$

b_k – odległość skrajnego włókna sprawdzanego odcinka ściany od krawędzi usztywnionej

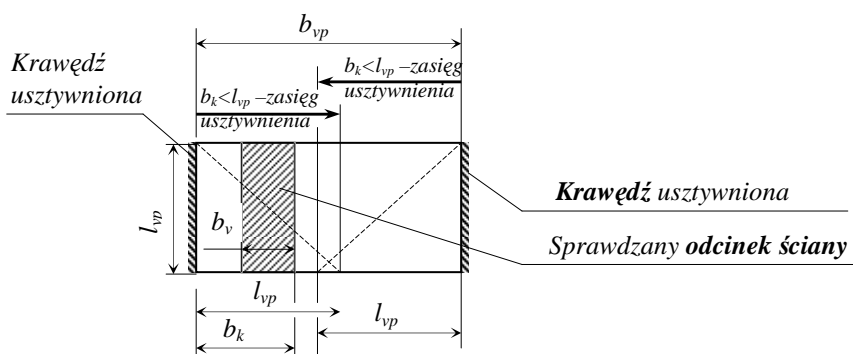
Ściana usztywniona wzdłuż dwóch krawędzi

$$b_{vp} > 2l_{vp}$$



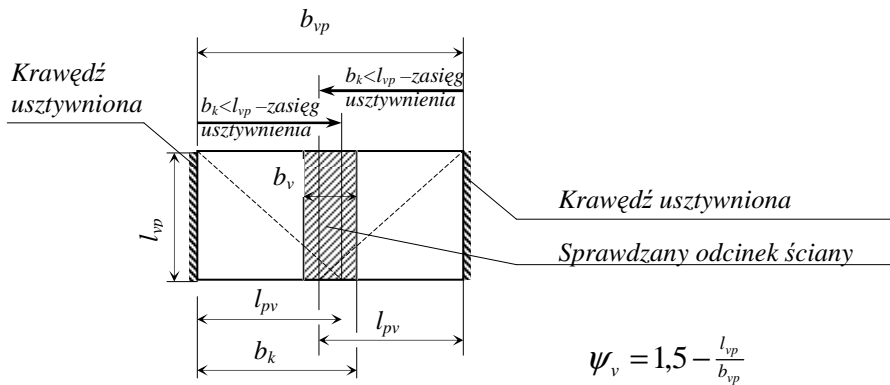
$$l_{vp} \leq b_{vp} \leq 2l_{vp}$$

Sprawdzany odcinek ściany nie obejmuje osi symetrii ściany $b_k \leq 0,5b_{vp}$



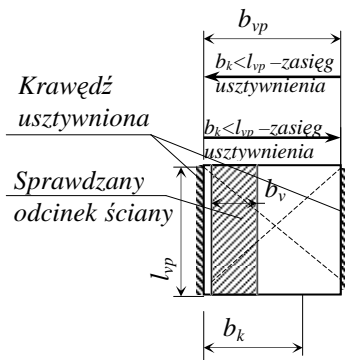
$$\psi_v = 2 \frac{b_k}{b_{vp}} \left(1,5 - \frac{l_{vp}}{b_{vp}}\right)$$

Sprawdzany odcinek ściany obejmuje oś symetrii ściany $b_k > 0,5b_{vp}$



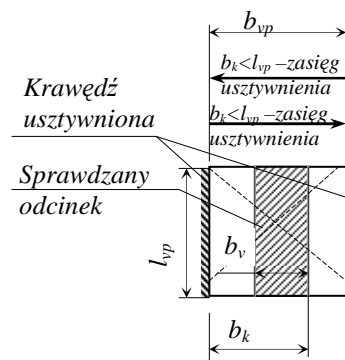
$b_{vp} < l_{vp}$

Sprawdzany odcinek ściany nie obejmuje osi symetrii ściany $b_k \leq 0,5b_{vp}$



$$\psi_v = 2 \frac{b_k}{b_{vp}} \frac{1}{1 + \left(\frac{l_{vp}}{b_{vp}}\right)^2}$$

Sprawdzany odcinek ściany obejmuje osi symetrii ściany $b_k > 0,5b_{vp}$

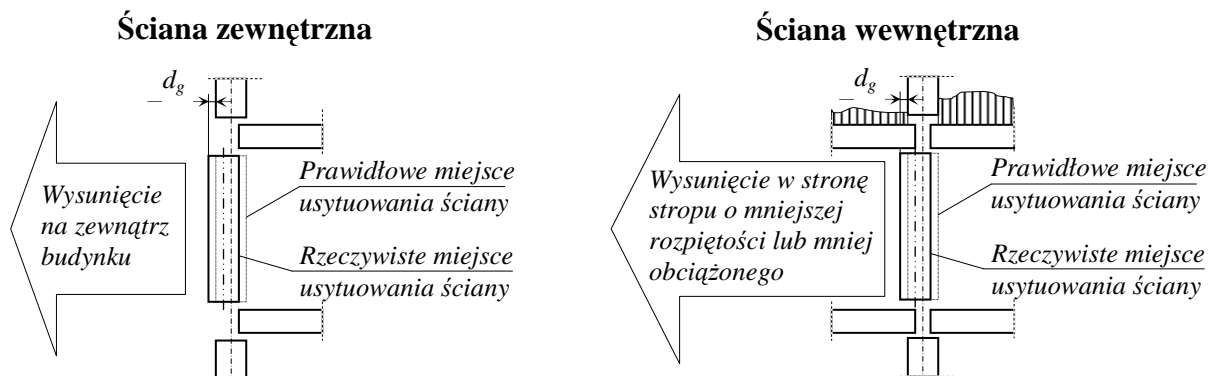


$$\psi_v = \frac{1}{1 + \left(\frac{l_{vp}}{b_{vp}}\right)^2}$$

4.2.3. Zastępczy mimośród początkowy

Zasady wyznaczania mimośrodów (górnego i dolnego) dla budynków prefabrykowanych

d_g – przesunięcie płyty ściennej względem położenia teoretycznego



$d_g = 0,8 \text{ cm}$ montaż wymuszony

$d_g = 1,2 \text{ cm}$ montaż ścian wg osi przenoszonych na kolejne kondygnacje przy zastosowaniu metod geodezyjnych

$d_g = 1,6 \text{ cm}$ w pozostałych przypadkach

d_s – przesunięcie osi obojętnej płyty ściennej względem jej osi geometrycznej

$$d_s = d_{s1} + d_{s2}$$

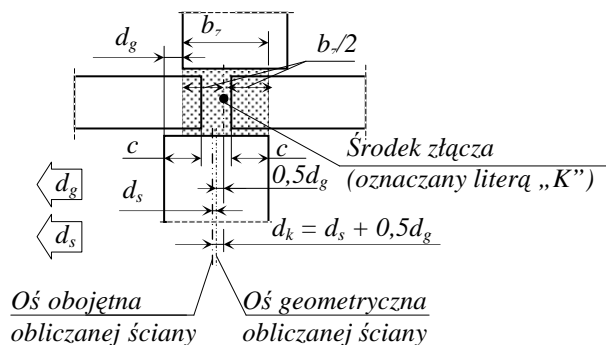
d_{s1} – przesunięcie osi geometrycznej ściany na skutek jej krzywizny początkowej (tzw. błąd kształtu)

- ściany prefabrykowane $d_{s1} = 0,02 l_{vp}/h_v$ [cm]
- ściany monolityczne:
- wykonywane w formach przestawnych $d_{s1} = 0,03 l_{vp}/h_v$ [cm]
- wykonywane w formach ślizgowych $d_{s1} = 0,07 l_{vp}/h_v$ [cm]

d_{s2} – przesunięcie osi geometrycznej ściany na skutek niejednorodnych cech sprężystych

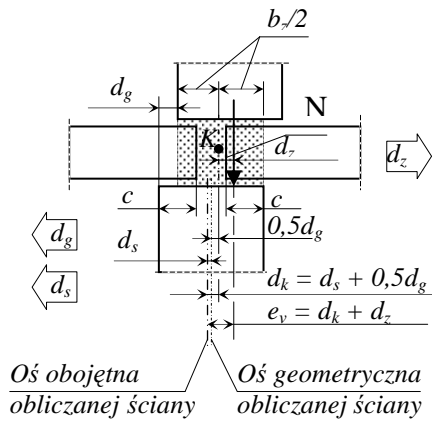
- płyty ścienne produkowane w pozycji pionowej lub poziomej jeśli przesunięcie osi spowoduje zmniejszenie mimośrodu siły N+Q $d_{s2} = 0$
- ściany z betonu zwykłego $d_{s2} = 0,02 h_v$
- ściany z kruszywowych betonów lekkich $d_{s2} = 0,04 h_v$

d_k – odległość od punktu K leżącego na osi geometrycznej złącza (po uwzględnieniu wzajemnego przesunięcia płyt ściennych o wartość d_g) od osi obojętnej płyty ściennej



d_z – przesunięcie osi obojętnej złącza względem jego osi geometrycznej

Lp.	Wartość d_z	Rysunek złącza	Rodzaj złącza oraz sposób wykonania spoiny
1.	0		Spoina wypełniona pod ciśnieniem zaprawą drobnoziarnistą
2.	$0,015 h_v$		Spoina wykonana tradycyjnie
3.	$0,015 h_v$		Złącze rozwarte
4.	$1,5 * 0,015 h_v = 0,022 h_v$		Złącze rozwarte niesymetryczne względem osi pionowej
5.	$0,030 h_v$		Złącze zwarte
6.	$1,5 * 0,030 h_v = 0,045 h_v$		Złącze zwarte niesymetryczne względem osi pionowej
7.	$0,05 h_v$		Płyty stropowe oparte “na sucho”



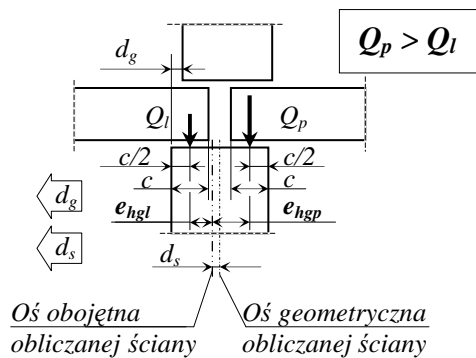
$$e_v = d_k + d_z$$

e_v – mimośród działania siły N , wyznaczamy względem osi obojętnej płyty ściennej z uwzględnieniem niedokładności jej położenia (przesunięcie względem położenia projektowanego, odchylenie od pionu) oraz niedokładności wykonania złączy (na górnej krawędzi ściany e_{vg} , na dolnej krawędzi ściany e_{vd})

e_{hg} – mimośród siły Q na górnej krawędzi płyty,

e_{hgl} dla siły pochodzącej od stropu z lewej strony – Q_l

e_{hgp} dla siły pochodzącej od stropu z prawej strony – Q_p .



$$e_{hgl} = \frac{h_v}{2} - \frac{c}{2} - d_s$$

$$e_{hgp} = \frac{h_v}{2} - \frac{c}{2} + d_s$$

$$e_{hg} = \frac{Q_p e_{hgp} - Q_l e_{hgl}}{Q_l + Q_p}$$

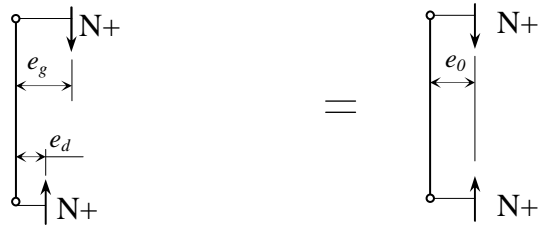
$$e_g = \frac{N e_{vg} + Q e_{hg} + M_p}{N + Q}$$

$$e_d = \frac{(N + Q) e_{vd} + M_p}{N + Q}$$

$$N' = N + Q$$

Zastępczy mimośród początkowy

I

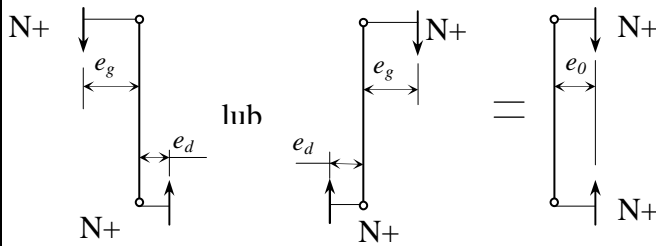


$$e_g > e_d$$

$$e_0 = 0,6e_g + 0,4e_d$$

$$e_0 \geq 1 \text{ cm}$$

II



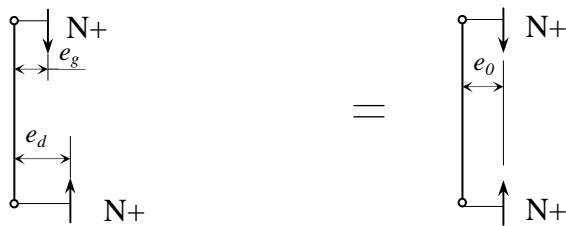
$$|e_g| > |e_d|$$

$$e_0 = 0,6e_g - 0,4e_d$$

$$e_0 \geq 0,4e_g$$

$$e_0 \geq 1 \text{ cm}$$

III

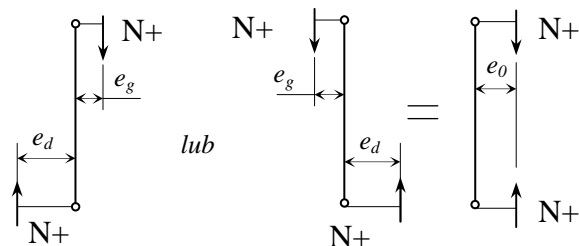


$$e_g < e_d$$

$$e_0 = 0,6e_d + 0,4e_g$$

$$e_0 \geq 1 \text{ cm}$$

IV



$$|e_g| < |e_d|$$

$$e_0 = 0,6e_d - 0,4e_g$$

$$e_0 \geq 0,4e_d$$

$$e_0 \geq 1 \text{ cm}$$

4.2.4. Wartości współczynnika ϕ

	$\beta_0=e_0/h_v$												
λ_p	0,000	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	0,275	0,300
0,00	1,000	0,982	0,896	0,838	0,779	0,733	0,688	0,636	0,585	0,537	0,490	0,440	0,389
0,10	1,000	0,976	0,888	0,829	0,771	0,724	0,676	0,625	0,574	0,525	0,475	0,425	0,373
0,20	1,000	0,954	0,865	0,807	0,751	0,703	0,654	0,603	0,551	0,499	0,447	0,393	0,340
0,30	1,000	0,914	0,827	0,774	0,720	0,670	0,619	0,565	0,512	0,453	0,395	0,342	0,289
0,35	1,000	0,888	0,804	0,751	0,698	0,648	0,597	0,539	0,480	0,422	0,364	0,311	0,258
0,40	0,992	0,858	0,780	0,726	0,673	0,620	0,566	0,504	0,441	0,387	0,332	0,283	0,233
0,45	0,944	0,825	0,751	0,697	0,645	0,587	0,530	0,464	0,399	0,349	0,298	0,255	0,211
0,50	0,894	0,792	0,719	0,667	0,613	0,550	0,488	0,427	0,366	0,319	0,272	0,233	0,195
0,55	0,845	0,755	0,688	0,631	0,574	0,508	0,443	0,389	0,336	0,292	0,248	0,214	0,182
0,60	0,795	0,715	0,654	0,594	0,535	0,471	0,407	0,359	0,309	0,268	0,228	0,200	0,174
0,65	0,748	0,676	0,617	0,559	0,499	0,440	0,382	0,334	0,288	0,251	0,216	0,190	0,167
0,70	0,698	0,637	0,583	0,525	0,466	0,414	0,362	0,317	0,273	0,239	0,205	0,184	0,163
0,80	0,623	0,570	0,519	0,466	0,412	0,368	0,324	0,286	0,248	0,218	0,188	0,170	0,153
0,90	0,557	0,506	0,460	0,414	0,367	0,328	0,289	0,256	0,223	0,200	0,176	0,160	0,144
1,00	0,498	0,451	0,408	0,367	0,326	0,293	0,260	0,231	0,202	0,184	0,165	0,150	0,135