

## OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE - PROJEKT BUDOWLANY

(wstępne dobranie geometrii przekrojów elementów konstrukcyjnych oraz zestawienia obciążeń wykorzystane do dokładnych obliczeń w programach komputerowych)

### Zastosowane materiały:

<b>Beton</b> - fundamenty - niezbrojone:	B15 (C12/15)	• $f_{cd} = 8,0$ MPa	• $f_{ck} = 12,0$ MPa
	B25 (C20/25)	• $f_{cd} = 13,3$ MPa	• $f_{ck} = 20,0$ MPa
<b>Beton</b> - fundamenty - zbrojone:	B25 (C20/25)	• $f_{cd} = 13,3$ MPa	• $f_{ck} = 20,0$ MPa
<b>Beton</b> - ściany fundamentowe - zbrojone:	B25 (C20/25)	• $f_{cd} = 13,3$ MPa	• $f_{ck} = 20,0$ MPa
<b>Beton</b> - wewnętrzne ele. konstrukcyjne - zbrojone:	B25 (C20/25)	• $f_{cd} = 13,3$ MPa	• $f_{ck} = 20,0$ MPa
<b>Beton</b> - zewnętrzne ele. konstrukcyjne - zbrojone:	B25 (C20/25)	• $f_{cd} = 13,3$ MPa	• $f_{ck} = 20,0$ MPa
<b>Stal</b> - zbrojenie główne:	B500SP (RB500W)	• $f_{yd} = 420$ MPa	
<b>Stal</b> - strzemiona:	S235JR (St3S)	• $f_{yd} = 210$ MPa	

### 1. Dach

- Zebranie obciążeń działających na dach

obciążenia stałe - wariant z ociepleniem		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. blachodachówka		0,20	1,20	0,24
2. łąty 4x6cm	0,04 · 0,06 / 0,6 · 6,0	0,02	1,10	0,03
3. kontrłaty 2,5x5cm	0,025 · 0,05 / 1,0 · 6,0	0,01	1,10	0,01
4. folia paroprzepuszczalna (wiatroizolacja)		0,01	1,30	0,01
5. krokwie 8x16cm	0,08 · 0,16 / 1,0 · 6,0	0,08	1,10	0,08
6. wełna mineralna 20cm	0,20 · 1,2	0,24	1,20	0,29
7. folia paroizolacyjna		0,01	1,30	0,01
8. płyty gipsowo-kartonowa na ruszcie		0,20	1,30	0,26
<b>suma:</b>		<b>0,77</b>	<b>1,21</b>	<b>0,93</b>
suma bez ciężaru elementów konstrukcyjnych:		0,69	1,23	0,85

obciążenia stałe - wariant bez ocieplenia		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. blachodachówka		0,20	1,20	0,24
2. łąty 4x6cm	0,04 · 0,06 / 0,6 · 6,0	0,02	1,10	0,03
3. kontrłaty 2,5x5cm	0,025 · 0,05 / 1,0 · 6,0	0,01	1,10	0,01
4. folia paroprzepuszczalna (wiatroizolacja)		0,01	1,30	0,01
5. krokwie 8x16cm	0,08 · 0,16 / 1,0 · 6,0	0,08	1,10	0,08
<b>suma:</b>		<b>0,32</b>	<b>1,17</b>	<b>0,37</b>
suma bez ciężaru elementów konstrukcyjnych:		0,24	1,19	0,29

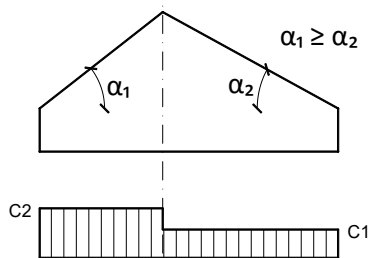
**obciążenie śniegiem**obiekt zlokalizowany: → w 3 strefie śniegowej ( $H \approx 260\text{m}$  n.p.m.)

obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:

$$q_{nk} = 0,006 \cdot A - 0,6 \geq 1,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{nk} = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

współczynnik spadku połaci dach



$$\alpha_1 \geq \alpha_2$$

$$\alpha < 30^\circ, C_1 = 0,8$$

$$\alpha > 15^\circ, C_2 = 0,8 + 0,4 \cdot [(\alpha - 15)/15]$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 20^\circ$$

$$C_1 = 0,80$$

$$C_2 = 0,93$$

obciążenie charakterystyczne śniegiem dachu:

obciążenie obliczeniowe śniegiem dachu:

$$q_k = C_1 \cdot q_{nk}$$

$$q_k = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = C_2 \cdot q_{nk}$$

$$q_k = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$Y_f = 1,5$$

$$q_d = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$Y_f = 1,5$$

$$q_d = 1,26 \text{ kN/m}^2$$

**obciążenie wiatrem**obiekt zlokalizowany: → w I strefie wiatrowej ( $H \approx 260\text{m}$  n.p.m.)

współczynnik ekspozycji:

$$H < 300\text{m}$$

$$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

rodzaj terenu: B - zabudowany przy wys. Istniejących bud. do 10m lub zalesiony

współczynnik ekspozycji:

$$H < 20\text{m}$$

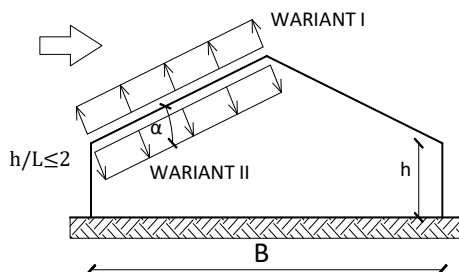
$$C_e = 0,80$$

współczynnik działania porywów wiatru:

budowla niepodatna na dynamiczne działanie wiatru

$$\beta = 1,8$$

współczynnik spadku połaci dach



$$\alpha = 20^\circ$$

$$\text{połac nawietrzna, } C_z = -0,045 \cdot (40 - \alpha)$$

$$C_z = -0,90 \text{ wariant I}$$

$$\text{połac nawietrzna, } C_z = 0,015\alpha - 0,2$$

$$C_z = 0,10 \text{ wariant II}$$

$$\text{połac zawietrzna, } C_z = -0,40$$

charakterystyczne zewnętrzne ciśnienie wiatru:

obliczeniowe zewnętrzne ciśnienie wiatru:

$$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$$

$$p_k = -0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$$

$$p_k = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

$$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$$

$$p_k = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$Y_f = 1,5$$

$$q_d = -0,58 \text{ kN/m}^2$$

$$Y_f = 1,5$$

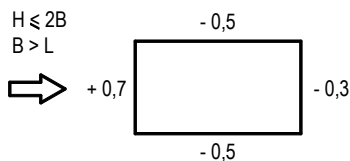
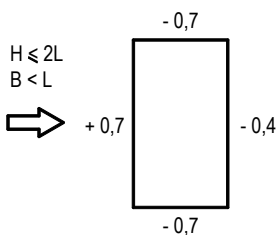
$$q_d = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

$$Y_f = 1,5$$

$$q_d = -0,26 \text{ kN/m}^2$$

**obciążenie wiatrem - ściany**

$$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta;$$

parametry:  $q_k$ ,  $C_e$ ,  $\beta$  jak przy obc. dachuDla  $B = L$  wartości pośrednie

$C_z =$	-0,70	$q_k =$	-0,30	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f =$	1,5	$q_d =$	-0,45	kN/m <sup>2</sup>
$C_z =$	-0,50	$q_k =$	-0,22	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f =$	1,5	$q_d =$	-0,32	kN/m <sup>2</sup>
$C_z =$	-0,40	$q_k =$	-0,17	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f =$	1,5	$q_d =$	-0,26	kN/m <sup>2</sup>
$C_z =$	-0,30	$q_k =$	-0,13	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f =$	1,5	$q_d =$	-0,19	kN/m <sup>2</sup>
$C_z =$	0,70	$q_k =$	0,30	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f =$	1,5	$q_d =$	0,45	kN/m <sup>2</sup>

## 2. Ściany

- Zebranie obciążeń od ścian zewnętrznych

obciążenia stałe		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. tynk cienkowarstw. 0,5cm	$12 \cdot 0,005$	0,06	1,30	0,08
2. styropian 12cm	$0,30 \cdot 0,12$	0,04	1,20	0,04
3. pustak ceramiczny 24cm	$18 \cdot 0,24$	4,32	1,10	4,75
4. tynk cem.-wap. 1,5cm	$19 \cdot 0,015$	0,29	1,30	0,37
<b>suma:</b>		<b>4,70</b>	<b>1,12</b>	<b>5,24</b>

obciążenia stałe		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. tynk cienkowarstw. 0,5cm	$12 \cdot 0,005$	0,06	1,30	0,08
2. styropian 10cm	$0,30 \cdot 0,10$	0,03	1,20	0,04
3. pustak ceramiczny 19cm	$18 \cdot 0,19$	3,42	1,10	3,76
4. tynk cem.-wap. 1,5cm	$19 \cdot 0,015$	0,29	1,30	0,37
<b>suma:</b>		<b>3,80</b>	<b>1,12</b>	<b>4,25</b>

- Zebranie obciążeń od ścian wewnętrznych

obciążenia stałe		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. tynk cem.-wap. 1,5cm	$19 \cdot 0,015$	0,29	1,30	0,37
2. pustak ceramiczny 12cm	$18 \cdot 0,12$	2,16	1,10	2,38
3. tynk cem.-wap. 1,5cm	$19 \cdot 0,015$	0,29	1,30	0,37
<b>suma:</b>		<b>2,73</b>	<b>1,14</b>	<b>3,12</b>

- Zebranie obciążeń od ścian fundamentowych

obciążenia stałe		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. styropian 6cm	$0,65 \cdot 0,06$	0,09	1,20	0,11
2. izolacja przeciwwilgociowa	$6 \cdot 0,01$	0,06	1,30	0,08
3. ściana betonowa 19cm	$24 \cdot 0,19$	4,56	1,10	5,02
4. izolacja przeciwwilgociowa	$6 \cdot 0,01$	0,06	1,30	0,08
<b>suma:</b>		<b>4,77</b>	<b>1,11</b>	<b>5,28</b>

## 3. Konstrukcja pietra

### 3.1. Strop UG Stara Błotnica

#### 3.1.1. Przyjęcie grubości płyt

#### 3.1.2. Zebranie obciążeń

obciążenia stałe		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1. wełna mineralna 20cm	$0,4 \cdot 0,2$	0,1	1,2	0,12
2. folia izolacyjna		0,01	1,20	0,01
3. płyta żelbetowa	$24,0 \cdot h_{pl}$	3,84	1,10	4,22
4. tynk cem-wap 1,5cm	$19,0 \cdot 0,015$	0,29	1,30	0,37
<b>suma:</b>		<b>4,24</b>	<b>1,12</b>	<b>4,73</b>
suma bez ciężaru elementów konstrukcyjnych:		0,40	1,27	0,50

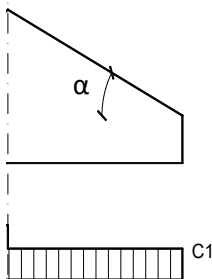
obciążenia zmienne		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1.	obc. użytkowe - strop poddasza z dostępem przez schody strychowe	1,50	1,40	2,10
2.	obc. zastępcze - od więźby dachowej	2,00	1,40	2,80
suma:		3,50	1,40	4,90

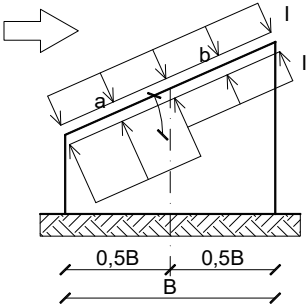
## 1. Dach- nad kotłownią

- Zebranie obciążeń działających na dach

obciążenia stałe - wariant z ociepleniem		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1.	blachodachówka	0,20	1,20	0,24
2.	łaty 4x6cm $0,04 \cdot 0,06 / 0,6 \cdot 6,0$	0,02	1,10	0,03
3.	kontrłaty 2,5x5cm $0,025 \cdot 0,05 / 1,0 \cdot 6,0$	0,01	1,10	0,01
4.	folia paroprzepuszczalna (wiatroizolacja)	0,01	1,30	0,01
5.	krokwie 7x14cm $0,07 \cdot 0,14 / 1,0 \cdot 6,0$	0,06	1,10	0,06
6.	wełna mineralna 14cm $0,14 \cdot 1,2$	0,17	1,20	0,20
7.	folia paroizolacyjna	0,01	1,30	0,01
suma:		0,48	1,19	0,57
suma bez ciężaru elementów konstrukcyjnych:		0,42	1,20	0,50

obciążenia stałe - wariant bez ocieplenia		obc. charak.	$\gamma_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
1.	blachodachówka	0,20	1,20	0,24
2.	łaty 4x6cm $0,04 \cdot 0,06 / 0,6 \cdot 6,0$	0,02	1,10	0,03
3.	kontrłaty 2,5x5cm $0,025 \cdot 0,05 / 1,0 \cdot 6,0$	0,01	1,10	0,01
4.	folia paroprzepuszczalna (wiatroizolacja)	0,01	1,30	0,01
5.	krokwie 7x14cm $0,07 \cdot 0,14 / 1,0 \cdot 6,0$	0,06	1,10	0,06
suma:		0,30	1,17	0,35
suma bez ciężaru elementów konstrukcyjnych:		0,24	1,19	0,29

obciążenie śniegiem		
obiekt zlokalizowany: → w 3 strefie śniegowej ( $H \approx 300\text{m n.p.m.}$ )		
obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:		
$q_{nk} = 0,006 \cdot A - 0,6 \geq 1,2 \text{ kN/m}^2$		$q_{nk} = 0,90 \text{ kN/m}^2$
współczynnik spadku połaci dach		
		$\alpha_1 = \alpha_2 = 15^\circ$ $C_1 = 0,80$
obciążenie charakterystyczne śniegiem dachu:		obciążenie obliczeniowe śniegiem dachu:
$q_k = C_1 \cdot q_{nk}$ $\alpha = 15^\circ$ $q_k = 0,72 \text{ kN/m}^2$		$\gamma_f = 1,5$ $q_d = 1,08 \text{ kN/m}^2$

obciążenie wiatrem			
obiekt zlokalizowany: → w I strefie wiatrowej ( $H \approx 300\text{ m n.p.m.}$ )			
współczynnik ekspozycji:		$H < 300\text{ m n.p.m.}$	$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$
rodzaj terenu: B - zabudowany przy wys. istniejących bud. do 10m lub zalesiony		$C_e$	$C_e = 0,80$
współczynnik działania porywów wiatru:		budowla niepodatna na dynamiczne działanie wiatru $\beta = 1,8$	
współczynnik spadku połaci dach		$\alpha = 15^\circ$	
		$C_z = -1,3 + 0,04 \cdot (\alpha - 10)$	$C_z = -0,90$ wariant I a
		$C_z = -0,4 + 0,02 \cdot (\alpha - 10)$	$C_z = -0,30$ wariant I b
		$C_z = 0,02 \cdot (\alpha - 10)$	$C_z = 0,10$ wariant II a
		$C_z = 0,02 \cdot (\alpha - 10)$	$C_z = 0,10$ wariant II b
charakterystyczne zewnętrzne ciśnienie wiatru:		obliczeniowe zewnętrzne ciśnienie wiatru:	
$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$	$\alpha = 15^\circ$	$Y_f = 1,5$	$q_d = -0,58 \text{ kN/m}^2$
$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$	$q_k = -0,39 \text{ kN/m}^2$	$Y_f = 1,5$	$q_d = -0,19 \text{ kN/m}^2$
$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$	$q_k = -0,13 \text{ kN/m}^2$	$Y_f = 1,5$	$q_d = 0,06 \text{ kN/m}^2$
$p_k = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta$	$q_k = 0,04 \text{ kN/m}^2$		

## 3.2. Strop nad kotłownią

## 3.1.1. Przyjęcie grubości płyt

## 3.1.2. Zebranie obciążeń

obciążenia stałe		obc. charak.	$Y_f$	obc. oblicz.
Rodzaj obciążenia		kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
2	folia izolacyjna	0,01	1,20	0,01
3	płyta żelbetowa $24,0 \cdot h_{pl}$	2,40	1,10	2,64
4	tynk cem-wap 1,5cm $19,0 \cdot 0,015$	0,29	1,30	0,37
suma:		2,70	1,12	3,02
suma bez ciężaru elementów konstrukcyjnych:		0,30	1,30	0,38

## 3.2. Belka żelbetowa

B1
----

## 1. Przyjęcie wymiarów belki

$$l_{eff,max} = 5,71 \text{ m}$$

$$l_{eff} / 18 = 31,72 \text{ cm}$$

$$l_{eff} / 9 = 63,44 \text{ cm}$$

$$\text{Przyjęto } h = 35,0 \text{ cm}$$

$$h / 3 = 11,67 \text{ cm}$$

$$h = 35,00 \text{ cm}$$

$$\text{Przyjęto } b_w = 25,0 \text{ cm}$$

## 2. Zebranie obciążeń działających na belkę

Rodzaj obciążenia		obc. charak.	$Y_f$	obc. oblicz.
		kN/m	-	kN/m
1.	obc. stałe od stropu $g \cdot 2$	5,39	1,12	6,02
3.	ciężar własny belki $24 \cdot b \cdot h$	2,10	1,10	2,31
suma:		7,49	1,11	8,33

## 3. Sprawdzenie przyjętych wymiarów belki ze względu na zginanie

$$l_{eff} = 5,71 \text{ m}$$

$$q_{sd} = 8,3 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 0,95 \cdot (q_{sd} \cdot l^2) / 8 = 32,23 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = (q_{sd} \cdot l) / 2 = 23,77 \text{ kN}$$

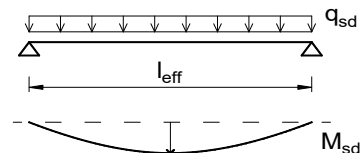
Przyjęto:

- $c = 3,0 \text{ cm}$
- $\phi = 12 \text{ mm}$

$$a_1 = c + 0,5 \cdot \phi = 3,60 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 31,40 \text{ cm}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 28,26 \text{ cm}$$



Na zbrojenie płyty przyjęto stal B500SP (RB500W)

$$A_{s1} = M_{sd} / (z \cdot f_y) = 2,72 \text{ cm}^2$$

$$\rho = A_{s1} / (b \cdot w \cdot d)$$

**0,346%**

$$\rho_{ek} = (1,0 \div 2,0) \cdot 190 / f_{yd} \mapsto$$

$$1,0 \cdot 190 / f_{yd} = 0,452 \%$$

$$2,0 \cdot 190 / f_{yd} = 0,905 \%$$

ekonomiczny procent zbrojenia

#### 4. Sprawdzenie przyjętych wymiarów belki ze względu na ścinanie

Przyjęto beton B25 (C20/25)

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0,55$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$$

$$b_w = 35,0 \text{ cm}$$

$$z = 3,60 \text{ cm}$$

$$V_{Rd2} = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z = 92,50 \text{ kN}$$

>

$$V_{sd} = 23,77 \text{ kN}$$

#### 5. Sprawdzenie przyjętych wymiarów belki ze względu na stan graniczny ugięcia

$$l_{eff} = 5,71 \text{ m}$$

$$q_k = 8,3 \text{ kN/m}$$

$$M_k = 0,95 \cdot (q_k \cdot l^2) / 8 = 32,23 \text{ kNm}$$

Przyjęto beton B25 (C20/25)

$$\sigma_s = M_k / (z \cdot A_{s1}) = 420,0 \text{ MPa}$$

$$(l_{eff}/d)_{max} = 19,00$$

(wielkość odczytana z tab.13, PN-B-03264:2002)

$$l_{eff}/d = 18,18 < (l_{eff}/d)_{max} \cdot 250 / \sigma_s = 11,31$$

#### 4.1. Ławy fundamentowe

<b>ł1</b>
-----------

##### 1. Przyjęcie wymiarów ławy fundamentowej.

Przyjęto  $B = 0,40 \text{ m}$

Przyjęto  $L = 1,00 \text{ m}$

Przyjęto  $h = 0,40 \text{ m}$

##### 2. Zebranie obciążeń ławy fundamentowej.

Rodzaj obciążenia		kN/m	-	kN/m
1. obc. z dachu		1,91	1,12	2,14
2. obc. z wieńca		1,50	1,10	1,65
3. obc. stałe od stropu	$g \cdot 3,32$	10,78	1,12	12,09
4. obc. zmienne od stropu	$g \cdot 3,0$	1,00	1,40	1,40
5. obc. stałe od ściany zew. gr.19cm	$g \cdot 2,3$	7,59	1,12	8,47
6. obc. stałe od ściany fund. gr.19cm	$g \cdot 1,1$	5,25	1,11	5,81
	<b>suma:</b>	<b>24,62</b>	<b>1,13</b>	<b>27,76</b>

$$(N_{sd} + Q_1 + Q_2) / (B \cdot L) \leq q_{fn} \quad | \quad q_{fn} = 0,23 \text{ MPa} \quad | \quad (1,2 \cdot N_{sd}) / (B \cdot L) \leq q_{fn} \rightarrow B \cdot L \geq (1,2 \cdot N_{sd}) / q_{fn}$$

$Q_1$  - ciężar gruntu zalegającego nad stopą;  $Q_2$  - ciężar stopy;  $q_{fn}$  - opór graniczny podłoża

$$B \cdot L = 0,40 \text{ m}^2 \geq 0,14 \text{ m}^2 = (1,2 \cdot N_{sd}) / q_{fn}$$

$$h = (0,3 \div 0,4) \cdot (B - a_s) \quad | \quad a_s = 0,25 \text{ m} \quad | \quad 0,3 \cdot (B - a_s) = 0,05 \text{ m}$$

$$0,4 \cdot (B - a_s) = 0,06 \text{ m}$$