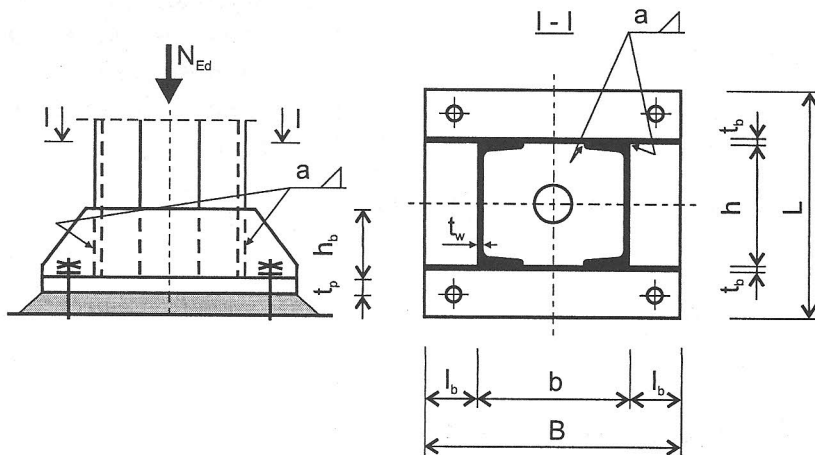


Procedura 5.10. Sprawdzanie nośności uźebrowanej podstawy słupa – trzon o przekroju dwu- zęziowym

Kolejne kroki	Objaśnienia
1	2



Rys. 5.30. Widok podstawy słupa

Kształtowanie podstawy słupa (rys. 5.30)

Wyznaczenie wymiarów blach trapezowych

1 Przyjęcie grubości t_b blachy trapezowej

2 Wyznaczenie wysokości blachy trapezowej

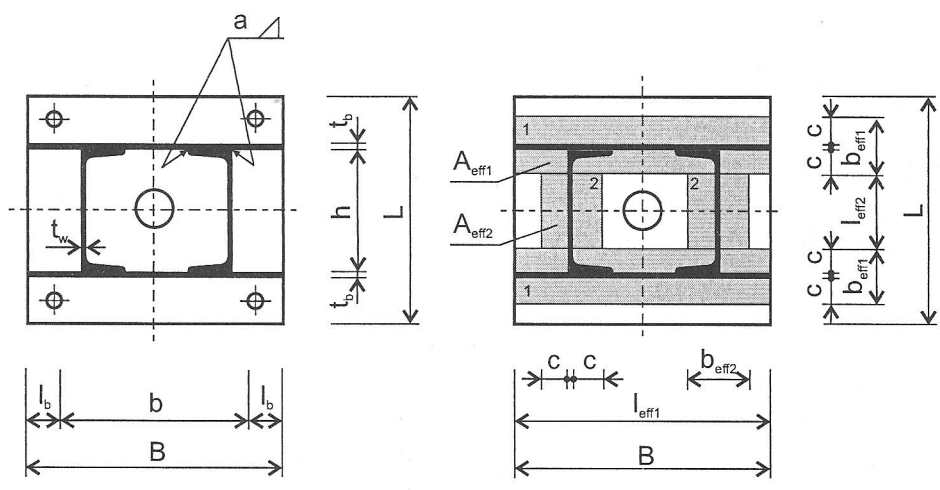
Grubość blachy trapezowej t_b przyjmuje się z warunków konstrukcyjnych (nie mniejszą niż 8 mm).

Procedura 5.10 (cd.)

1	2
<p><u>Komentarz</u></p> <p>Wysokość blachy trapezowej przyjmuje się jako wartość większą z długości l_{w1} pojedynczego odcinka spoiny pachwinowej łączącej trzon słupa z blachą trapezową, wysokości określanej jak dla przewiązki skrajnej, wynoszącej $1,5h_1$, lecz nie mniej niż 150 mm (h_1 – wysokość przewiązki pośredniej).</p>	
<p>3. Przyjęcie grubości a odcinków spoin łączących przewiązki z trzonem słupa</p> $0,2t_2 \leq a \leq 0,7t_1$	<p>t_1 – grubość cieńszego z łączonych elementów</p> <p>t_2 – grubość grubszego z łączonych elementów</p>
<p>4. Wyznaczenie długości spoiny</p> $l_{w1} \geq \frac{N_{Ed} \sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}}{n f_u a} \quad \text{wzór (5.33)}$	<p>β_w – współczynnik o wartości przyjmowanej w zależności od gatunku stali</p> <p>n – liczba odcinków spoin</p> <p>f_u – granica wytrzymałości materiału spoiny</p>
<p>5. Przyjęcie wysokości blachy trapezowej</p> $h_b = \max(l_{w1}; 1,5h_1; 150 \text{ mm})$	
<p>6. Przyjęcie wysięgu l_b blachy trapezowej</p>	<p>Zaleca się przyjmować wysięg l_b blachy trapezowej o wartości nie większej niż wysokość blachy h_b.</p>
<p>Wyznaczenie wymiarów blachy poziomej</p>	
<p>1. Wyznaczenie parametrów pomocniczych (tabl. 5.1)</p> $X_1 = -8f_{cd}$ $X_2 = 4bf_{cd} + 4hf_{cd} + 8l_b f_{cd} - 4t_w f_{cd}$ $X_3 = 2bt_b f_{cd} + 2ht_w f_{cd} + 4l_b t_b f_{cd}$	<p>f_{cd} – wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie</p> <p>h – wysokość przekroju trzonu słupa</p> <p>b – szerokość przekroju trzonu słupa</p> <p>t_f – grubość pasa dwuteownika</p> <p>t_w – grubość środka dwuteownika (tabl. 5.1)</p>
<p>2. Wstępne wyznaczenie maksymalnego wysięgu strefy docisku</p> $c = -\frac{X_2 - \sqrt{X_2^2 - 4X_1 X_3 + 4X_1 N_{Ed}}}{2X_1}$	
<p>3. Wyznaczenie grubości $t_{p,min}$ blachy poziomej</p> $t_{p,min} = \frac{c}{\sqrt{\frac{f_y}{3f_{cd} \gamma_{M0}}}} \quad \text{wzór (5.50)}$	
<p>4. Przyjęcie grubości blachy poziomej $t_p \geq t_{p,min}$</p>	

1	2
<p>5. Wyznaczenie maksymalnego wysięgu strefy docisku (dla przyjętej grubości blachy t_p)</p> $c = t_p \sqrt{\frac{f_y}{3f_{jd}\gamma_{M0}}} \quad \text{wzór (5.41)}$ <p>6. Wyznaczenie szerokości B i długości L blachy poziomej</p> $B \geq b + 2l_b$ $L \geq h + 2t_b + 2c$	<p>l_b – wysięg blachy trapezowej c – maksymalny wysięg strefy docisku h – wysokość przekroju poprzecznego trzonu słupa b – jak na rys. 5.31 i w tabl. 5.1</p>

Sprawdzenie nośności podstawy słupa według PN-EN 1998-1-8



Rys. 5.31. Powierzchnie efektywne

1. Wyznaczenie szerokości b_{eff} i długości l_{eff} efektywnej króćców teowych

rys. 5.31

Blachy trapezowe:

$$b_{eff1} = t_b + 2c,$$

$$l_{eff1} = B.$$

Środniki trzonu słupa:

$$b_{eff2} = t_w + 2c,$$

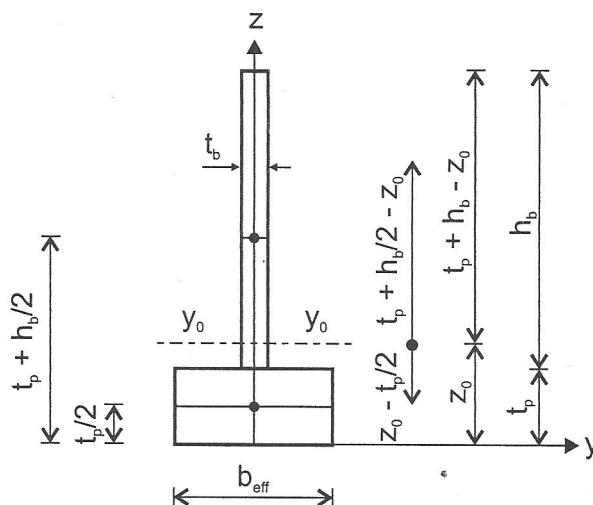
$$l_{eff2} = h - 2c.$$

Procedura 5.10 (cd.)

1	2
<p>2. Wyznaczenie powierzchni efektywnych poszczególnych króćców teowych</p> <p>Blachy trapezowe:</p> $A_{\text{eff}1} = b_{\text{eff}1} l_{\text{eff}1}$ <p>Środniki trzonu słupa:</p> $A_{\text{eff}2} = b_{\text{eff}2} l_{\text{eff}2}$ <p>3. Wyznaczenie nośności króćców teowych</p> <p>Blachy trapezowe:</p> $F_{C,Rd1} = f_{jd} A_{\text{eff}1}$ <p>Środniki trzonu słupa:</p> $F_{C,Rd2} = f_{jd} A_{\text{eff}2}$ <p>4. Wyznaczenie nośności podstawy słupa</p> $N_{Rd} = \sum F_{C,Rd} = 2F_{C,Rd1} + 2F_{C,Rd2}$ <p>5. Sprawdzenie nośności podstawy słupa</p> $\frac{N_{Rd}}{N_{Ed}} \leq 1,0$	<p>rys. 5.31</p> <p>W celu uproszczenia obliczeń przyjęto, że wytrzymałość na docisk f_{jd} jest równa wytrzymałości obliczeniowej betonu na ściskanie f_{cd}.</p>

Sprawdzenie nośności blach trapezowych

Wyznaczenie charakterystyk geometrycznych przekroju zastępczego (rys. 5.32)



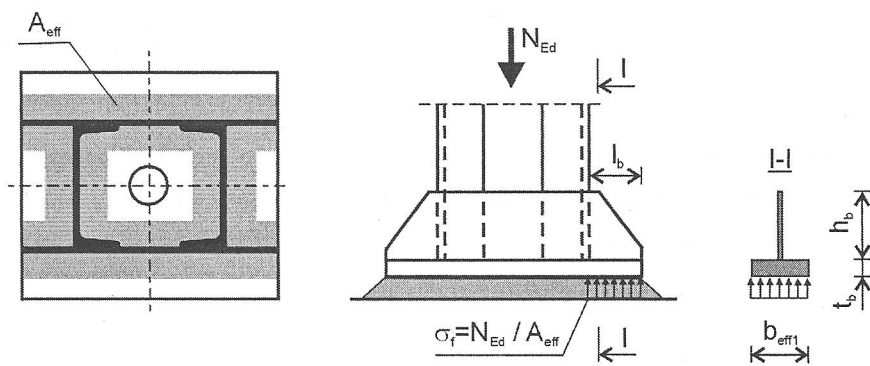
Rys. 5.32. Przekrój zastępczy (blacha pozioma o szerokości $b_{\text{eff}} = t_b + 2c$ i blacha trapezowa)

Procedura 5.10 (cd.)

1	2
<p>1. Wyznaczenie pól powierzchni przekrojów blachy poziomej i blachy trapezowej</p> $A_1 = t_p b_{\text{eff}}$ $A_2 = t_b h_b$	<p>A_1 – pole powierzchni przekroju poprzecznego blachy poziomej</p> <p>A_2 – pole powierzchni przekroju poprzecznego blachy trapezowej</p>
<p>2. Wyznaczenie momentów statycznych względem osi y-y przekrojów blachy poziomej i blachy trapezowej</p> $S_{1y} = A_1 0,5t_p$ $S_{2y} = A_2(t_p + 0,5h_b)$	<p>S_{1y} – moment statyczny względem osi y-y przekroju blachy poziomej</p> <p>S_{2y} – moment statyczny względem osi y-y przekroju blachy trapezowej</p>
<p>3. Wyznaczenie pola powierzchni przekroju zastępczego</p> $A = A_1 + A_2$ <p>Wyznaczenie momentu statycznego względem osi y-y przekroju zastępczego</p> $S_y = S_{1y} + S_{2y}$	
<p>4. Wyznaczenie położenia środka ciężkości przekroju zastępczego (odległość od osi y-y do osi y_0-y_0)</p> $z_0 = S_y / A$	
<p>5. Wyznaczenie momentów bezwładności względem osi y_0-y_0 blachy poziomej i blachy trapezowej</p> $I_{1y_0} = \frac{b_{\text{eff}} t_p^3}{12} + A_1(y - 0,5t_p)^2$ $I_{2y_0} = \frac{t_b h_b^3}{12} + A_2(t_p + 0,5h_b - y)^2$	<p>I_{1y_0} – moment bezwładności względem osi y_0-y_0 blachy poziomej</p> <p>I_{2y_0} – moment bezwładności względem osi y_0-y_0 blachy trapezowej</p>
<p>6. Wyznaczenie momentu bezwładności względem osi y_0-y_0 przekroju zastępczego</p> $I_{y_0} = I_{1y_0} + I_{2y_0}$	
<p>7. Wyznaczenie wskaźnika wytrzymałości względem osi y_0-y_0 przekroju zastępczego</p> $W_{el} = I_{y_0} / (t_p + h_b - y)$	
<p>8. Wyznaczenie momentu statycznego względem osi y_0-y_0 przekroju płyty podstawy o szerokości b_{eff}</p> $S_{1y_0} = A_1(z_0 - 0,5t_p)$	

1	2
---	---

Sprawdzenie nośności blach trapezowych (rys. 5.33)



Rys. 5.33. Suma powierzchni efektywnych i teowy przekrój poprzeczny wspornikowej części blachy trapezowej

1. Wyznaczenie wartości odporu fundamentu

$$\sigma_f = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}}$$

2. Wyznaczenie obciążenia liniowego działającego na blachę trapezową (rys. 5.35b)

$$q = \sigma_f b_{eff} = \sigma_f (2c + t_b)$$

3. Wyznaczenie wartości sił wewnętrznych

$$M_{Ed} = \frac{q l_b^2}{2} \text{ oraz } V_{Ed} = q l_b$$

4. Wyznaczenie nośności obliczeniowej przekroju na zginanie

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el} f_y}{\gamma_{M0}}$$

5. Sprawdzenie nośności przekroju na zginanie

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

6. Wyznaczenie pola powierzchni przekroju A_v czynnego przy ścinaniu

$$A_v = t_b h_b$$

7. Wyznaczenie nośności przekroju przy ścinaniu

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

N_{Ed} – siła obciążająca słup

A_{eff} – łączne pole powierzchni przekroju efektywnego blachy poziomej podstawy słupa (rys. 5.33)

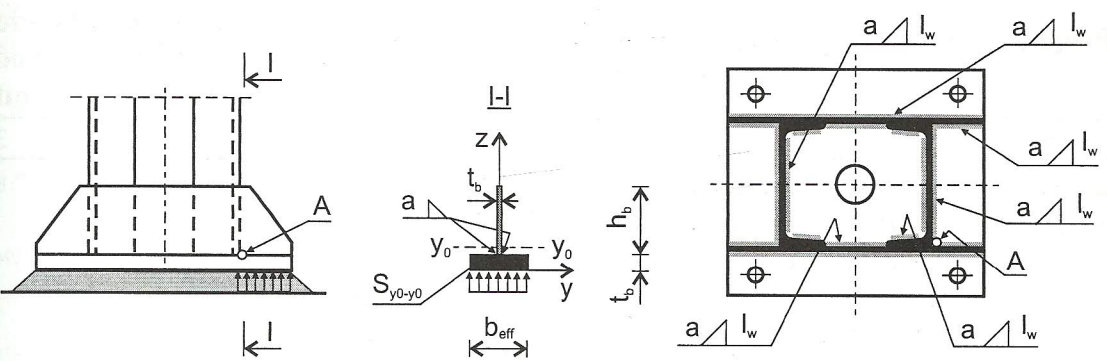
l_b – wysięg blachy trapezowej

W_{el} – wskaźnik wytrzymałości przekroju
 f_y – granica plastyczności stali

t_b – grubość blachy trapezowej
 h_b – wysokość blachy trapezowej

$\gamma_{M0} = 1,0$

Procedura 5.10 (cd.)

1	2
<p>8. Sprawdzenie nośności przekroju przy ścinaniu</p> $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$ <p>9. Interakcja zginania i ścinania Jeżeli siła poprzeczna nie przekracza 50% nośności plastycznej przekroju przy ścinaniu, nie uwzględnia się wpływu ścinania na nośność przekroju zginanego.</p>	
<p>Sprawdzenie nośności spoiny pachwinowej łączącej trzon słupa z blachą poziomą podstawy</p> <p><u>Komentarz</u> <i>Nośność spoin pachwinowych łączących trzon słupa i blachy trapezowe z poziomą płytą podstawy sprawdzono w najbardziej wyężonym punkcie spoiny, tzn. w miejscu, w którym wspornikowa część blachy trapezowej łączy się z trzonem słupa (pkt A, rys. 5.34).</i></p>  <p>Rys. 5.34. Teowy przekrój poprzeczny wspornikowej części blachy trapezowej i układ spoin pachwinowych</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Przyjęcie grubości a i długości l_w poszczególnych odcinków spoin 2. Wyznaczenie pola powierzchni spoin $A_w = a \sum l_w$ 3. Wyznaczenie naprężeń normalnych (od siły N_{Ed}) $\sigma = \frac{N_{Ed}}{A_w}$ 4. Wyznaczenie naprężeń składowych $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}}$ 	<p>N_{Ed} – siła obciążająca słup</p>

Procedura 5.10 (cd.)

1	2
<p>5. Wyznaczenie naprężeń stycznych pochodzących od siły rozwarstwiającej</p> $\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{2a} \frac{S_{1y0}}{I_{y0}}$ <p>6. Sprawdzenie nośności spoiny według wzorów</p> $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \text{ oraz } \sigma_{\perp} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}}$	<p>S_{1y0} – moment statyczny przekroju płyty podstawy o szerokości b_{eff1} względem osi y_0-y_0 (rys. 5.34)</p> <p>I_{y0} – moment bezwładności przekroju poprzecznego wspornika względem osi y_0-y_0 (rys. 5.34)</p> <p>a – grubość spoiny</p> <p>β_w – współczynnik o wartości przyjmowanej w zależności od gatunku stali</p> <p>f_u – granica wytrzymałości materiału spoiny</p> <p>$\gamma_{M2} = 1,25$</p>