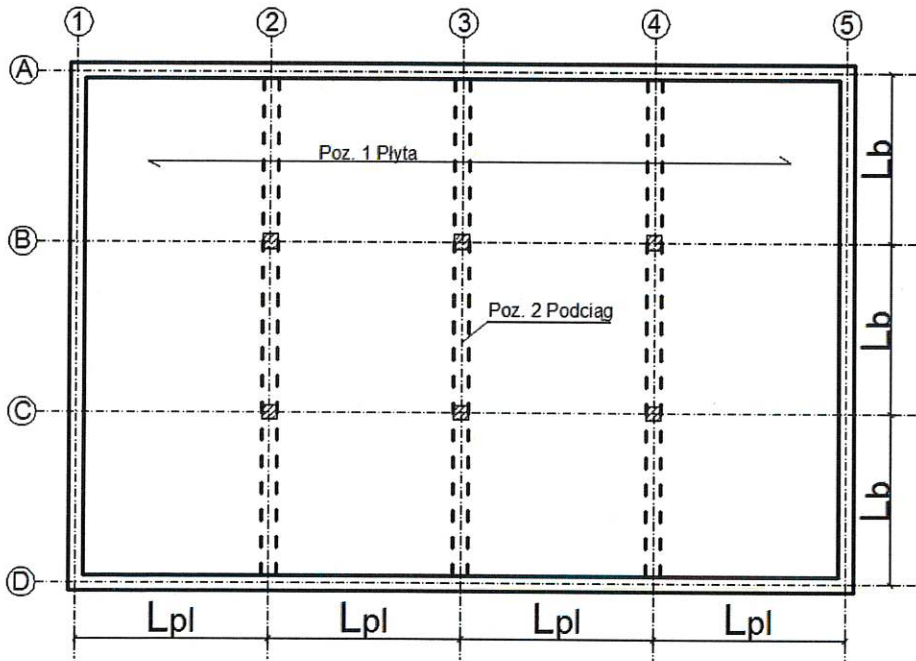
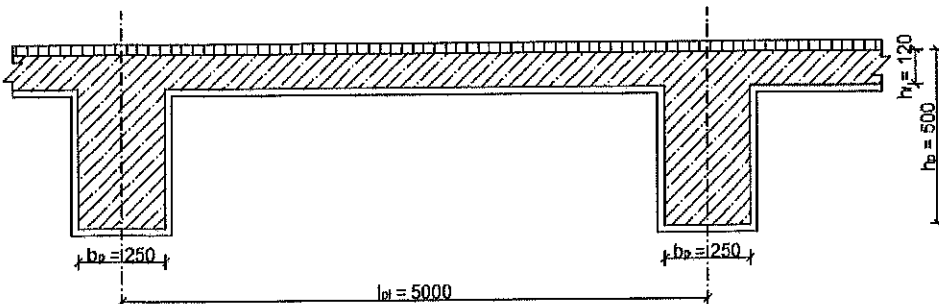
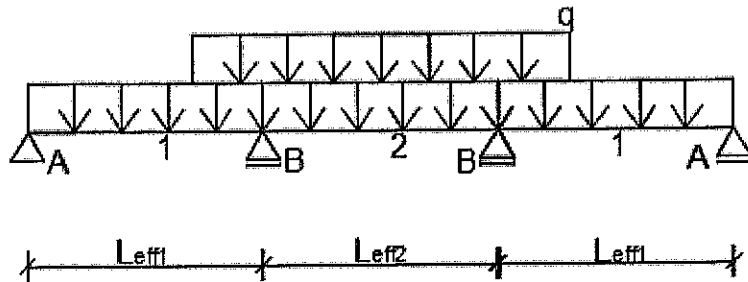
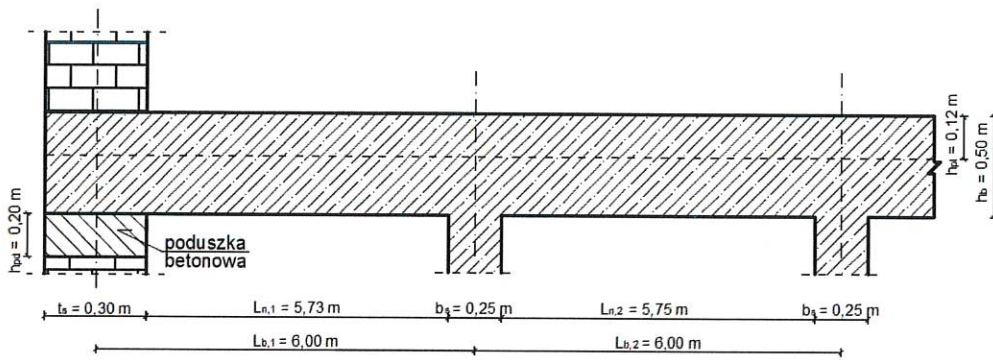
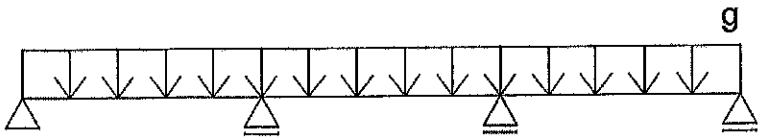
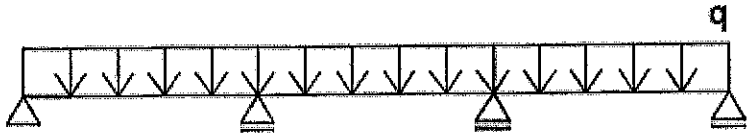
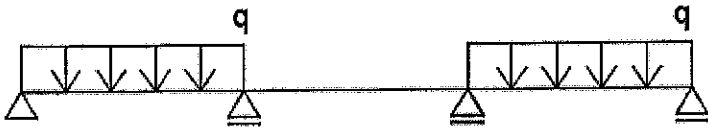
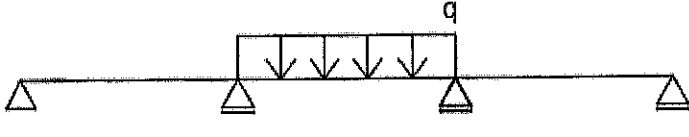


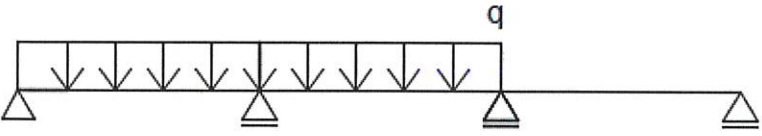
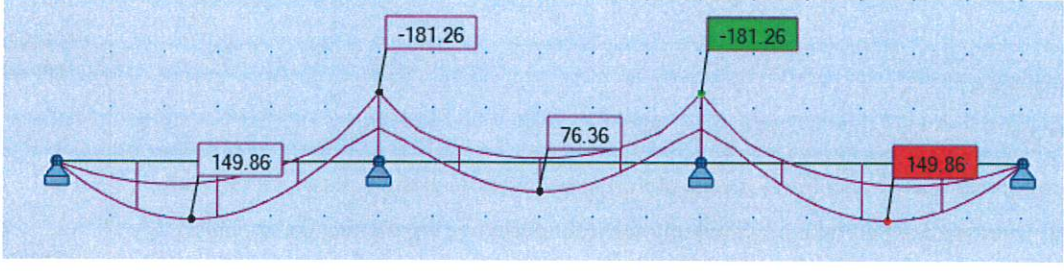
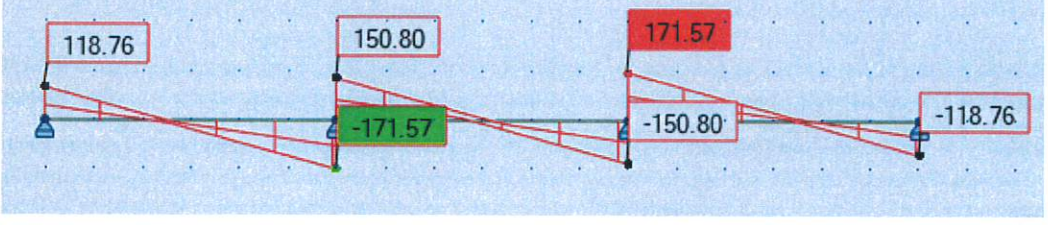
PROJEKT WYBRANYCH ELEMENTÓW ŻELBETOWEGO STROPU BELKOWEGO**Część 2 - Podciąg żelbetowy**

Obliczenia	Odnosniki
<p><u>ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ</u></p> <p>Rozpiętość płyty stropowej L_{pl}: 5,00 m</p> <p>Rozpiętość podciagu L_b: 6,00 m</p> <p>Przeznaczenie: budynek mieszkalny</p> <p>Obciążenie użytkowe: 2,00 kN/m²</p>  <p><u>KSZTAŁTOWANIE KONSTRUKCJI</u></p> <p>Wartości przyjęte do obliczeń</p> <p>Grubość ściany zewnętrznej: 30 cm</p> <p>Dobór wymiarów podciagu</p> <p>Wysokość podciagu:</p> $h_p = \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{15}\right) L_p = \left(\frac{1}{15} - \frac{1}{12}\right) 6,00 = (0,40 - 0,50), \text{ przyjęto } h_p = 0,50 \text{ m}$ <p>Szerokość podciagu:</p> $b_p = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2}\right) h_p = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2}\right) 0,50 = (0,17 - 0,25), \text{ przyjęto } b_p = 0,25 \text{ m}$	

Obliczenia		Oдноśniki															
ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ																	
																	
Obciążenia stałe																	
<table><tr><th>Obciążenie</th><th>Obciążenie [kN/m]</th><th>Wartość charakterystyczna [kN/m]</th></tr><tr><td>Płyta stropowa</td><td>5,00 m · 4,43 kN/m²</td><td>22,16</td></tr><tr><td>Podciąg</td><td>0,25 m · 0,38 m · 25,0 kN/m³</td><td>2,37</td></tr><tr><td>Tynk c-w 10mm</td><td>0,01 m · 2 · 0,38 m · 19,0 kN/m³</td><td>0,14</td></tr><tr><td>Razem</td><td>-</td><td>24,67</td></tr></table>	Obciążenie	Obciążenie [kN/m]	Wartość charakterystyczna [kN/m]	Płyta stropowa	5,00 m · 4,43 kN/m²	22,16	Podciąg	0,25 m · 0,38 m · 25,0 kN/m³	2,37	Tynk c-w 10mm	0,01 m · 2 · 0,38 m · 19,0 kN/m³	0,14	Razem	-	24,67		
Obciążenie	Obciążenie [kN/m]	Wartość charakterystyczna [kN/m]															
Płyta stropowa	5,00 m · 4,43 kN/m²	22,16															
Podciąg	0,25 m · 0,38 m · 25,0 kN/m³	2,37															
Tynk c-w 10mm	0,01 m · 2 · 0,38 m · 19,0 kN/m³	0,14															
Razem	-	24,67															
Obciążenia użytkowe																	
Obciążenie użytkowe:																	
<ul style="list-style-type: none">- obciążenie użytkowe dla powierzchni mieszkalnych: $5,00\text{ m} \cdot 2,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 10,00\text{ kN/m}$ (kategoria A)- obciążenie użytkowe od ścianek działowych przestawnych: $5,00\text{ m} \cdot 0,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 2,50\text{ kN/m}$ (kategoria A)																	
Obciążenie użytkowe razem: 12,50 kN/m																	
OBLICZENIA STATYCZNE																	
Schemat statyczny																	
																	

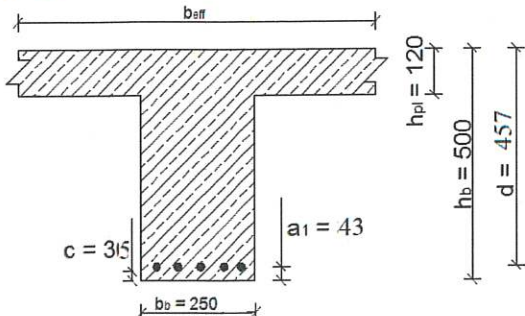
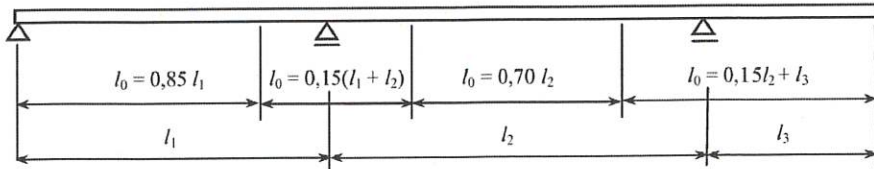
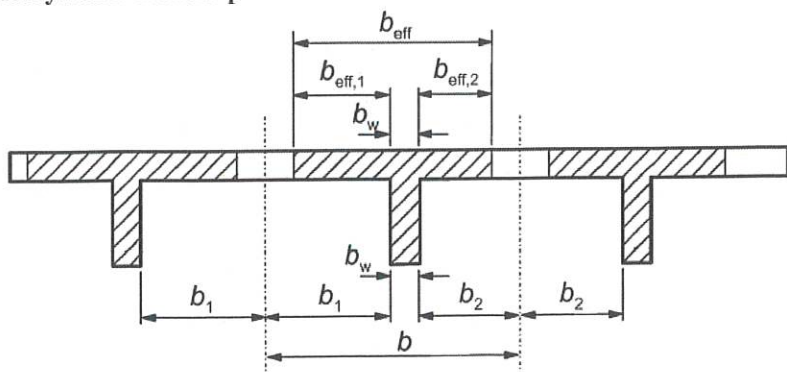
Obliczenia	Odnosniki
<p>Długość efektywna</p>  <p>Rozpiętość przęsła skrajnego: $L_{p,1} = 6,00 \text{ m}$ Rozpiętość przęsła wewnętrznego: $L_{p,2} = 6,00 \text{ m}$ Szerokość ściany zewnętrznej: $t_s = 0,30 \text{ m}$ Szerokość słupa: $b_s = 0,25 \text{ m}$</p> <p>a) przęsło skrajne</p> $L_{n,1} = L_{b,1} - 0,5t_s - 0,5b_s = 6,00 - 0,5 \cdot 0,30 - 0,5 \cdot 0,25 = 5,73 \text{ m}$ $a_1 = \min \begin{cases} 0,5h_b = 0,5 \cdot 0,50 \text{ m} = 0,25 \text{ m} \\ 0,5t_s = 0,5 \cdot 0,30 \text{ m} = 0,15 \text{ m} \end{cases} = 0,15 \text{ m}$ $a_2 = \min \begin{cases} 0,5h_b = 0,5 \cdot 0,50 \text{ m} = 0,25 \text{ m} \\ 0,5b_s = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m} = 0,13 \text{ m} \end{cases} = 0,13 \text{ m}$ $L_{\text{eff},1} = L_{n,1} + a_1 + a_2 = 5,73 + 0,15 + 0,13 = 6,01 < l_b \text{ [m]}$ <p>ba) przęsło wewnętrzne</p> $L_{n,2} = L_{b,2} - 0,5b_s - 0,5b_s = 6,00 - 0,5 \cdot 0,25 - 0,5 \cdot 0,25 = 5,75 \text{ m}$ $a_1 = \min \begin{cases} 0,5h_b = 0,5 \cdot 0,40 \text{ m} = 0,20 \text{ m} \\ 0,5b_s = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m} = 0,13 \text{ m} \end{cases} = 0,13 \text{ m}$ $a_2 = \min \begin{cases} 0,5h_b = 0,5 \cdot 0,40 \text{ m} = 0,20 \text{ m} \\ 0,5b_s = 0,5 \cdot 0,25 \text{ m} = 0,13 \text{ m} \end{cases} = 0,13 \text{ m}$ $L_{\text{eff},2} = L_{n,2} + a_1 + a_2 = 5,75 + 0,13 + 0,13 = 6,01 < l_b \text{ [m]}$ <p>Kombinacje obciążeń</p> <p>Charakterystyczne obciążenia stałe: $g_k = 24,67 \text{ kN/m}$ Charakterystyczne obciążenia użytkowe: $q_k = 12,50 \text{ kN/m}$</p> <p>Współczynniki częściowe dla kombinacji:</p> <p>$\gamma_g = 1,35 \rightarrow$ obciążenia stałe $\gamma_q = 1,50 \rightarrow$ obciążenia zmienne</p>	<p>EC 1992-1-1 5.3.2.2</p> <p>EC 1992-1-1 5.3.2.2</p> <p>EC 1990 tab. A1.2(B)</p>

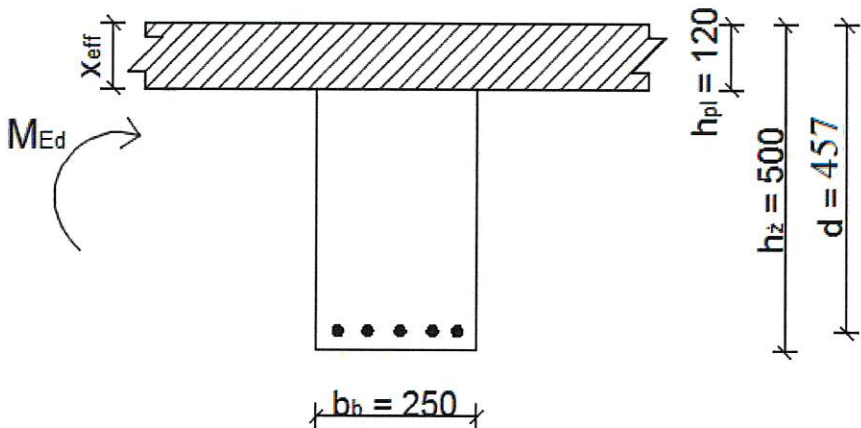
Obliczenia	Odnosniki
<p>Współczynniki do kombinacji:</p> <p>$\xi = 0,85 \rightarrow$ obciążenia stałe</p> <p>$\Psi_{0,q} = 0,7 \rightarrow$ obciążenia użytkowe kategorii A</p> <p>Komb SGN1: $\gamma_g \cdot g_k \cdot \xi + \gamma_q \cdot q_k$</p> <p>Komb SGN2: $\gamma_g \cdot g_k + \gamma_q \cdot q_k \cdot \Psi_{0,q}$</p> <p>Przypadki obciążeń</p> <p>1) obciążenia stałe G (w programach MES obciążenie ciężarem własnym jest dodawane automatycznie, dlatego należy pamiętać, aby je uprzednio usunąć i dodać ponownie zgodnie ze schematem)</p>  <p>2) obciążenia użytkowe Q1</p>  <p>3) obciążenia użytkowe Q2</p>  <p>4) obciążenia użytkowe Q3</p> 	<p>EC 1990 tab. A 1.1</p> <p>EC 1990 tab. A1.2(B)</p>

Obliczenia	Odnosniki
<p>5) obciążenia użytkowe Q4</p>  <p>Sily wewnętrzne</p> <p>1) obliczeniowe momenty zginające</p>  <p>2) obliczeniowe siły poprzeczne</p>  <p>WYMIAROWANIE</p> <p>Dobór materiałów</p> <p>BETON:</p> <p>Klasa ekspozycji XC 1 → beton C20/25</p> <p>Charakterystyki betonu:</p> <p>$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$</p> <p>$\gamma_c = \begin{Bmatrix} 1,5 \\ 1,4 \end{Bmatrix}$</p>	
<p>WYMIAROWANIE</p> <p>Dobór materiałów</p> <p>BETON:</p> <p>Klasa ekspozycji XC 1 → beton C20/25</p> <p>Charakterystyki betonu:</p> <p>$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$</p> <p>$\gamma_c = \begin{Bmatrix} 1,5 \\ 1,4 \end{Bmatrix}$</p>	<p>EC 1992-1-1 tab. 4.1 tab. E.1N</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 3.1</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 2.1 tab. NA.2</p> <p>EC 1990 wzór 6.3</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 3.1</p> <p>EC 1990 wzór 6.3</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 3.1</p>

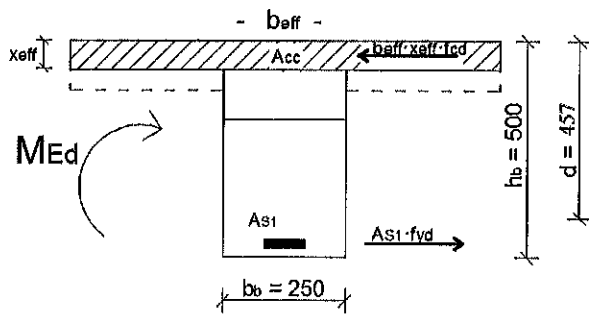
Obliczenia	Odnośniki
<p>Przyjęto $\gamma_c = 1,4$</p> $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,4} = 14,29 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$ $f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$ $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{1,5}{1,4} = 1,07 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$ <p>STAL:</p> <p>Stal klasy B: B500B</p> $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ <p>Niektórzy producenci stali zbrojeniowej podają obliczeniową wartość granicy plastyczności stali zbrojeniowej, w przypadku jej braku przyjmujemy wartości normowe współczynnika zgodnie z formułą:</p> $\gamma_s = \left\{ \begin{matrix} 1,15 \\ 1,15 \end{matrix} \right\}$ <p>Przyjęto $\gamma_s = 1,15$</p> $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa} = 43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$ $E_s = 200,0 \text{ GPa}$ $\varepsilon_{cu} = 0,0035$ $\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{435}{200000} = 0,0022$ $\xi_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + 0,0022} = 0,614$ <p>Otulenie zbrojenia głównego</p> <p>Wstępnie ustalono \varnothing zbrojenia podciągu 16 mm, natomiast otulenie zbrojenia ustalono:</p> $c_{min} = \max \left\{ \begin{matrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} \\ 10 \text{ mm} \end{matrix} \right\}$ <p>$c_{min,b} = 16 \text{ mm} \rightarrow$ zwykle ułożenie prętów, pręty zbrojeniowe o średnicy 16 mm</p> <p>$c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \rightarrow$ klasa konstrukcji S4, klasa ekspozycji XC1</p> <p>$\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \rightarrow$ wartość zalecana</p>	<p>EC 1992-1-1 tab. C.1</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 2.1 tab. NA.2</p> <p>EC 1990 wzór 6.3</p> <p>EC 1992-1-1 tab. 3.1</p> <p>EC 1992-1-1 3.1.7</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>

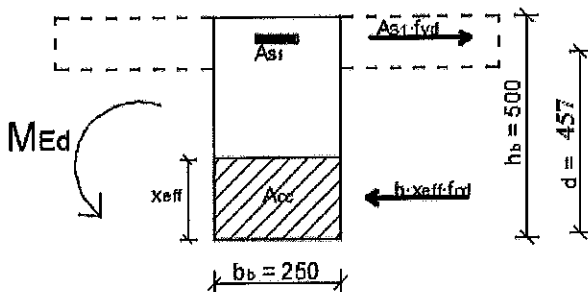
Obliczenia	Odnosiniki
$\Delta c_{dur,st} = 0 \rightarrow$ nie zastosowano stali nierdzewnej i nie podjęto żadnych specjalnych kroków	EC 1992-1-1 4.4.1.2 (8)
$\Delta c_{dur,add} = 0 \rightarrow$ nie zastosowano żadnej dodatkowej ochrony betonu	EC 1992-1-1 4.4.1.3 (1)
$c_{min} = \max \begin{Bmatrix} 16 \text{ mm} \\ 15 \text{ mm} + 0 - 0 - 0 \\ 10 \text{ mm} \end{Bmatrix} = 16 \text{ mm}$	EC 1992-1-1 4.4.1.3 (1)
$c_{dev} = 10 \text{ mm} \rightarrow$ wartość zalecana, gdy brak jest systemu zapewnienia jakości	EC 1992-1-1 wzór 4.1
$c_{nom} = c_{min} + c_{dev} = 16 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 26 \text{ mm}$	
Otulinie zbrojenia przyjęto $c = 3,0 \text{ cm}$	
Otulinie zbrojenia strzemion, (gdy wymagane zbrojenie na ścinanie!!!)	
Wstępnie ustalono \varnothing strzemion 8 mm, natomiast otulinie strzemion ustalono:	
$c_{min} = \max \begin{Bmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} \\ 10 \text{ mm} \end{Bmatrix}$	
$c_{min,b} = 8 \text{ mm} \rightarrow$ zwykle ułożenie prętów, pręty zbrojeniowe o średnicy 8 mm	
$c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \rightarrow$ klasa konstrukcji S4, klasa ekspozycji XC1	
$\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \rightarrow$ wartość zalecana	
$\Delta c_{dur,st} = 0 \rightarrow$ nie zastosowano stali nierdzewnej i nie podjęto żadnych specjalnych kroków	
$\Delta c_{dur,add} = 0 \rightarrow$ nie zastosowano żadnej dodatkowej ochrony betonu	
$c_{min} = \max \begin{Bmatrix} 8 \text{ mm} \\ 15 \text{ mm} + 0 - 0 - 0 \\ 10 \text{ mm} \end{Bmatrix} = 15 \text{ mm}$	
$c_{dev} = 10 \text{ mm} \rightarrow$ wartość zalecana, system zapewnienia jakości i zastosowania bardzo czułych urządzeń pomiarowych	
$c_{nom} = c_{min} + c_{dev} = 15 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$	
Sprawdzenie otulinie:	
$c_{nom,strz} + \varnothing_{strz} = 25 + 8 = 33 \text{ mm} <$ należy zwiększyć otulinie !!!	
$c_{nom,gt} = 35 \text{ mm} \rightarrow$ otulinie zapewnia odpowiednie zabezpieczenie dla strzemion i zbrojenia głównego podciagu	
Otulinie zbrojenia przyjęto $c = 3,5 \text{ cm}$	

Obliczenia	Odnosiniki
<p>Geometria przekroju</p> <p>W obliczeniach uwzględniane będą dwa przekroje podciagu: prostokątny nad podporami i teowy w przęsłach</p>  <p> $a_1 = c + \frac{1}{2} \phi_{pt} = 0,035 + \frac{1}{2} \cdot 0,016 = 0,043 \text{ m}$ $d = h_f - a_1 = 0,50 - 0,043 = 0,457 \text{ m}$ </p> <p>Wyznaczenie szerokości efektywnej przekroju teowego</p> <p>Długość efektywna</p>  <p> $l_b = 6,00 \text{ m}$ a) Przęsło skrajne $l_0 = l_{eff,1} = 0,85 l_b = 0,85 \cdot 6,00 = 5,10 \text{ m}$ b) Przęsło wewnętrzne $l_0 = l_{eff,2} = 0,70 l_b = 0,70 \cdot 6,00 = 4,20 \text{ m}$ c) Podpora B $l_0 = l_{eff,B} = 0,30 l_b = 0,30 \cdot 6,00 = 1,80 \text{ m}$ </p> <p>Efektywna szerokość pól</p> 	

Obliczenia	Odnosniki
<p> $b_{eff} = b_w + \sum b_{eff_i}$, lecz nie więcej niż b $b_{eff_i} = 0,2b_i + 0,1l_0$, lecz nie więcej niż $0,2l_0$ i nie więcej niż b_i $b = l_b = 6,00 \text{ m}$ $b_w = b_p = 0,25 \text{ m}$ $b_1 = b_2 = \frac{b-b_w}{2} = \frac{6,00-0,25}{2} = 2,88 \text{ m}$ </p> <p>a) Przęsło skrajne</p> <p> $b_{eff_1} = 0,2b_1 + 0,1l_0 = 0,2 \cdot 2,88 + 0,1 \cdot 5,10 = 1,09 \text{ m} > 0,2l_0 = 1,02 \text{ m}$ i $b_1 = 2,88 \text{ m}$, przyjęto $b_{eff_1} = 1,02 \text{ m}$ $b_{eff_2} = 0,2b_1 + 0,1l_0 = 0,2 \cdot 2,88 + 0,1 \cdot 5,10 = 1,09 \text{ m} > 0,2l_0 = 1,02 \text{ m}$ i $b_1 = 2,88 \text{ m}$, przyjęto $b_{eff_2} = 1,02 \text{ m}$ $b_{eff} = b_w + b_{eff_1} + b_{eff_2} = 0,25 + 1,02 + 1,02 = 2,29 \text{ m} < b = 2,88 \text{ m}$ </p> <p>b) Przęsło wewnętrzne</p> <p> $b_{eff_1} = 0,2b_1 + 0,1l_0 = 0,2 \cdot 2,88 + 0,1 \cdot 4,20 = 0,97 \text{ m} > 0,2l_0 = 0,84 \text{ m}$ i $b_1 = 2,88 \text{ m}$, przyjęto $b_{eff_1} = 0,84 \text{ m}$ $b_{eff_2} = 0,2b_1 + 0,1l_0 = 0,2 \cdot 2,88 + 0,1 \cdot 4,20 = 0,97 \text{ m} > 0,2l_0 = 0,84 \text{ m}$ i $b_1 = 2,88 \text{ m}$, przyjęto $b_{eff_2} = 0,84 \text{ m}$ $b_{eff} = b_w + b_{eff_1} + b_{eff_2} = 0,25 + 0,84 + 0,84 = 1,93 \text{ m} < b = 2,88 \text{ m}$ </p> <p>Sprawdzenie, czy przekrój jest pozornie, czy rzeczywiście teowy Pozornie teowy przekrój to sytuacja w której sama półka (płyta) jest w stanie przenieść moment zginający</p> 	

Obliczenia	Odnosniki
<p>Sprawdzam, jaki moment może przenieść półka przekroju teowego:</p> $M_{hf} = b_{eff} \cdot h_{pl} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5h_f)$ $b_{eff} = \min(b_{effi}) = \min(2,29, 1,93) = 1,93 \text{ m}$ $M_{hf} = b_{eff} \cdot h_f \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5h_f) = 1,93 \cdot 0,12 \cdot 14,29 \cdot 10^3 (0,457 - 0,06) = 1314 \text{ kNm}$ $M_{hf} = 1314 \text{ kNm} > M_{Ed} = 149,86 \text{ kNm}$ <p>Przekrój jest pozornie teowy. Należy go wymiarować jako przekrój prostokątny o wymiarach $b_{eff} \times h_p$.</p> <p>Zbrojenie w przęsłach wymiarujemy jak dla przekroju pozornie teowego, a nad podporą jak dla przekroju prostokątnego</p> <p>WYMIAROWANIE NA ZGINANIE</p> <p>Zbrojenie minimalne</p> $A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,2}{500} \cdot 0,457 = 0,000523 \text{ m}^2 = 5,23 \text{ cm}^2$ $A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 0,457 = 0,000594 \text{ m}^2 = 5,94 \text{ cm}^2$ <p>Przyjęto $A_{s,min} = 5,94 \text{ cm}^2$</p> <p>Zbrojenie maksymalne</p> $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_{cc} = 0,04 \cdot 0,25 \cdot 0,50 = 0,0050 \text{ m}^2 = 50,00 \text{ cm}^2$ <p>Przyjęto $A_{s,max} = 50,00 \text{ cm}^2$</p> <p>Zbrojenie na zginanie</p> <p>1) Przęsło skrajne</p> $M_1 = 149,86 \text{ kNm}$ <p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej x_{eff}:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, $x_{eff} = 0,8 x$, gdzie x wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{A_{s1}} = 0$ $b_{eff} \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$	<p>EC 1992-1-1 9.2.1.1</p> <p>EC 1992-1-1 9.2.1.1</p>

Obliczenia	Odnosniki
$2,29 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,457 - 0,5 x_{eff}) - 149,86 = 0$ $-16362 x_{eff}^2 + 14955 x_{eff} - 149,86 = 0$ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{14955^2 - 4 \cdot (-16362) \cdot (-149,86)} = 15279$ $x_{eff,1} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-14955 + 15279}{2 \cdot (-16362)} = 0,010 \text{ m}$ $x_{eff,2} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-14955 - 15279}{2 \cdot (-16362)} = 0,90 \text{ m}$ <p>$x_{eff,2}$ odrzucono, ponieważ $x_{eff,2} > h_b = 0,50 \text{ m}$</p> <p>Przyjęto $x_{eff} = x_{eff,1} = 0,010 \text{ m}$</p> <p>Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:</p> $x_{eff,lim} = 0,8 \xi_{lim} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,457 = 0,22 \text{ m}$ $x_{eff,lim} = 0,22 \text{ m} > x_{eff} = 0,010 \text{ m} \rightarrow \text{Wystarczająca wysokość strefy ściskanej}$ <p>Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia A_{s1}:</p> $\sum M_{Acc} = 0$ $A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff})]} = \frac{149,86}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,457 - 0,5 \cdot 0,010)]} = 0,000762 \text{ m}^2 = 7,62 \text{ cm}^2$ <p>Przyjmuję 4 pręty $\phi 16$ o polu powierzchni $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$</p> <p>Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:</p> $A_{s,max} = 50,00 \text{ cm}^2 > A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 5,94 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek spełniony}$ <p>2) Przęsło wewnętrzne</p> <p>$M_1 = 76,36 \text{ kNm}$</p>  <p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej x_{eff}:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, $x_{eff} = 0,8 x$, gdzie x wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{A_{s1}} = 0$ $b_{eff} \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$	

Obliczenia	Odnosiniki
$1,93 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,457 - 0,5 x_{eff}) - 76,36 = 0$ $-13790 x_{eff}^2 + 12604 x_{eff} - 76,36 = 0$ $\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{12604^2 - 4 \cdot 13790 \cdot (-76,36)} = 12770$ $x_{eff,1} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-12604 + 12770}{2 \cdot (-13790)} = 0,006 \text{ m}$ $x_{eff,2} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-12604 - 12770}{2 \cdot (-13790)} = 0,92 \text{ m}$ $x_{eff,2} \text{ odrzucono, ponieważ } x_{eff,2} > h_b = 0,50 \text{ m}$ $\text{Przyjęto } x_{eff} = x_{eff,1} = 0,006 \text{ m}$ <p>Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:</p> $x_{eff,lim} = 0,8 \xi_{lim} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,457 = 0,22 \text{ m}$ $x_{eff,lim} = 0,22 \text{ m} > x_{eff} = 0,006 \text{ m} \rightarrow \text{Wystarczająca wysokość strefy ściskanej}$ <p>Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia A_{s1}:</p> $\sum M_{Acc} = 0$ $A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff})]} = \frac{76,36}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,457 - 0,5 \cdot 0,006)]} = 0,000387 \text{ m}^2 = 3,87 \text{ cm}^2$ <p>Przyjmuję 3 pręty $\phi 16$ o polu powierzchni $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$</p> <p>Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:</p> $A_{s,max} = 50,00 \text{ cm}^2 > A_{s1} = 3,87 \text{ cm}^2 < A_{s,min} = 5,94 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek niespełniony}$ <p>3) Podpora B</p> <p>$M_1 = 181,26 \text{ kNm}$</p>  <p>Wyznaczanie wysokości strefy ściskanej x_{eff}:</p> <p>Założenia: metoda uproszczona, przekrój strefy ściskanej prostokątny, $x_{eff} = 0,8 x$, gdzie x wysokość strefy ściskanej dla betonu o rozkładzie parabolicznym</p> $\sum M_{A_{s1}} = 0$ $b_{eff} \cdot x_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (d - 0,5 x_{eff}) - M_{Ed} = 0$ $0,25 \cdot x_{eff} \cdot 14,29 \cdot 10^3 \cdot (0,457 - 0,5 x_{eff}) - 181,26 = 0$	

$$-1633x_{\text{eff}}^2 + 1786x_{\text{eff}} - 181,26 = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c} = \sqrt{1786^2 - 4 \cdot (-1633) \cdot (-181,26)} = 1416$$

$$x_{\text{eff},1} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-1786 + 1416}{2 \cdot (-1633)} = 0,11 \text{ m}$$

$$x_{\text{eff},2} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-1786 - 1416}{2 \cdot (-1633)} = 0,98 \text{ m}$$

$x_{\text{eff},2}$ odrzucono, ponieważ $x_{\text{eff},2} > h_b = 0,50 \text{ m}$

Przyjęto $x_{\text{eff}} = x_{\text{eff},1} = 0,11 \text{ m}$

Sprawdzenie czy przekrój jest pojedynczo zbrojony:

$$x_{\text{eff},\text{lim}} = 0,8 \xi_{\text{lim}} d = 0,8 \cdot 0,614 \cdot 0,457 = 0,22 \text{ m}$$

$x_{\text{eff},\text{lim}} = 0,11 \text{ m} > x_{\text{eff}} = 0,22 \text{ m} \rightarrow$ Wystarczająca wysokość strefy ściskanej

Wyznaczenia pola przekroju zbrojenia A_{s1} :

$$\sum M_{\text{Acc}} = 0$$

$$A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 x_{\text{eff}}) - M_{\text{Ed}} = 0$$

$$A_{s1} = \frac{M_{\text{Ed}}}{[f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{\text{eff}})]} = \frac{181,26}{[435 \cdot 10^3 \cdot (0,457 - 0,5 \cdot 0,11)]} = 0,001037 \text{ m}^2 = 10,37 \text{ cm}^2$$

Przyjmuję pręty 6 ϕ 16 o polu powierzchni $A_{s1} = 12,06 \text{ cm}^2$

Sprawdzenie minimalnego i maksymalnego zbrojenia:

$$A_{s,\text{max}} = 50,00 \text{ cm}^2 > A_{s1} = 12,05 \text{ cm}^2 > A_{s,\text{min}} = 1,50 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{warunek spełniony}$$

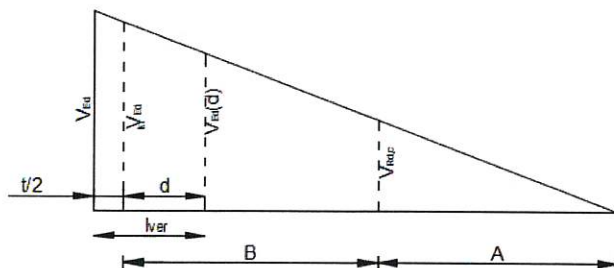
Tabela

WYMIAROWANIE NA ŚCINANIE

1) Podpora skrajna A

$$V_{\text{Ed}}^A = 118,76 \text{ kN}$$

$A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$ – zbrojenie główne płyty (na zginanie)



Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej na krawędzi podpory:

$$p = 1,35 \cdot g_k \cdot 0,85 + 1,5 \cdot q_k = 1,35 \cdot 24,68 + 1,5 \cdot 12,50 = 47,07 \text{ kN/m}$$

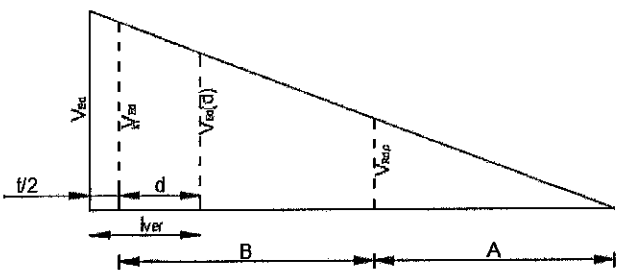
$$V_{\text{Ed}}^{A,\text{kr}} = V_{\text{Ed}}^A - p \cdot \frac{t}{2} = 118,76 - 47,07 \cdot \frac{0,30}{2} = 111,70 \text{ k}$$

Obliczenia	Odnosiniki
<p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej w odległości l_{ver} od podpory:</p> $l_{ver} = \frac{t}{2} + d = \frac{0,30}{2} + 0,462 = 0,61 \text{ m}$ $V_{Ed}^{A,d} = V_{Ed}^A - p \cdot l_{ver} = 118,76 - 47,07 \cdot 0,61 = 89,95 \text{ kN}$ <p>Przyjęto siłę do wymiarowania $V_{Ed} = 89,95 \text{ kN}$</p> <p>Nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie:</p> $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,13$ $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{462}} = 1,66 < 2,0$ <p>Przyjęto $k = 1,66$</p> <p>Przyjęto, że zbrojenie A_{s1} przyjęto jako zbrojenie rozciągane, które sięga na odległość nie mniejszą niż $(l_{bd} + d)$ poza rozważany przekrój.</p> $\rho_1 = \min \left\{ \frac{A_{s1}}{bd} = \frac{0,00804}{0,25 \cdot 0,462} = 0,007 = 0,007 \right.$ $0,02$ $k_1 = 0,15$ $q_{cp} = 0$ $v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,66^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,334$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{aligned} &C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b \cdot d \\ &v_{min} \cdot b \cdot d \end{aligned} \right.$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{aligned} &[0,12 \cdot 1,66 \cdot (100 \cdot 0,007 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0] \cdot 0,462 \cdot 0,25 = \max \begin{cases} 59,23 \text{ kN} \\ 38,59 \text{ kN} \end{cases} \\ &0,334 \cdot 0,462 \cdot 0,25 \\ &= 59,23 \text{ kN} \end{aligned} \right.$ <p>Sprawdzenie, czy element wymaga zbrojenia na ścinanie:</p> $V_{Ed} = 89,95 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 59,23 \text{ kN} \rightarrow \text{Element wymaga zbrojenia na ścinanie}$ <p>Obliczeniowa wartość max siły poprzecznej, jaką może przenieść element</p> $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$ $\alpha_{cw} = 1,0 \rightarrow \text{konstrukcje niesprężone}$ $z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,462 = 0,42 \text{ m}$ $\theta = 45^\circ \rightarrow \cot \theta = \tan \theta = 1 \text{ (można przyjąć dowolną wartość } \cot \theta \text{ od 1 do 2)}$ $v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$ $V_{Rd,max} = \frac{1,0 \cdot 0,25 \cdot 0,42 \cdot 0,552 \cdot 14,29}{1 + 1} = 409,86 \text{ kN}$	<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> <p>EC 1992-1-1 6.2.1</p> <p>EC 1992-1-1 6.2.3</p> <p>EC 1992-1-1 6.11</p>

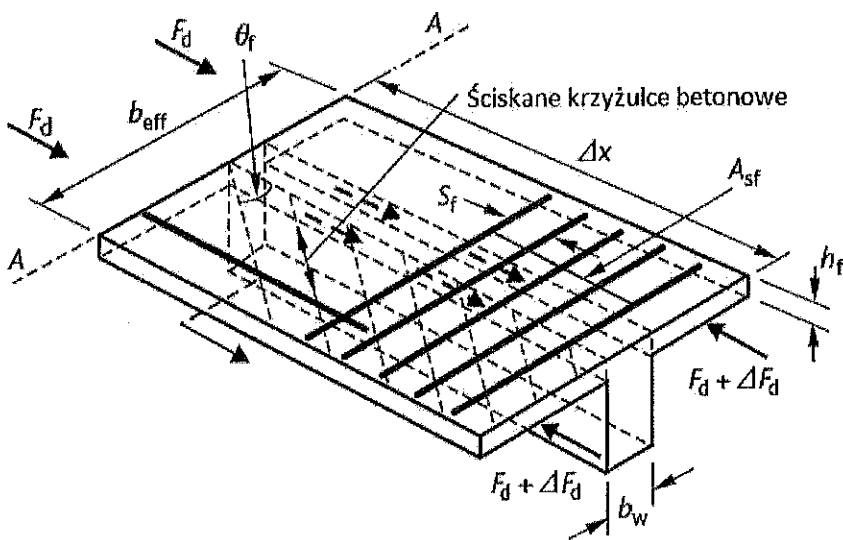
Obliczenia	Odnosniki
<p>$V_{Rd,max} = 409,86 \text{ kN} > V_{Ed}^A = 89,95 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 59,23 \text{ kN} \rightarrow$ Poprawnie przyjęto wymiary elementu, przekrój można wymiarować na ścinanie</p> <p>Wyznaczanie długości odcinka wymagającego zbrojenia na ścinanie:</p> $l_A = \frac{V_{Ed}^{A,kr} - V_{Rd,c}}{p} = \frac{111,70 - 59,23}{47,07} = 1,11 \text{ m}$ <p>Ponieważ $l_A > z \cdot \text{ctg } \theta = 0,42 \cdot 1,0 = 0,42 \text{ m}$ odcinek a_w trzeba dzielić na odcinki: $a_{w,A,1} = 0,55 \text{ m}$ i $a_{w,A,2} = 0,56 \text{ m}$</p> <p>Przyjęto strzemiona dwugaleziowe (dwucięte) $\phi 8$ o $A_{sw1} = 2 \cdot 0,503 = 1,00 \text{ cm}^2$</p> <p><u>Odcinek pierwszy</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{A,kr} = 111,70 \text{ kN}$ $s_{A,1} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg } \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{111,70} = 0,162 \text{ m} = 16,2 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,A,1}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 15 cm</p> <p><u>Odcinek drugi</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{A,kr} - p \cdot a_{w,A,1} = 111,7 - 47,07 \cdot 0,55 = 85,81 \text{ kN}$ $s_{A,2} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg } \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{85,81} = 0,210 \text{ m} = 21,0 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,A,2}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 20 cm</p> <p>Sprawdzić minimalny stopień zbrojenia!! Wykład 7</p> <p>I maksymalny rozstaw strzemion</p> <p>Na odcinkach nie wymagającym zbrojenia na ścinanie przyjęto strzemiona konstrukcyjne w postaci strzemion dwuciętych $\phi 8 \text{ mm}$ co 30 cm</p> <p>2) Podpora wewnętrzna lewa strona BL</p> $V_{Ed}^{BL} = 171,57 \text{ kN}$ $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$	

Obliczenia	Odnośniki
<p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej na krawędzi podpory:</p> $p = 1,35 \cdot g_k \cdot 0,85 + 1,5 \cdot q_k = 1,35 \cdot 24,68 + 1,5 \cdot 12,50 = 47,07 \text{ kN/m}$ $V_{Ed}^{BL,kr} = V_{Ed}^{BL} - p \cdot \frac{t}{2} = 171,57 - 47,07 \cdot \frac{0,25}{2} = 165,69 \text{ kN}$ <p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej w odległości l_{ver} od podpory:</p> $l_{ver} = \frac{t}{2} + d = \frac{0,25}{2} + 0,462 = 0,59 \text{ m}$ $V_{Ed}^{BL,d} = V_{Ed}^{BL} - p \cdot l_{ver} = 171,57 - 47,07 \cdot 0,59 = 143,94 \text{ kN}$ <p>Przyjęto siłę do wymiarowania $V_{Ed} = 143,94 \text{ kN}$</p> <p>Nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie:</p> $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,13$ $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{462}} = 1,66 < 2,0$ <p>Przyjęto $k = 1,66$</p> <p>Przyjęto, że zbrojenie A_{s1} przyjęto jako zbrojenie rozciągane, które sięga na odległość nie mniejszą niż $(l_{bd} + d)$ poza rozważany przekrój.</p> $\rho_1 = \min \left\{ \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{0,00804}{0,25 \cdot 0,462} = 0,007, \frac{0,02}{0,02} = 0,007 \right\} = 0,007$ $k_1 = 0,15$ $q_{cp} = 0$ $v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,66^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,334$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b \cdot d, v_{min} \cdot b \cdot d \right\}$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[0,12 \cdot 1,66 \cdot (100 \cdot 0,007 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 0,462 \cdot 0,25 = \max \begin{cases} 59,23 \text{ kN} \\ 38,59 \text{ kN} \end{cases} \right.$ $\left. = 59,23 \text{ kN} \right.$ <p>Sprawdzenie, czy element wymaga zbrojenia na ścinanie:</p> $V_{Ed} = 143,94 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 59,23 \text{ kN} \rightarrow \text{Element wymaga zbrojenia na ścinanie}$ <p>Obliczeniowa wartość max siły poprzecznej, jaką może przenieść element</p> $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\text{ctg} \theta + \text{tg} \theta}$ $\alpha_{cw} = 1,0 \rightarrow \text{konstrukcje niesprężone}$ $z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,462 = 0,42 \text{ m}$ $\theta = 45^\circ \rightarrow \text{ctg} \theta = \text{tg} \theta = 1 \text{ (można przyjąć dowolną wartość ctg } \theta \text{ od 1 do 2)}$	<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> <p>EC 1992-1-1 6.2.1</p> <p>EC 1992-1-1 6.2.3</p>

Obliczenia	Odnosniki
$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$ $V_{Rd,max} = \frac{1,0 \cdot 0,25 \cdot 0,42 \cdot 0,552 \cdot 14,29}{1 + 1} = 409,86 \text{ kN}$ $V_{Rd,max} = 409,86 \text{ kN} > V_{Ed}^{BL} = 143,94 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 59,23 \text{ kN} \rightarrow \text{Poprawnie przyjęto wymiary elementu, przekrój można wymiarować na ścinanie}$ <p>Wyznaczanie długości odcinka wymagającego zbrojenia na ścinanie:</p> $l_{BL} = \frac{V_{Ed}^{BL,kr} - V_{Rd,c}}{p} = \frac{165,69 - 59,23}{47,07} = 2,26 \text{ m}$ <p>Ponieważ $l_{BL} > z \cdot \text{ctg } \theta = 0,42 \cdot 1,0 = 0,42 \text{ m}$ odcinek a_w trzeba dzielić na odcinki: $a_{w,BL,1} = 0,57 \text{ m}$, $a_{w,BL,2} = 0,57 \text{ m}$, $a_{w,BL,3} = 0,56 \text{ m}$ i $a_{w,BL,4} = 0,56 \text{ m}$</p> <p>Przyjęto strzemiona dwugąłęzowe (dwucięte) $\phi 8$ o $A_{sw1} = 2 \cdot 0,503 = 1,00 \text{ cm}^2$</p> <p><u>Odcinek pierwszy</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BL,kr} = 165,69 \text{ kN}$ $s_{BL,1} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg } \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{165,69} = 0,109 \text{ m} = 10,9 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BL,1}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 10 cm</p> <p><u>Odcinek drugi</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BL,kr} - p \cdot a_{w,BL,1} = 165,69 - 47,07 \cdot 0,57 = 138,86 \text{ kN}$ $s_{BL,2} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg } \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{138,86} = 0,130 \text{ m} = 13,0 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BL,2}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 12 cm</p> <p><u>Odcinek trzeci</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BL,kr} - p \cdot (a_{w,BL,1} + a_{w,BL,2}) = 165,69 - 47,07 \cdot (0,57 + 0,57) = 112,02 \text{ kN}$ $s_{BL,3} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg } \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{112,02} = 0,161 \text{ m} = 16,1 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BL,3}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 15 cm</p> <p><u>Odcinek czwarty</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BL,kr} - p \cdot (a_{w,BL,1} + a_{w,BL,2} + a_{w,BL,3}) = 165,69 - 47,07 \cdot (0,57 + 0,57 + 0,56) = 112,02 \text{ kN}$ $s_{BL,4} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg } \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{85,66} = 0,211 \text{ m} = 21,1 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BL,4}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 20 cm</p>	

Obliczenia	Odnosniki
<p>3) Podpora wewnętrzna prawa strona BP</p> <p>$V_{Ed}^{BP} = 150,80 \text{ kN}$ $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$</p>  <p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej na krawędzi podpory:</p> $p = 1,35 \cdot g_k \cdot 0,85 + 1,5 \cdot q_k = 1,35 \cdot 24,68 + 1,5 \cdot 12,50 = 47,07 \text{ kN/m}$ $V_{Ed}^{BP,kr} = V_{Ed}^{BP} - p \cdot \frac{t}{2} = 150,80 - 47,07 \cdot \frac{0,25}{2} = 144,92 \text{ kN}$ <p>Wyznaczenie obliczeniowej wartości siły poprzecznej w odległości l_{ver} od podpory:</p> $l_{ver} = \frac{t}{2} + d = \frac{0,25}{2} + 0,462 = 0,59 \text{ m}$ $V_{Ed}^{BP,d} = V_{Ed}^{BP} - p \cdot l_{ver} = 150,80 - 47,93 \cdot 0,59 = 123,17 \text{ kN}$ <p>Przyjęto siłę do wymiarowania $V_{Ed} = 123,17 \text{ kN}$</p> <p>Nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie:</p> $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,13$ $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{462}} = 1,66 < 2,0$ <p>Przyjęto $k = 1,66$</p> <p>Przyjęto, że zbrojenie A_{s1} przyjęto jako zbrojenie rozciągane, które sięga na odległość nie mniejszą niż $(l_{bd} + d)$ poza rozważany przekrój.</p> $\rho_1 = \min \left\{ \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{0,00402}{0,25 \cdot 0,462} = 0,003, \frac{0,02}{0,02} = 0,003 \right\} = 0,003$ $k_1 = 0,15$ $q_{cp} = 0$ $v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,66^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,334$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b \cdot d, v_{min} \cdot b \cdot d \right\}$ $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[0,12 \cdot 1,66 \cdot (100 \cdot 0,003 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 0,462 \cdot 0,25, 0,334 \cdot 0,462 \cdot 0,25 \right\} = \max \left\{ 47,01 \text{ kN}, 38,59 \text{ kN} \right\} = 47,01 \text{ kN}$ <p>□prawdzenie, czy element wymaga zbrojenia na ścinanie:</p> <p>$V_{Ed} = 123,17 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 47,01 \text{ kN} \rightarrow$ Element wymaga zbrojenia na ścinanie</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> <p>EC 1992-1-1 6.2.1</p> <p>EC 1992-1-1 6.2.3</p>

Obliczenia	Odkośniki
<p>Obliczeniowa wartość max siły poprzecznej, jaką może przenieść element</p> $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\text{ctg}\theta + \text{tg}\theta}$ <p>$\alpha_{cw} = 1,0 \rightarrow$ konstrukcje niesprężone</p> <p>$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,462 = 0,42 \text{ m}$</p> <p>$\theta = 45^\circ \rightarrow \text{ctg}\theta = \text{tg}\theta = 1$ (można przyjąć dowolną wartość $\text{ctg}\theta$ od 1 do 2)</p> <p>$v_1 = v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$</p> $V_{Rd,max} = \frac{1,0 \cdot 0,25 \cdot 0,42 \cdot 0,552 \cdot 14,29}{1 + 1} = 409,86 \text{ kN}$ <p>$V_{Rd,max} = 409,86 \text{ kN} > V_{Ed}^{BP} = 123,17 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 47,01 \text{ kN} \rightarrow$ Poprawnie przyjęto wymiary elementu, przekrój można wymiarować na ścinanie</p> <p>Wyznaczanie długości odcinka wymagającego zbrojenia na ścinanie:</p> $l_{BP} = \frac{V_{Ed}^{BP,kr} - V_{Rd,c}}{p} = \frac{144,92 - 47,01}{47,07} = 2,08 \text{ m}$ <p>Ponieważ $l_{BP} > z \cdot \text{ctg}\theta = 0,42 \cdot 1,0 = 0,42 \text{ m}$ odcinek a_w trzeba dzielić na odcinki: $a_{w,BL,1} = 0,52 \text{ m}$, $a_{w,BL,2} = 0,52 \text{ m}$, $a_{w,BL,3} = 0,52 \text{ m}$ i $a_{w,BL,4} = 0,52 \text{ m}$</p> <p>Przyjęto strzemiona dwugąłęziowe (dwucięte) $\phi 8$ o $A_{sw1} = 2 \cdot 0,503 = 1,00 \text{ cm}^2$</p> <p><u>Odcinek pierwszy</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BP,kr} = 144,92 \text{ kN}$ $s_{BP,1} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg}\theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{144,92} = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BP,1}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 12 cm</p> <p><u>Odcinek drugi</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BP,kr} - p \cdot a_{w,BP,1} = 144,92 - 47,07 \cdot 0,52 = 120,44 \text{ kN}$ $s_{BP,2} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg}\theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{120,44} = 0,150 \text{ m} = 15,0 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BP,2}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 15 cm</p> <p><u>Odcinek trzeci</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BP,kr} - p \cdot (a_{w,BP,1} + a_{w,BP,2}) = 144,92 - 47,07 \cdot (0,52 + 0,52) = 95,96 \text{ kN}$ $s_{BL,3} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \text{ctg}\theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{95,96} = 0,188 \text{ m} = 18,8 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BP,3}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 18 cm</p>	

Obliczenia	Odnosniki
<p><u>Odcinek czwarty</u></p> <p>Rozstaw strzemion:</p> $V_{Rd,s} = V_{Ed}^{BP,kr} - p \cdot (a_{w,BP,1} + a_{w,BP,2} + a_{w,BP,3}) = 144,92 - 47,07 \cdot (0,52 + 0,52 + 0,52) = 71,48 \text{ kN}$ $s_{BP,4} < \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \cotg \theta}{V_{Rd,s}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 1,0}{71,48} = 0,253 \text{ m} = 25,3 \text{ cm}$ <p>Przyjęto na odcinku $a_{w,BP,4}$ strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 25 cm</p> <p>Na odcinkach nie wymagającym zbrojenia na ścinanie przyjęto strzemiona konstrukcyjne w postaci strzemion dwuciętych $\phi 8 \text{ mm}$ co 30 cm</p> <p>Sprawdzenie warunków dotyczących zbrojenia minimalnego na ścinanie:</p> $\rho_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s_t \cdot \sin \alpha} = \frac{1,0}{0,25 \cdot 0,12 \cdot \sin 90^\circ} = 0,0033 \geq \frac{0,08 \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \sqrt{20}}{500} = 0,0007 \rightarrow \text{stopień zbrojenia na}$ <p>ścinanie dobrano odpowiednio</p> <p>Maksymalny rozstaw strzemion wzdłuż osi podłużnej belki:</p> $s_{L,max} \leq 0,75d(1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 0,462 \cdot (1 + 0) = 0,35 \text{ m} = 35 \text{ cm} > s_L = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{rozstaw zbrojenia na ścinanie dobrano poprawnie}$ <p>Ścinanie pomiędzy półką a środkiem</p>  <p>Długość odcinka Δx można przyjmować połowę odległości od przekroju, w którym moment jest równy zero, do przekroju, w którym moment przyjmuje wartość maksymalną.</p> <p>Nośność przy obciążeniu v_{Ed} trzeba zapewnić na całym rozpatrywanym odcinku Δx.</p>	