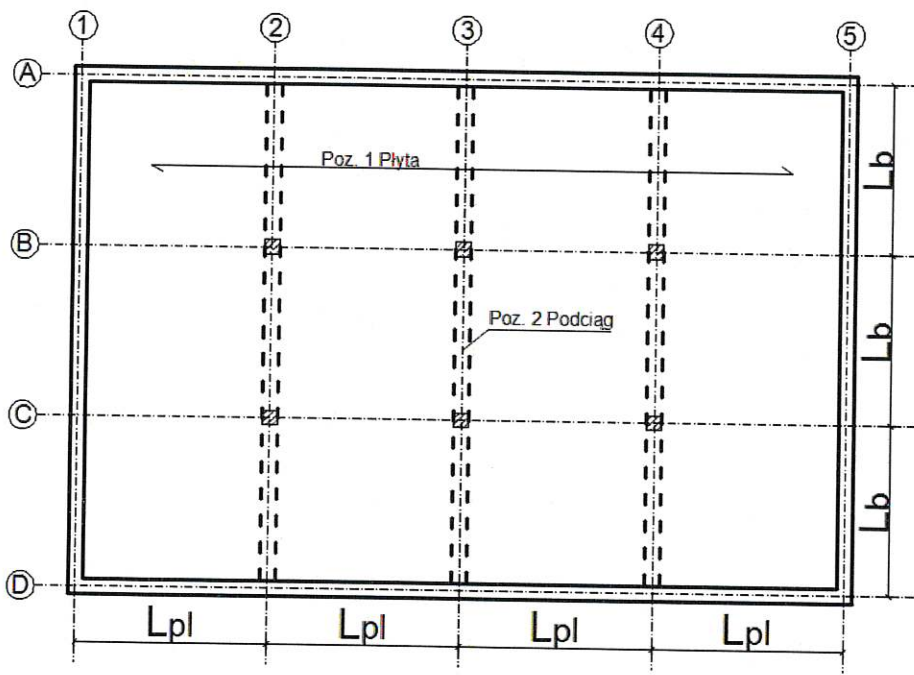
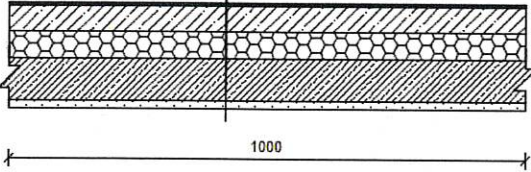


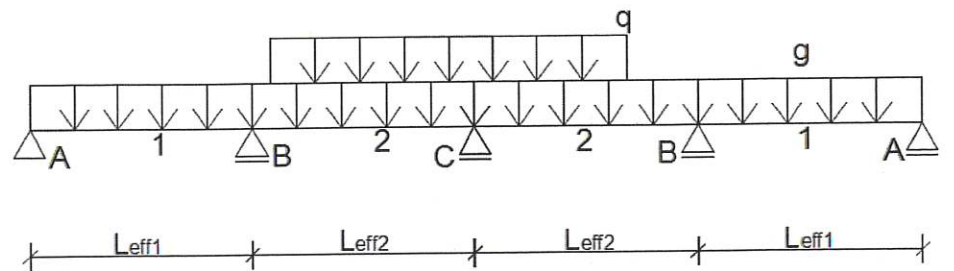
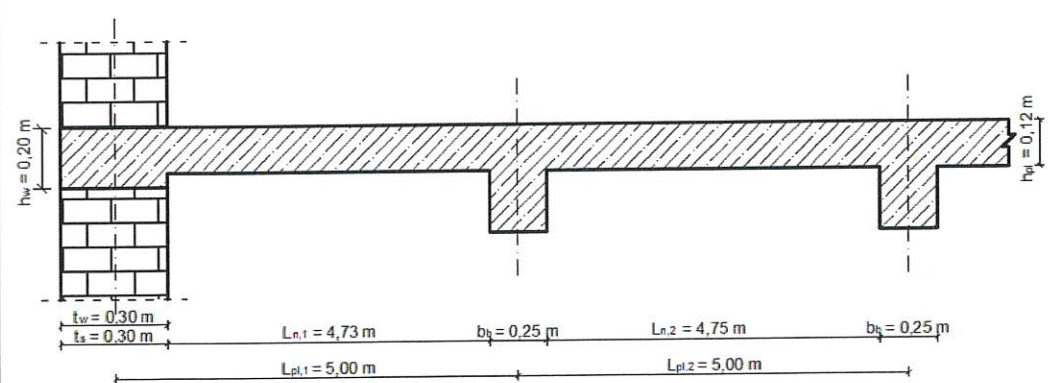
**PROJEKT WYBRANYCH ELEMENTÓW ŻELBETOWEGO STROPU BELKOWEGO**

**Cześć 1 - Płyta stropowa**

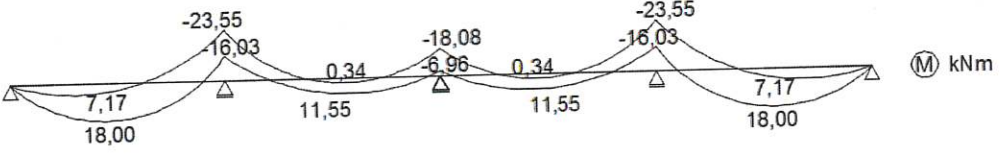
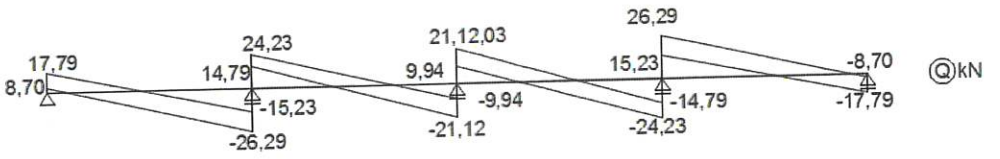
Obliczenia	Odnosniki
<p><b><u>ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ</u></b></p> <p>Rozpiętość płyty stropowej <math>L_{pl}</math>: 5,00 m                      Rozpiętość podciagu <math>L_b</math>: 6,00 m                      Przeznaczenie: budynek mieszkalny                      Obciążenie użytkowe: 2,00 kN/m<sup>2</sup></p>  <p><b><u>KSZTAŁTOWANIE KONSTRUKCJI</u></b></p> <p><b>Wartości przyjęte do obliczeń</b></p> <p>Grubość ściany zewnętrznej: 30 cm                      Szerokość podciagu: 25 cm</p> <p><b>Dobór grubości płyty stropowej</b></p> <p>Grubość płyty zależy od rozpiętości, obciążenia oddziałującego na płytę, schematu statycznego, stopnia zbrojenia, a także klasy stali i betonu. Zalecane minimalne grubości płyty w zależności od ich przeznaczenia zamieszczono w poniższej tabeli.</p>	

Obliczenia			Odnosniki																																																				
Przeznaczenie płyty	Płyty prefabrykowane	Płyty monolityczne (betonowane na miejscu budowy)																																																					
Płyty pod przejazdami	100 mm	120 mm																																																					
Inne płyty np. płyty stropowe	40 mm	60 mm																																																					
Płyty wymagające zbrojenia na przebiecie	200 mm																																																						
<p>Poza wymaganiami zawartymi w tabeli powinno się spełnić następujące warunki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w przypadku płyt jednokierunkowo zbrojonych swobodnie podpartych: <math>L_{eff}/d \leq 40</math></li> <li>- dla płyt ciągłych i zamocowanych zbrojonych jedno- dwukierunkowo: <math>L_{eff}/d \leq 50</math></li> </ul> <p>UWAGA: Grubość płyt należy dobierać w sposób zapewniający spełnienie wymagań stanów granicznych nośności (SGN) i użyteczności (SGU). Ponadto grubość płyty powinna zapewniać odpowiednią grubość otulenia prętów zbrojeniowych oraz spełniać przepisy przeciwpożarowe.</p> <p><math>h_{pl} = \frac{L_{pl}}{40} = \frac{500}{40} = 12,5 \text{ cm} \rightarrow</math> przyjęto grubość płyty <math>h_{pl}</math> równą 12 cm</p> <p>Sprawdzenie grubości płyty z uwagi na odporność ogniową wg. PN-EN-1992-1-2.</p> <p><b>Tabela 5.8: Minimalne wymiary i odległości osiowe dla jednokierunkowo i dwukierunkowo zbrojonych swobodnie podpartych monolitycznych płyt żelbetowych i sprężonych</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Standardowa odporność ogniowa</th> <th colspan="4">Minimalne wymiary (mm)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">grubość płyty <math>h_p</math> (mm)</th> <th colspan="3">odległość osiowa <math>a</math></th> </tr> <tr> <th>jednokierunkowe</th> <th colspan="2">dwukierunkowe:</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><math>l_x/l_y \leq 1,5</math></td> <td><math>1,5 &lt; l_x/l_y \leq 2</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">REI 30</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">10*</td> <td style="text-align: center;">10*</td> <td style="text-align: center;">10*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REI 60</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">10*</td> <td style="text-align: center;">15*</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REI 90</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">15*</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REI 120</td> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REI 150</td> <td style="text-align: center;">150</td> <td style="text-align: center;">55</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REI 240</td> <td style="text-align: center;">175</td> <td style="text-align: center;">65</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>l_x, l_y</math> są przesłaniami dwukierunkowo zbrojonej płyty (dwa kierunki pod kątem prostym), przy czym <math>l_x</math> jest dłuższym przesłaniem.</p> <p>Dla płyt sprężonych należy powiększyć odległość osiową zgodnie z 5.2 (5).</p> <p>Odległość osiowa <math>a</math> w kolumnie 4 i 5 dla płyt dwukierunkowo zbrojonych odnosi się do płyt podpartych na wszystkich czterech krawędziach. W przeciwnym razie należy je traktować jako płyty rozpięte w jednym kierunku.</p> <p>* Zwykle decydująca jest otulina wymagana przez EN 1992-1-1.</p>				Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary (mm)				grubość płyty $h_p$ (mm)	odległość osiowa $a$			jednokierunkowe	dwukierunkowe:					$l_x/l_y \leq 1,5$	$1,5 < l_x/l_y \leq 2$	1	2	3	4	5	REI 30	60	10*	10*	10*	REI 60	80	20	10*	15*	REI 90	100	30	15*	20	REI 120	120	40	20	25	REI 150	150	55	30	40	REI 240	175	65	40	50
Standardowa odporność ogniowa	Minimalne wymiary (mm)																																																						
	grubość płyty $h_p$ (mm)	odległość osiowa $a$																																																					
		jednokierunkowe	dwukierunkowe:																																																				
			$l_x/l_y \leq 1,5$	$1,5 < l_x/l_y \leq 2$																																																			
1	2	3	4	5																																																			
REI 30	60	10*	10*	10*																																																			
REI 60	80	20	10*	15*																																																			
REI 90	100	30	15*	20																																																			
REI 120	120	40	20	25																																																			
REI 150	150	55	30	40																																																			
REI 240	175	65	40	50																																																			

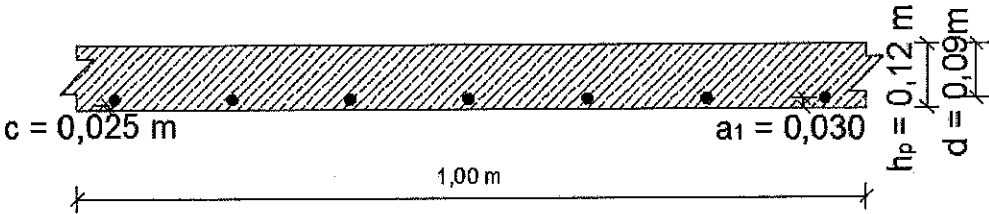
Obliczenia	Odnośniki																																																	
<p><b>ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ</b></p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" data-bbox="659 376 971 539"> <tr><td>Panel podłogowy 1 cm</td></tr> <tr><td>Podkład betonowy 6 cm</td></tr> <tr><td>Folia budowlana</td></tr> <tr><td>Styropian podłogowy 5 cm</td></tr> <tr><td>Płyta żelbetowa 12 cm</td></tr> <tr><td>Tynk cementowo - wapienny 1 cm</td></tr> </table>  </div> <p><b>Obciążenia stałe</b></p> <p>Ciężar własny stropu:</p> <table border="1" data-bbox="186 891 1230 1211"> <thead> <tr> <th>Warstwa</th> <th>Grubość [m]</th> <th>Ciężar objętościowy [kN/m<sup>3</sup>]</th> <th>Wartość charakterystyczna [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Panel podłogowy</td><td>0,01</td><td>8,0</td><td>0,08</td></tr> <tr><td>Podkład betonowy</td><td>0,06</td><td>19,0</td><td>1,14</td></tr> <tr><td>Styropian podłogowy EPS 100</td><td>0,05</td><td>0,45</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>Płyta żelbetowa</td><td>0,12</td><td>25,0</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>Tynk c-w 10mm</td><td>0,01</td><td>19,0</td><td>0,19</td></tr> <tr><td><b>Razem</b></td><td><b>0,25</b></td><td>-</td><td><b>4,43</b></td></tr> </tbody> </table> <p><b>Obciążenia zmienne</b></p> <p>Obciążenie użytkowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obciążenie użytkowe dla powierzchni mieszkalnych: <math>2,00 \frac{kN}{m^2}</math> (kategoria A)</li> <li>- obciążenie użytkowe od ścianek działowych: <math>0,50 \frac{kN}{m^2}</math> (kategoria A)</li> </ul> <table border="1" data-bbox="180 1518 916 1805"> <thead> <tr> <th>Rodzaj ścianki działowej</th> <th>Ciężar własny ścianki [kN/m]</th> <th>Obciążenie użytkowe od ścianek działowych [kN/m<sup>2</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Stała</td> <td>≤ 1,0</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>≤ 2,0</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>≤ 3,0</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Przestawna</td> <td>≤ 2,0</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>2,0 - 3,0</td> <td>1,20</td> </tr> </tbody> </table>	Panel podłogowy 1 cm	Podkład betonowy 6 cm	Folia budowlana	Styropian podłogowy 5 cm	Płyta żelbetowa 12 cm	Tynk cementowo - wapienny 1 cm	Warstwa	Grubość [m]	Ciężar objętościowy [kN/m <sup>3</sup> ]	Wartość charakterystyczna [kN/m <sup>2</sup> ]	Panel podłogowy	0,01	8,0	0,08	Podkład betonowy	0,06	19,0	1,14	Styropian podłogowy EPS 100	0,05	0,45	0,02	Płyta żelbetowa	0,12	25,0	3,00	Tynk c-w 10mm	0,01	19,0	0,19	<b>Razem</b>	<b>0,25</b>	-	<b>4,43</b>	Rodzaj ścianki działowej	Ciężar własny ścianki [kN/m]	Obciążenie użytkowe od ścianek działowych [kN/m <sup>2</sup> ]	Stała	≤ 1,0	0,50	≤ 2,0	0,80	≤ 3,0	1,20	Przestawna	≤ 2,0	0,80	2,0 - 3,0	1,20	<p>EC 1991-1-1 Załącznik A</p> <p>EC 1991-1-1 Tab. 6.1 - 6.10</p> <p>EC 1991-1-1 6.3.1.2 (8)</p>
Panel podłogowy 1 cm																																																		
Podkład betonowy 6 cm																																																		
Folia budowlana																																																		
Styropian podłogowy 5 cm																																																		
Płyta żelbetowa 12 cm																																																		
Tynk cementowo - wapienny 1 cm																																																		
Warstwa	Grubość [m]	Ciężar objętościowy [kN/m <sup>3</sup> ]	Wartość charakterystyczna [kN/m <sup>2</sup> ]																																															
Panel podłogowy	0,01	8,0	0,08																																															
Podkład betonowy	0,06	19,0	1,14																																															
Styropian podłogowy EPS 100	0,05	0,45	0,02																																															
Płyta żelbetowa	0,12	25,0	3,00																																															
Tynk c-w 10mm	0,01	19,0	0,19																																															
<b>Razem</b>	<b>0,25</b>	-	<b>4,43</b>																																															
Rodzaj ścianki działowej	Ciężar własny ścianki [kN/m]	Obciążenie użytkowe od ścianek działowych [kN/m <sup>2</sup> ]																																																
Stała	≤ 1,0	0,50																																																
	≤ 2,0	0,80																																																
	≤ 3,0	1,20																																																
Przestawna	≤ 2,0	0,80																																																
	2,0 - 3,0	1,20																																																

Obliczenia	Odnosniki
<p><b>OBLICZENIA STATYCZNE</b></p> <p>Schemat statyczny</p>  <p>Długość efektywna</p>  <p>Rozpiętość przęsła skrajnego: <math>L_{pl,1} = 5,00</math> m  Rozpiętość przęsła wewnętrznego: <math>L_{pl,2} = 5,00</math> m  Szerokość ściany zewnętrznej: <math>t_s = 0,30</math> m  Szerokość wieńca: <math>t_w = 0,30</math> m  Wysokość wieńca: <math>h_w = 0,20</math> m  Szerokość podciagu: <math>b_b = 0,30</math> m</p> <p>a) przęsło skrajne</p> $L_{n,1} = L_{pl,1} - 0,5t_w - 0,5b_b = 5,00 - 0,5 \cdot 0,30 - 0,5 \cdot 0,25 = 4,73$ $a_1 = \min \begin{cases} 0,5h_{pl} = 0,5 \cdot 0,12 \text{ m} = 0,06 \text{ m} \\ 0,5t_s = 0,5 \cdot 0,30 \text{ m} = 0,15 \text{ m} \end{cases} = 0,06 \text{ m}$ $a_2 = \min \begin{cases} 0,5h_{pl} = 0,5 \cdot 0,12 \text{ m} = 0,06 \text{ m} \\ 0,5b_b = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m} = 0,13 \text{ m} \end{cases} = 0,06 \text{ m}$ $L_{eff,1} = L_{n,1} + a_1 + a_2 = 4,73 + 0,06 + 0,06 = 4,85 \text{ m}$	<p>EC 1992-1-1 5.3.2.2</p>

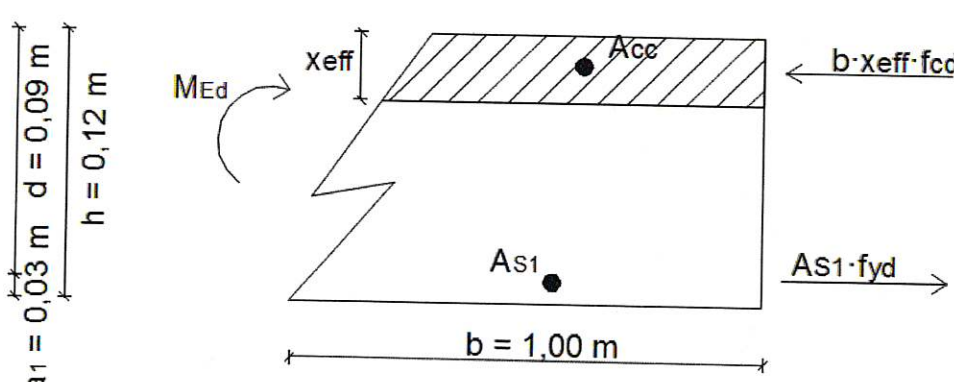
Obliczenia	Odnosiniki
<p>b) przeszło wewnętrzne</p> $L_{n,2} = L_{p1,2} - 0,5b_b - 0,5b_b = 5,00 - 0,5 \cdot 0,25 - 0,5 \cdot 0,25 = 4,75 \text{ m}$ $a_1 = \min \begin{cases} 0,5h_{pl} = 0,5 \cdot 0,12 \text{ m} = 0,06 \text{ m} \\ 0,5b_b = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m} = 0,13 \text{ m} \end{cases} = 0,06 \text{ m}$ $a_2 = \min \begin{cases} 0,5h_{pl} = 0,5 \cdot 0,12 \text{ m} = 0,06 \text{ m} \\ 0,5b_b = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m} = 0,13 \text{ m} \end{cases} = 0,06 \text{ m}$ $L_{eff,2} = L_{n,2} + a_1 + a_2 = 4,75 + 0,06 + 0,06 = 4,87 \text{ m}$	<p>EC 1992-1-1 5.3.2.2</p>
<p><b>Kombinacje obciążeń</b></p> <p>Charakterystyczne obciążenia stałe: <math>g_k = 4,43 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Charakterystyczne obciążenia użytkowe: <math>q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Współczynniki częściowe dla kombinacji:</p> <p><math>\gamma_g = 1,35 \rightarrow</math> obciążenia stałe</p> <p><math>\gamma_q = 1,50 \rightarrow</math> obciążenia zmienne</p> <p>Współczynniki do kombinacji:</p> <p><math>\xi = 0,85 \rightarrow</math> obciążenia stałe</p> <p><math>\Psi_{0,q} = 0,7 \rightarrow</math> obciążenia użytkowe kategorii A</p> <p>Komb SGN1: <math>\gamma_g \cdot g_k \cdot \xi + \gamma_q \cdot q_k = 1,35 \cdot 4,43 \cdot 0,85 + 1,5 \cdot 2,50 = 8,84 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Komb SGN2: <math>\gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot q_k \cdot \Psi_{0,q} = 1,35 \cdot 4,43 + 1,5 \cdot 2,50 \cdot 0,70 = 8,61 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Ostatecznie przyjęto:</p> <p>- obliczeniowe obciążenia stałe: <math>g_d = 5,09 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>- obliczeniowe obciążenia użytkowe: <math>q_d = 3,75 \text{ kN/m}^2</math></p>	<p>EC 1990 tab. A1.2(B)</p> <p>EC 1990 tab. A 1.1</p> <p>EC 1990 tab. A1.2(B) tab. A1.4</p>
<p><b>Obliczenia statyczne</b></p> <p>Sprawdzenie czy można skorzystać z tablic Winklera:</p> $\frac{L_{eff2} - L_{eff1}}{L_{eff1}} = \frac{4,87 - 4,85}{4,85} = 0,01 = 1\% < 20\% \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p>Można skorzystać z tablic Winklera do obliczania sił wewnętrznych.</p>	

Obliczenia	Odnosiniki
<p><b>Momenty zginające</b></p> $M = (\alpha \cdot g + \beta \cdot q) \cdot l_{\text{eff}}^2$ <p>Wartości współczynników <math>\alpha</math> i <math>\beta</math> do obliczania momentów zginających wzięto z tablic Winklera.</p> <p>Wartości obliczeniowe momentów zginających:</p> $M_1^{\text{max}} = (0,077 \cdot 5,09 + 0,100 \cdot 3,75) \cdot 4,85^2 = 18,00 \text{ kNm}$ $M_1^{\text{min}} = (0,077 \cdot 5,09 - 0,023 \cdot 3,75) \cdot 4,85^2 = 7,17 \text{ kNm}$ $M_2^{\text{max}} = (0,036 \cdot 5,09 + 0,081 \cdot 3,75) \cdot 4,87^2 = 11,55 \text{ kNm}$ $M_2^{\text{min}} = (0,036 \cdot 5,09 - 0,045 \cdot 3,75) \cdot 4,87^2 = 0,34 \text{ kNm}$ $M_B^{\text{max}} = (-0,107 \cdot 5,09 - 0,121 \cdot 3,75) \cdot 4,86^2 = -23,55 \text{ kNm}$ $M_B^{\text{min}} = (-0,107 \cdot 5,09 - 0,036 \cdot 3,75) \cdot 4,86^2 = -16,03 \text{ kNm}$ $M_C^{\text{max}} = (-0,071 \cdot 5,09 - 0,107 \cdot 3,75) \cdot 4,87^2 = -18,08 \text{ kNm}$ $M_C^{\text{min}} = (-0,071 \cdot 5,09 + 0,018 \cdot 3,75) \cdot 4,87^2 = -6,96 \text{ kNm}$ <p>Wykres wartości obliczeniowej momentów zginających:</p>  <p><b>Siły poprzeczne</b></p> $V = (\alpha \cdot g + \beta \cdot q) \cdot l_{\text{eff}}$ <p>Wartości współczynników <math>\alpha</math> i <math>\beta</math> do obliczania sił poprzecznych wzięto z tablic Winklera.</p> $V_A^{\text{max}} = (0,393 \cdot 5,09 + 0,446 \cdot 3,75) \cdot 4,85 = 17,79 \text{ kN}$ $V_A^{\text{min}} = (0,393 \cdot 5,09 - 0,054 \cdot 3,75) \cdot 4,85 = 8,70 \text{ kN}$ $V_{BP}^{\text{max}} = (-0,606 \cdot 5,09 - 0,620 \cdot 3,75) \cdot (4,87 + 4,85)/2 = -26,29 \text{ kN}$ $V_{BP}^{\text{min}} = (-0,606 \cdot 5,09 + 0,013 \cdot 3,75) \cdot (4,87 + 4,85)/2 = -15,23 \text{ kN}$ $V_{BL}^{\text{max}} = (0,526 \cdot 5,09 + 0,598 \cdot 3,75) \cdot (4,87 + 4,85)/2 = 24,23 \text{ kN}$ $V_{BL}^{\text{min}} = (0,526 \cdot 5,09 - 0,066 \cdot 3,75) \cdot (4,87 + 4,85)/2 = 14,79 \text{ kN}$ $V_{CP}^{\text{max}} = (-0,474 \cdot 5,09 - 0,576 \cdot 3,75) \cdot 4,87 = -21,12 \text{ kN}$ $V_{CP}^{\text{min}} = (-0,474 \cdot 5,09 + 0,085 \cdot 3,75) \cdot 4,87 = -9,94 \text{ kN}$ <p>Wykres wartości obliczeniowej sił poprzecznych:</p> 	

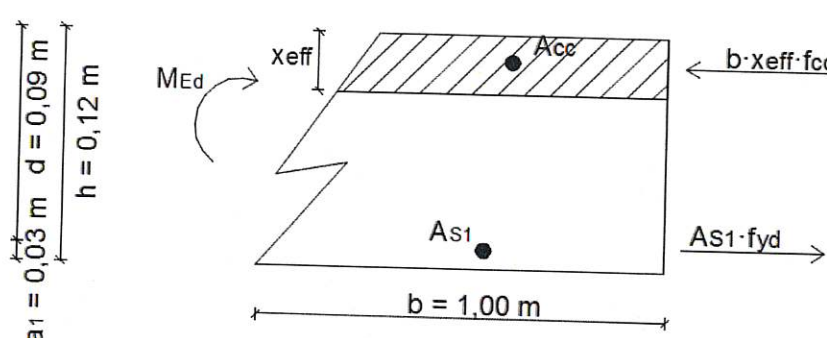
Obliczenia	Odnosniki
<b><u>WYMIAROWANIE</u></b>	
<b>Dobór materiałów</b>	
<b>BETON:</b>	
Klasa ekspozycji XC 1 → beton C20/25	EC 1992-1-1 tab. 4.1 tab. E.1N
Charakterystyki betonu:	
$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$	EC 1992-1-1 tab. 3.1
$\gamma_c = \left\{ \begin{matrix} 1,5 \\ 1,4 \end{matrix} \right\}$	EC 1992-1-1 tab. 2.1 tab. NA.2
Przyjęto $\gamma_c = 1,4$	
$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,4} = 14,29 \text{ MPa}$	EC 1990 wzór 6.3
$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$	EC 1992-1-1 tab. 3.1
$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$	EC 1990 wzór 6.3
$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{1,5}{1,4} = 1,07 \text{ MPa}$	EC 1990 wzór 6.3
$E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$	EC 1992-1-1 tab. 3.1
<b>STAL:</b>	
Stal klasy B: B500SP	
$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	EC 1992-1-1 tab. C.1
Niektórzy producenci stali zbrojeniowej podają obliczeniową wartość granicy plastyczności stali zbrojeniowej, w przypadku jej braku przyjmujemy wartości normowe współczynnika zgodnie z formułą:	
$\gamma_s = \left\{ \begin{matrix} 1,15 \\ 1,15 \end{matrix} \right\}$	EC 1992-1-1 tab. 2.1 tab. NA.2
Przyjęto $\gamma_s = 1,15$	
$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa} = 43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$	EC 1990 wzór 6.3
$E_s = 200,0 \text{ GPa}$	EC 1992-1-1 tab. 3.1
$\varepsilon_{cu} = 0,0035$	
$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{435}{200000} = 0,0022$	
$\xi_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + 0,0022} = 0,614$	EC 1992-1-1 3.1.7

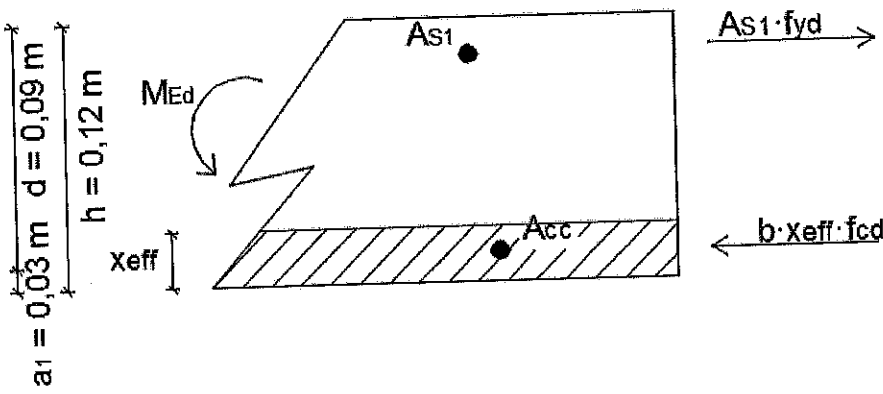
Obliczenia	Odnosiniki
<p><b>Otulenie zbrojenia</b></p> <p>Wstępnie ustalono <math>\varnothing</math> zbrojenia płyty 10 mm, natomiast otulenie zbrojenia ustalono:</p> $c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,b} \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\}$ <p><math>c_{min,b} = 10 \text{ mm} \rightarrow</math> zwykle ułożenie prętów, pręty zbrojeniowe o średnicy 10 mm</p> <p><math>c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \rightarrow</math> klasa konstrukcji S4, klasa ekspozycji XC1</p> <p><math>\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \rightarrow</math> wartość zalecana</p> <p><math>\Delta c_{dur,st} = 0 \rightarrow</math> nie zastosowano stali nierdzewnej i nie podjęto żadnych specjalnych kroków</p> <p><math>\Delta c_{dur,add} = 0 \rightarrow</math> nie zastosowano żadnej dodatkowej ochrony betonu</p> $c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ mm} \\ 15 \text{ mm} + 0 - 0 - 0 \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 15 \text{ mm}$ <p><math>c_{dev} = 10 \text{ mm} \rightarrow</math> wartość zalecana, brak systemu zapewnienia jakości i zastosowania bardzo czułych urządzeń pomiarowych</p> <p><math>c_{nom} = c_{min} + c_{dev} = 15 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 25 \text{ mm}</math></p> <p>Otulenie zbrojenia przyjęto <math>c = 2,5 \text{ cm}</math></p>	<p>EC 1992-1-1 4.4.1</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 4.2</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 4.2</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 4.4N</p> <p>EC 1992-1-1 4.4.1.2 (7)</p> <p>EC 1992-1-1 4.4.1.2 (7)</p> <p>EC 1992-1-1 4.4.1.2 (8)</p> <p>EC 1992-1-1 4.4.1.3 (1)</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 4.1</p>
<p><b>Geometria przekroju</b></p> <p>Obliczenia wykonuję dla pasma o szerokości 1 m płyty stropowej.</p>  <p><math>a_1 = c + \frac{1}{2} \phi_{pt} = 0,025 + \frac{1}{2} \cdot 0,01 = 0,030 \text{ m}</math></p> <p><math>d = h_f - a_1 = 0,12 - 0,03 = 0,09 \text{ m}</math></p>	

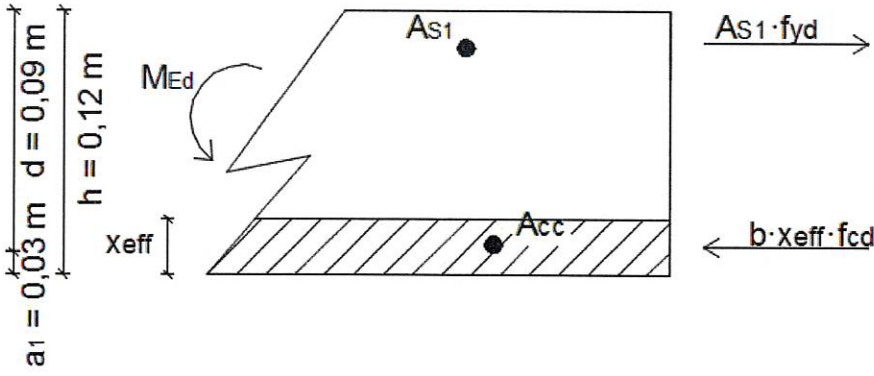


Obliczenia	Odnosiniki
<p><b><u>WYMIAROWANIE NA ZGINANIE</u></b></p> <p><b>Zbrojenie minimalne</b></p> $A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,2}{500} \cdot 1,0 \cdot 0,09 = 0,000103 \text{ m}^2 = 1,03 \text{ cm}^2$ $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 0,09 = 0,000117 \text{ m}^2 = 1,17 \text{ cm}^2$ <p>Przyjęto <math>A_{s,min} = 1,17 \text{ cm}^2</math></p> <p><b>Zbrojenie maksymalne</b></p> $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_{cc} = 0,04 \cdot 0,12 \cdot 1,00 = 0,0048 \text{ m}^2 = 48,00 \text{ cm}^2$ <p>Przyjęto <math>A_{s,max} = 48,00 \text{ cm}^2</math></p> <p><b>Rozstaw maksymalny</b></p> <p>- obszar występowania obciążeń skupionych lub w obszarach maksymalnych momentów:  zbrojenie główne: <math>s_{max,slabs} = \min(2h, 0,25 \text{ m}) = \min(2 \cdot 0,12 = 0,24 \text{ m}, 0,25 \text{ m}) = 0,24 \text{ m}</math>  zbrojenie rozdzielcze: <math>s_{max,slabs} = \min(3h, 0,40 \text{ m}) = \min(3 \cdot 0,12 = 0,36 \text{ m}, 0,40 \text{ m}) = 0,36 \text{ m}</math></p> <p>- pozostałe obszary:  zbrojenie główne: <math>s_{max,slabs} = \min(3h, 0,40 \text{ m}) = \min(3 \cdot 0,12 = 0,36 \text{ m}, 0,40 \text{ m}) = 0,36 \text{ m}</math>  zbrojenie rozdzielcze: <math>s_{max,slabs} = \min(3,5h, 0,45 \text{ m}) = \min(3,5 \cdot 0,12 = 0,42 \text{ m}, 0,45 \text{ m}) = 0,42 \text{ m}</math></p> <p><b>Zbrojenie na zginanie</b></p> <p><b>1) Przęsło skrajne</b></p> <p><math>M_1 = 18,00 \text{ kNm}</math></p>  <p>The diagram shows a rectangular cross-section of a slab. The width is labeled as <math>b = 1,00 \text{ m}</math>. The total height is <math>h = 0,12 \text{ m}</math>. The effective depth is <math>d = 0,09 \text{ m}</math>. The effective depth of the concrete compression zone is <math>x_{eff}</math>. The area of concrete is <math>A_{cc}</math>. The area of steel reinforcement is <math>A_{s1}</math>. The design moment is <math>M_{Ed}</math>. The concrete stress is <math>b \cdot x_{eff} \cdot f_{cd}</math>. The steel stress is <math>A_{s1} \cdot f_{yd}</math>.</p>	<p>EC 1992-1-1 9.2.1.1</p> <p>EC 1992-1-1 9.2.1.1</p> <p>EC 1992-1-1 9.3.1.1 (3)</p>

Obliczenia	Odnosniki
<p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej <math>x_{eff}</math>:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, <math>x_{eff}=0,8 x</math>, gdzie <math>x</math> wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{As1} = 0$ $b \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $1,00 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 x_{eff}) - 18,00 = 0$ $-7142,86 x_{eff}^2 - 1285,71 x_{eff} - 18,00 = 0$ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{(-1285,71)^2 - 4 \cdot 7142,86 \cdot (-18,00)} = 1067,18$ $x_{eff,1} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 - 1067,18}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,0031 \text{ m}$ $x_{eff,2} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 + 1067,18}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,33 \text{ m}$ <p><math>x_{eff,2}</math> odrzucono, ponieważ <math>x_{eff2} &gt; h_{pl} = 0,12 \text{ m}</math></p> <p>Przyjęto <math>x_{eff} = x_{eff,1} = 0,0031 \text{ m}</math></p> <p>Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:</p> $x_{eff,lim} = 0,8 \xi_{lim} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,09 = 0,044 \text{ m}$ $x_{eff,lim} = 0,044 \text{ m} > x_{eff} = 0,0031 \text{ m} \rightarrow \text{Wystarczająca wysokość strefy ściskanej}$ <p>Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia <math>A_{s1}</math>:</p> $\sum M_{Acc} = 0$ $A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff})]} = \frac{18,00}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 \cdot 0,0031)]} = 0,000554 \text{ m}^2$ $= 5,54 \text{ cm}^2$ <p>Przyjmuję pręty <math>\phi 10</math> o polu powierzchni <math>A_{s1} = 5,61 \text{ cm}^2</math> i rozstawie 14 cm</p> <p>Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:</p> $A_{s,max} = 48,00 \text{ cm}^2 > A_{s1} = 5,61 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,17 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p>Sprawdzenie maksymalnego rozstawu prętów:</p> $s = 14 \text{ cm} < s_{max,slabs} = 24 \text{ cm} \rightarrow \text{warunek spełniony}$	

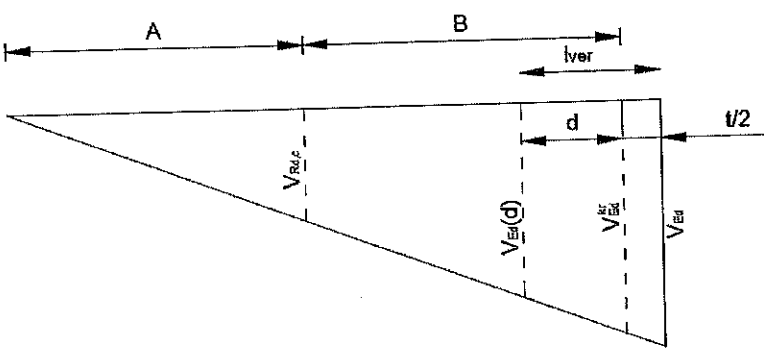
Obliczenia	Odnosiniki
<p><b>2) Przęsło wewnętrzne</b>  <math>M_2 = 11,55 \text{ kNm}</math></p>  <p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej <math>x_{eff}</math>:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, <math>x_{eff} = 0,8 x</math>, gdzie <math>x</math> wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{A_{S1}} = 0$ $b \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $1,00 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 x_{eff}) - 11,55 = 0$ $-7142,86 x_{eff}^2 - 1285,71 x_{eff} - 11,55 = 0$ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{(-1285,71)^2 - 4 \cdot 7142,86 \cdot (-11,55)} = 1150,28$ $x_{eff,1} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 - 1150,28}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,0019 \text{ m}$ $x_{eff,2} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 + 1150,28}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,34 \text{ m}$ <p><math>x_{eff,2}</math> odrzucono, ponieważ <math>x_{eff2} &gt; h_{pl} = 0,12 \text{ m}</math></p> <p>Przyjęto <math>x_{eff} = x_{eff,1} = 0,0019 \text{ m}</math></p> <p>Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:</p> $x_{eff,lim} = 0,8 \xi_{lim} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,09 = 0,044 \text{ m}$ $x_{eff,lim} = 0,044 \text{ m} > x_{eff} = 0,0019 \text{ m} \rightarrow \text{Wystarczająca wysokość strefy ściskanej}$ <p>Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia <math>A_{s1}</math>:</p> $\sum M_{Acc} = 0$ $A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff})]} = \frac{11,55}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 \cdot 0,0019)]} = 0,000330 \text{ m}^2$ $= 3,30 \text{ cm}^2$ <p>Przyjmuję pręty <math>\phi 10</math> o polu powierzchni <math>A_{s1} = 3,57 \text{ cm}^2</math> i rozstawie 22 cm</p>	

Obliczenia	Odnosniki
<p>Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:  <math>A_{s,max} = 48,00 \text{ cm}^2 &gt; A_{s1} = 3,57 \text{ cm}^2 &gt; A_{s,min} = 1,17 \text{ cm}^2 \rightarrow</math> warunek spełniony</p> <p>Sprawdzenie maksymalnego rozstawu prętów:  <math>s = 22 \text{ cm} &lt; s_{max,slabs} = 24 \text{ cm} \rightarrow</math> warunek spełniony</p> <p><b>3) Podpora przyskrajna</b>  <math>M_B = -23,55 \text{ kNm}</math></p>  <p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej <math>x_{eff}</math>:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, <math>x_{eff} = 0,8 x</math>,  gdzie <math>x</math> wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{A_{s1}} = 0$ $b \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $1,00 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 x_{eff}) - 23,55 = 0$ $-7142,86 x_{eff}^2 - 1285,71 x_{eff} - 11,55 = 0$ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{(-1285,71)^2 - 4 \cdot 7142,86 \cdot (-23,55)} = 990,09$ $x_{eff,1} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 - 990,09}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,0041 \text{ m}$ $x_{eff,2} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 + 990,09}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,32 \text{ m}$ <p><math>x_{eff,2}</math> odrzucono, ponieważ <math>x_{eff2} &gt; h_{pl} = 0,12 \text{ m}</math></p> <p>Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:  <math>x_{eff,lim} = 0,8 \xi_{lim} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,09 = 0,044 \text{ m}</math>  <math>x_{eff,lim} = 0,044 \text{ m} &gt; x_{eff} = 0,0041 \text{ m} \rightarrow</math> Wystarczająca wysokość strefy ściskanej</p>	

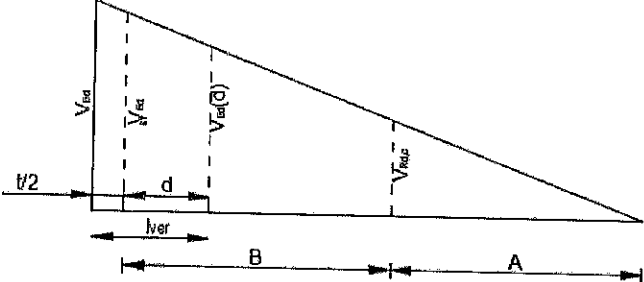
Obliczenia	Odnosniki
<p>Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia <math>A_{s1}</math>:</p> $\sum M_{Acc} = 0$ $A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff})]} = \frac{23,55}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 \cdot 0,0041)]} = 0,000781 \text{ m}^2$ $= 7,81 \text{ cm}^2$ <p>Przyjmuję pręty <math>\phi</math> 10 o polu powierzchni <math>A_{s1} = 7,85 \text{ cm}^2</math> i rozstawie 10 cm</p> <p>Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:</p> $A_{s,max} = 48,00 \text{ cm}^2 > A_{s1} = 7,85 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,17 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p>Sprawdzenie maksymalnego rozstawu prętów:</p> $s = 10 \text{ cm} < s_{max,slabs} = 24 \text{ cm} \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p><b>4) Podpora wewnętrzna</b></p> $M_C = -18,08 \text{ kNm}$  <p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej <math>x_{eff}</math>:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, <math>x_{eff} = 0,8 x</math>, gdzie <math>x</math> wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{As1} = 0$ $b \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $1,00 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 x_{eff}) - 18,08 = 0$ $-7142,86 x_{eff}^2 - 1285,71 x_{eff} - 18,08 = 0$ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{(-1285,71)^2 - 4 \cdot 7142,86 \cdot (-18,08)} = 1066,05$ $x_{eff,1} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 - 1066,05}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,0031 \text{ m}$	

Obliczenia	Odnosniki																													
$x_{\text{eff},2} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1285,71 + 1066,05}{2 \cdot (-7142,86)} = 0,33 \text{ m}$ <p><math>x_{\text{eff},2}</math> odrzucono, ponieważ <math>x_{\text{eff},2} &gt; h_{\text{pl}} = 0,12 \text{ m}</math></p> <p>Przyjęto <math>x_{\text{eff}} = x_{\text{eff},1} = 0,0031 \text{ m}</math></p> <p>Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:</p> $x_{\text{eff},\text{lim}} = 0,8 \xi_{\text{lim}} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,09 = 0,044 \text{ m}$ $x_{\text{eff},\text{lim}} = 0,044 \text{ m} > x_{\text{eff}} = 0,0031 \text{ m} \rightarrow \text{Wystarczająca wysokość strefy ściskanej}$ <p>Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia <math>A_{s1}</math>:</p> $\sum M_{\text{Acc}} = 0$ $A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{\text{eff}}) - M_{\text{Ed}} = 0$ $A_{s1} = \frac{M_{\text{Ed}}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{\text{eff}})]} = \frac{18,08}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,09 - 0,5 \cdot 0,0031)]} = 0,000557 \text{ m}^2$ $= 5,57 \text{ cm}^2$ <p>Przyjmuję pręty <math>\phi 10</math> o polu powierzchni <math>A_{s1} = 5,61 \text{ cm}^2</math> i rozstawie 14 cm</p> <p>Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:</p> $A_{s,\text{max}} = 48,00 \text{ cm}^2 > A_{s1} = 5,61 \text{ cm}^2 > A_{s,\text{min}} = 1,17 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p>Sprawdzenie maksymalnego rozstawu prętów:</p> $s = 14 \text{ cm} < s_{\text{max,slabs}} = 24 \text{ cm} \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Moment</th> <th>Zbrojenie obliczone</th> <th>Zbrojenie minimalne</th> <th colspan="2">Zbrojenie przyjęte</th> </tr> <tr> <th><math>A_s</math> [<math>\text{cm}^2</math>]</th> <th><math>A_{s,\text{min}}</math> [<math>\text{cm}^2</math>]</th> <th>Średnica [mm] i rozstaw [cm]</th> <th><math>A_s</math> [<math>\text{cm}^2</math>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>M_1</math></td> <td>5,54</td> <td>1,17</td> <td><math>\phi 10</math> co 14</td> <td>5,61</td> </tr> <tr> <td><math>M_2</math></td> <td>3,30</td> <td>1,17</td> <td><math>\phi 10</math> co 22</td> <td>3,57</td> </tr> <tr> <td><math>M_B</math></td> <td>7,81</td> <td>1,17</td> <td><math>\phi 10</math> co 10</td> <td>7,85</td> </tr> <tr> <td><math>M_C</math></td> <td>5,57</td> <td>1,17</td> <td><math>\phi 10</math> co 14</td> <td>5,61</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Zbrojenie rozdzielcze</b></p> <p>Przyjęto pręty rozdzielcze pręty <math>\phi 6</math> o polu powierzchni <math>A_{st} = 0,94 \text{ cm}^2</math> i rozstawie 30 cm</p> <p>Minimalne pole przekroju prętów rozdzielczych:</p> $A_{st,\text{min}} = 0,10 \cdot A_{s1} = 0,10 \cdot 7,85 = 0,79 \text{ cm}^2$ $A_{st} = 0,94 \text{ cm}^2 > A_{st,\text{min}} = 0,79 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p>Sprawdzenie maksymalnego rozstawu prętów:</p> $s = 30 \text{ cm} < s_{\text{max,slabs}} = 36 \text{ cm} \rightarrow \text{warunek spełniony}$	Moment	Zbrojenie obliczone	Zbrojenie minimalne	Zbrojenie przyjęte		$A_s$ [ $\text{cm}^2$ ]	$A_{s,\text{min}}$ [ $\text{cm}^2$ ]	Średnica [mm] i rozstaw [cm]	$A_s$ [ $\text{cm}^2$ ]	$M_1$	5,54	1,17	$\phi 10$ co 14	5,61	$M_2$	3,30	1,17	$\phi 10$ co 22	3,57	$M_B$	7,81	1,17	$\phi 10$ co 10	7,85	$M_C$	5,57	1,17	$\phi 10$ co 14	5,61	
Moment		Zbrojenie obliczone	Zbrojenie minimalne	Zbrojenie przyjęte																										
	$A_s$ [ $\text{cm}^2$ ]	$A_{s,\text{min}}$ [ $\text{cm}^2$ ]	Średnica [mm] i rozstaw [cm]	$A_s$ [ $\text{cm}^2$ ]																										
$M_1$	5,54	1,17	$\phi 10$ co 14	5,61																										
$M_2$	3,30	1,17	$\phi 10$ co 22	3,57																										
$M_B$	7,81	1,17	$\phi 10$ co 10	7,85																										
$M_C$	5,57	1,17	$\phi 10$ co 14	5,61																										

Obliczenia	Odnosniki
<b>WYMIAROWANIE NA ŚCINANIE</b>	
<b>1) Podpora skrajna</b>	
$V_{Ed}^A = 17,79 \text{ kN}$	
$A_{s1} = 5,61 \text{ cm}^2$	
Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej w odległości $l_{ver}$ od podpory:	
$l_{ver} = \frac{t}{2} + d = \frac{0,30}{2} + 0,09 = 0,24 \text{ m}$	
$p = 1,35 \cdot g_k \cdot 0,85 + 1,5 \cdot q_k = 1,35 \cdot 4,43 + 1,5 \cdot 2,50 = 8,84 \text{ kN/m}$	
$V_{Ed}^{A,d} = V_{Ed}^A - p \cdot l_{ver} = 17,79 - 8,84 \cdot 0,24 = 15,67 \text{ kN}$	
Przyjęto siłę do wymiarowania $V_{Ed} = 15,67 \text{ kN}$	
Nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie:	
$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,13$	
$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{90}} = 2,49 > 2,0$	
Przyjęto $k = 2,0$	
Przyjęto, że zbrojenie $A_{s1}$ przyjęto jako zbrojenie rozciągane, które sięga na odległość na odległość nie mniejszą niż $(l_{bd} + d)$ poza rozważany przekrój.	
$\rho_1 = \min \left\{ \frac{A_{s1}}{b d} = \frac{0,00561}{1,00 \cdot 0,09} = 0,006 \right. = 0,006$	
$k_1 = 0,15$	
$\rho_{cp} = 0$	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,00^2 \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,443$	
$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b \cdot d \right. = 53,66 \text{ kN}$	
$\left. v_{min} \cdot b \cdot d \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,006 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \\ 0,443 \cdot 0,09 \cdot 1,00 \end{array} \right\} \cdot 0,09 \cdot 1,00 = \max \left\{ \begin{array}{l} 53,66 \text{ kN} \\ 39,84 \text{ kN} \end{array} \right.$	
$\left. \right\} = 53,66 \text{ kN}$	
EC 1992-1-1	
6.2.2	
EC 1992-1-1	
wzór 6.3N	
EC 1992-1-1	
wzór 6.2a	
EC 1992-1-1	
wzór 6.2b	

Obliczenia	Odnosiniki
<p>Sprawdzenie, czy element wymaga zbrojenia na ścinanie:  <math>V_{Ed} = 15,67 \text{ kN} &lt; V_{Rd,c} = 53,66 \text{ kN} \rightarrow</math> Element nie wymaga zbrojenia na ścinanie</p> <p><b>2) Podpora przyskrajna (prawa strona)</b></p> <p><math>V_{Ed}^{BL} = 26,29 \text{ kN}</math>  <math>A_{s1} = 5,67 \text{ cm}^2</math></p>  <p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej w odległości <math>l_{ver}</math> od podpory:</p> $l_{ver} = \frac{t}{2} + d = \frac{0,25}{2} + 0,09 = 0,22 \text{ m}$ $p = 1,35 \cdot g_k \cdot 0,85 + 1,5 \cdot q_k = 1,35 \cdot 4,43 + 1,5 \cdot 2,50 = 8,84 \text{ kN/m}$ $V_{Ed}^{BL,d} = V_{Ed}^{BL} - p \cdot l_{ver} = 26,29 - 8,84 \cdot 0,22 = 24,39 \text{ kN}$ <p>Przyjęto siłę do wymiarowania <math>V_{Ed} = 24,39 \text{ kN}</math></p> <p>Nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie:</p> $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,13$ $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{90}} = 2,49 > 2,0$ <p>Przyjęto <math>k = 2,0</math></p> <p>Przyjęto, że zbrojenie <math>A_{s1}</math> przyjęto jako zbrojenie rozciągane, które sięga na odległość na odległość nie mniejszą niż <math>(l_{bd} + d)</math> poza rozważany przekrój</p> $\rho_1 = \min \left\{ \frac{A_{s1}}{bd} = \frac{0,00567}{1,00 \cdot 0,09} = 0,006 = 0,006 \right. \\ \left. \frac{0,02}{0,02} \right\}$ $k_1 = 0,15$ $\rho_{cp} = 0$ $v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,00^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,443$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b \cdot d \right. \\ \left. v_{min} \cdot b \cdot d \right\}$	<p>EC 1992-1-1 6.2.1</p> <p>EC 1992-1-1 6.2.2</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 6.3N</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 6.2a</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 6.2b</p>



Obliczenia	Odnośniki
$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,006 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 0,09 \cdot 1,00 = \max \begin{cases} 53,66 \text{ kN} \\ 39,84 \text{ kN} \end{cases} \right.$ $= 53,66 \text{ kN}$	
<p>Sprawdzenie, czy element wymaga zbrojenia na ścinanie:</p> $V_{Ed} = 24,39 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 53,66 \text{ kN} \rightarrow \text{Element nie wymaga zbrojenia na ścinanie}$	<p>EC 1992-1-1 6.2.1</p>
<p><b>3) Podpora przyskrajna (prawa strona)</b></p> $V_{Ed}^{BP} = 24,23 \text{ kN}$ $A_{s1} = 3,57 \text{ cm}^2$	
	
<p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej w odległości <math>l_{ver}</math> od podpory:</p>	
$l_{ver} = \frac{t}{2} + d = \frac{0,25}{2} + 0,09 = 0,22 \text{ m}$	
$p = 1,35 \cdot g_k \cdot 0,85 + 1,5 \cdot q_k = 1,35 \cdot 4,43 + 1,5 \cdot 2,50 = 8,84 \text{ kN/m}$	
$V_{Ed}^{BP,d} = V_{Ed}^{BP} - p \cdot l_{ver} = 24,23 - 8,84 \cdot 0,22 = 22,33 \text{ kN}$	
<p>Przyjęto siłę do wymiarowania <math>V_{Ed} = 22,33 \text{ kN}</math></p>	
<p>Nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie:</p>	
$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,13$	
$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{90}} = 2,49 > 2,0$	<p>EC 1992-1-1 6.2.2</p>
<p>Przyjęto <math>k = 2,0</math></p>	
<p>Przyjęto, że zbrojenie <math>A_{s1}</math> przyjęto jako zbrojenie rozciągane, które sięga na odległość na odległość nie mniejszą niż <math>(l_{bd} + d)</math> poza rozważany przekrój</p>	
$\rho_1 = \min \left\{ \frac{A_{s1}}{b d} = \frac{0,00357}{1,00 \cdot 0,09} = 0,004 = 0,004 \right.$	
$k_1 = 0,15$	
$q_{cp} = 0$	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,00^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,443$	<p>EC 1992-1-1 wzór 6.3N</p>

Obliczenia	Odknošniki																				
$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b \cdot d \right.$ $\left. v_{min} \cdot b \cdot d \right.$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,004 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 0,09 \cdot 1,00 = \max \begin{cases} 46,16 \text{ kN} \\ 39,84 \text{ kN} \end{cases} \right.$ $= 46,16 \text{ kN}$	<p>EC 1992-1-1 wzór 6.2a</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 6.2b</p>																				
<p>Sprawdzenie, czy element wymaga zbrojenia na ścinanie:</p> <p><math>V_{Ed} = 22,33 \text{ kN} &lt; V_{Rd,c} = 46,16 \text{ kN} \rightarrow</math> Element nie wymaga zbrojenia na ścinanie</p>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Podpora</th> <th><math>V_{Ed}</math></th> <th><math>V_{Rd,c}</math></th> <th>Zbrojenie na ścinanie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>15,67 kN</td> <td>53,66 kN</td> <td>Nie jest wymagane</td> </tr> <tr> <td>BL</td> <td>24,39 kN</td> <td>53,66 kN</td> <td>Nie jest wymagane</td> </tr> <tr> <td>BP</td> <td>22,33 kN</td> <td>46,16 kN</td> <td>Nie jest wymagane</td> </tr> <tr> <td>CL</td> <td>19,22 kN</td> <td>46,16 kN</td> <td>Nie jest wymagane</td> </tr> </tbody> </table>	Podpora	$V_{Ed}$	$V_{Rd,c}$	Zbrojenie na ścinanie	A	15,67 kN	53,66 kN	Nie jest wymagane	BL	24,39 kN	53,66 kN	Nie jest wymagane	BP	22,33 kN	46,16 kN	Nie jest wymagane	CL	19,22 kN	46,16 kN	Nie jest wymagane	
Podpora	$V_{Ed}$	$V_{Rd,c}$	Zbrojenie na ścinanie																		
A	15,67 kN	53,66 kN	Nie jest wymagane																		
BL	24,39 kN	53,66 kN	Nie jest wymagane																		
BP	22,33 kN	46,16 kN	Nie jest wymagane																		
CL	19,22 kN	46,16 kN	Nie jest wymagane																		
<p><b><u>SPRAWDZENIE STANÓW GRANICZNYCH UŻYTKOWALNOŚCI</u></b></p>																					
<p><b>Kombinacje obciążeń</b></p> <p>Ostatecznie przyjęto:</p> <p>Charakterystyczne obciążenia stałe: <math>g_k = 4,43 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Charakterystyczne obciążenia użytkowe: <math>q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Współczynniki do kombinacji:</p> <p><math>\Psi_{2,q} = 0,3 \rightarrow</math> obciążenia użytkowe kategorii A</p> <p>Komb SGU: <math>g_k + q_k \cdot \Psi_{2,q} = 4,43 + 2,50 \cdot 0,30 = 5,18 \text{ kN/m}^2</math></p> <p>Wartości charakterystyczne momentów zginających:</p> <p><math>M_1^{max} = (0,077 \cdot 4,43 + 0,100 \cdot 0,75) \cdot 4,85^2 = 9,77 \text{ kNm}</math></p> <p><math>M_1^{min} = (0,077 \cdot 4,43 - 0,023 \cdot 0,75) \cdot 4,85^2 = 7,61 \text{ kNm}</math></p> <p><math>M_2^{max} = (0,036 \cdot 4,43 + 0,081 \cdot 0,75) \cdot 4,87^2 = 5,23 \text{ kNm}</math></p> <p><math>M_2^{min} = (0,036 \cdot 4,43 - 0,045 \cdot 0,75) \cdot 4,87^2 = 2,98 \text{ kNm}</math></p>																					
	<p>EC 1990 tab. A1.2(B)</p> <p>EC 1990 tab. A1.2(B) tab. A1.4</p>																				

Obliczenia	Odnosniki
<p><b>Sprawdzenie ugięć</b></p> <p><b>1) Przesło skrajne</b></p> <p><math>M_{Ek}^1 = 9,77 \text{ kNm}</math></p> <p><math>A_{s1} = 5,67 \text{ cm}^2</math></p> <p>Stopień zbrojenia:</p> $\rho = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{0,000567}{1,00 \cdot 0,09} = 0,0062 = 0,62 \%$ <p><math>\rho' = 0</math></p> <p>Porównawczy stopień zbrojenia:</p> $\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 0,0045 = 0,45 \%$ <p><math>\rho = 0,62 \% &gt; \rho_0 = 0,45 \% \leq \rightarrow</math> korzystamy ze wzoru:</p> $\frac{l_{eff}}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \cdot \left( \frac{\rho'}{\rho_0} \right) \right]$ <p><math>K = 1,3 \rightarrow</math> skrajne przęsła płyt jednokierunkowo zbrojonych</p> $\left( \frac{l}{d} \right)_{lim} = 1,3 \left[ 11 + 1,5 \sqrt{20} \cdot \frac{0,45}{0,62-0} + \frac{1}{12} \sqrt{20} \cdot \frac{0}{0,62} \right] = 20,56$ <p>Sprawdzenie poziomu naprężeń:</p> <p><math>z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,09 = 0,081 \text{ m}</math></p> $\sigma_s = \frac{M_{Ek}^1}{z \cdot A_{s1}} = \frac{9,77}{0,081 \cdot 0,000567} = 215 \text{ MPa}$ <p><math>\sigma_s = 215 \text{ MPa} \neq 310 \text{ MPa} \rightarrow</math> należy przemnożyć uzyskaną wartość <math>\left( \frac{l}{d} \right)_{lim}</math> przez <math>\frac{500 \cdot A_{s,prov}}{f_{yk} \cdot A_{s,reg}}</math></p> $\frac{500 \cdot A_{s,prov}}{f_{yk} \cdot A_{s,reg}} = \frac{500 \cdot 5,67}{500 \cdot 5,61} = 1,01$ $\left( \frac{l}{d} \right)_{lim} = 1,01 \cdot 20,56 = 20,81$ <p>Stosunek rozpiętości do wysokości użytecznej:</p> <p><math>l_{eff} = 0,85 \cdot l_{pl,1} = 0,85 \cdot 5,00 = 4,25 \text{ m}</math></p> $\frac{l_{eff}}{d} = \frac{4,25}{0,09} = 47,22$ <p>Sprawdzenie warunku:</p> $\frac{l_{eff}}{d} = 47,22 > \left( \frac{l}{d} \right)_{lim} = 20,81 \rightarrow$ warunek niespełniony, należy policzyć ugięcia metodą dokładną	<p>EC 1992-1-1 wzór 7.4.2</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 7.16b</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 7.4N</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 7.17</p> <p>EC 1992-1-1 rys. 5.2</p> <p>EC 1992-1-1 7.4 (2)</p>

Obliczenia	Odnosiniki
<p><b>2) Przęsło wewnętrzne</b></p> <p><math>M_{Ek}^1 = 5,23 \text{ kNm}</math>  <math>A_{s1} = 3,57 \text{ cm}^2</math></p> <p>Stopień zbrojenia:  <math display="block">\rho = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{0,000357}{1,00 \cdot 0,09} = 0,0040 = 0,40 \%</math> <math display="block">\rho' = 0</math></p> <p>Porównawczy stopień zbrojenia:  <math display="block">\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 0,0045 = 0,45 \%</math></p> <p><math>\rho = 0,40 \% &lt; \rho_0 = 0,45 \% \leq \rightarrow</math> korzystamy ze wzoru:  <math display="block">\frac{l_{eff}}{d} = K \left[ 11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \cdot \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right]</math></p> <p><math>K = 1,5 \rightarrow</math> wewnętrzne przęsła płyt jednokierunkowo zbrojonych  <math display="block">\left( \frac{l}{d} \right)_{lim} = 1,3 \left[ 11 + 1,5 \sqrt{20} \cdot \frac{0,45}{0,40} + 3,2 \sqrt{20} \left( \frac{0,45}{0,40} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] = 28,82</math></p> <p>Sprawdzenie poziomu naprężeń:  <math>z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,09 = 0,081 \text{ m}</math>  <math display="block">\sigma_s = \frac{M_{Ek}^1}{z \cdot A_{s1}} = \frac{5,23}{0,081 \cdot 0,000357} = 181 \text{ MPa}</math>  <math>\sigma_s = 181 \text{ MPa} \neq 310 \text{ MPa} \rightarrow</math> należy przemnożyć uzyskaną wartość <math>\left( \frac{l}{d} \right)_{lim}</math> przez <math>\frac{500 \cdot A_{s,prov}}{f_{yk} \cdot A_{s,reg}}</math></p> $\frac{500 \cdot A_{s,prov}}{f_{yk} \cdot A_{s,reg}} = \frac{500 \cdot 3,57}{500 \cdot 3,30} = 1,08$ $\left( \frac{l}{d} \right)_{lim} = 1,08 \cdot 28,82 = 31,20$ <p>Stosunek rozpiętości do wysokości użytecznej:  <math>l_{eff} = 0,85 \cdot l_{pl,1} = 0,85 \cdot 5,00 = 4,25 \text{ m}</math>  <math display="block">\frac{l_{eff}}{d} = \frac{4,25}{0,09} = 47,22</math></p> <p>Sprawdzenie warunku:  <math display="block">\frac{l_{eff}}{d} = 47,22 &gt; \left( \frac{l}{d} \right)_{lim} = 31,20 \rightarrow</math> warunek niespełniony, należy policzyć ugięcia metodą dokładną</p>	<p>EC 1992-1-1 wzór 7.4.2</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 7.16b</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 7.4N</p> <p>EC 1992-1-1 wzór 7.17</p> <p>EC 1992-1-1 rys. 5.2</p> <p>EC 1992-1-1 7.4 (2)</p>

Obliczenia				Odnosiniki
Przęsło	$\frac{l_{eff}}{d}$	$\left(\frac{l}{d}\right)_{lim}$	Sprawdzenie ugięć	
1	47,22	20,81	wymagane dokładne sprawdzenie	
2	47,22	31,20	wymagane dokładne sprawdzenie	
<p><b>7. Sprawdzenie zarysowań</b></p> <p>Żelbetowe i sprężone płyty budynków, zginane bez istotnego rozciągania siłami podłużnymi, których wysokość nie przekracza 200 mm, nie wymagają podejmowania szczególnych kroków w celu ograniczenia zarysowania, gdy zastosowano postanowienia ogólne dotyczące zbrojenia płyt.</p> <p><b>WIEŃCE OBWODOWE</b></p> <p>Przyjęto następujące wymiary wieńca obwodowego:  szerokość: <math>b_w = 30 \text{ cm}</math>  wysokość: <math>h_w = 20 \text{ cm}</math></p> <p>Siła rozciągająca we wieńcu:  <math>l_i = 5,00 \text{ m} \rightarrow</math> rozpiętość przęsła skrajnego  <math>q_i = 10 \text{ kN/m} \rightarrow</math> wartość zalecana  <math>Q_2 = 70 \text{ kN} \rightarrow</math> wartość zalecana  <math>F_{tie,per} = 5,00 \cdot 10 = 50,00 \text{ kN} \leq Q_2 = 70 \text{ kN}</math></p> <p>Przyjęto zbrojenie w postaci 4 prętów 10 mm o polu <math>A_{sw} = 3,14 \text{ cm}^2</math></p> <p>Nośność wieńca obwodowego na rozciąganie:  <math>A_{sw} = 3,14 \text{ cm}^2</math>  <math>N_{Rd} = A_{sw} \cdot f_{yd} = 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 = 136,59 \text{ kN}</math></p> <p>Sprawdzenie nośności wieńca obwodowego na rozciąganie:  <math>N_{Rd} = 136,59 \text{ kN} &gt; N_{Ed} = 50,00 \text{ kN} \rightarrow</math> warunek spełniony</p>				<p>EC 1992-1-1 7.3.3 (1)</p> <p>EC 1192-1-1 9.10.2.2.</p> <p>EC 1192-1-1 wzór 9.15</p>

