
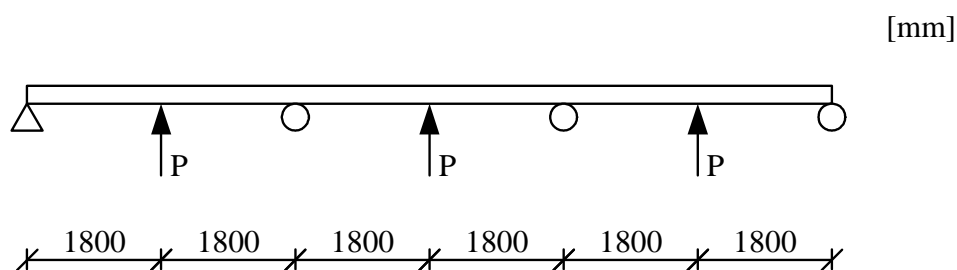


| | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|--|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | <i>1</i> z <i>12</i> | |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólna płyta stropowa</i> | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | |

Przykład: Zespólna płyta stropowa

Przykład pokazuje projektowanie zespolonej płyty stropowej uwzględniając zarówno fazę użytkowania, jak i montażu. Sprawdzenie płyty obejmuje stan graniczny nośności, jak i użytkowalności.

Unikanie dodatkowego podparcia konstrukcji w fazie montażu prowadzi do wielu korzyści, lecz w tym przykładzie rozpatrzono istnienie takich podpór ze względu na możliwość demonstracji procedury projektowej. Rozważono płytę podparta jak na rysunku poniżej.




P oznacza tymczasowe podpory, stosowane podczas betonowania płyty

Dane dotyczące stalowej blachy profilowanej:

Wartości charakterystyczne wybranych parametrów blachy profilowanej są następujące:

| | |
|---|--|
| Granica plastyczności | $f_{yp,k} = 320 \text{ N/mm}^2$ |
| Grubość | $t_s = 0,778 \text{ mm}$ |
| Pole efektywnego przekroju poprzecznego | $A_p = 955 \text{ mm}^2/\text{m}$ |
| Moment bezwładności przekroju | $I_p = 33,0 \times 10^4 \text{ mm}^4/\text{m}$ |
| Nośność plastyczna na zginanie | $M_{pa,Rk} = 5,29 \text{ kNm/m}$ |
| Nośność na zginanie (ściskany pas górny) | $M_{a,Rk}^+ = 3,41 \text{ kNm/m}$ |
| Nośność na zginanie (ściskany pas dolny) | $M_{a,Rk}^- = 2,86 \text{ kNm/m}$ |
| Nośność poprzeczna środka (na działanie siły skupionej) | $R_{w,k} = 34,0 \text{ kN/m}$ |
| Nośność na poziome ścinanie | $\tau_{u,Rk} = 0,306 \text{ N/mm}^2$ |

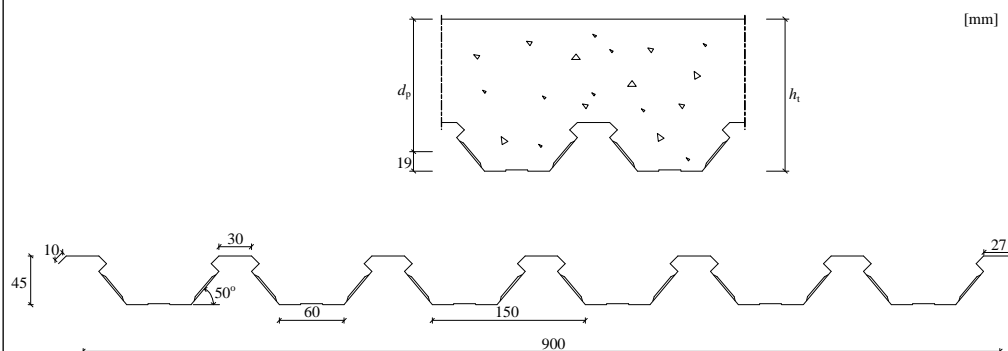
Dane
wytwórcy

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | <i>2</i> | z | <i>12</i> |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólna płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

Dane dotyczące płyty:

| | |
|--|---|
| Całkowita grubość płyty | $h_t = 120 \text{ mm}$ |
| Średnia grubości płyty | $h_{red} = 103,5 \text{ mm}$ |
| Grubość betonu powyżej płaskiej fałdy blachy | $h_c = 75 \text{ mm}$ |
| Odległość między środkiem ciężkości przekroju blachy profilowanej i skrajnymi włóknami ścisnymi płyty zespolonej | $d_p = 101 \text{ mm}$ |
| Beton C25/30 | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$ |

Kształt blachy profilowanej i płyty zespolonej:



Współczynniki częściowe:

- $\gamma_G = 1,35$ (oddziaływania stałe)
- $\gamma_Q = 1,5$ (oddziaływania zmienne)
- $\gamma_{M0} = 1,0$
- $\gamma_{M1} = 1,0$
- $\gamma_C = 1,5$
- $\gamma_{VS} = 1,25$

PN-EN 1990

PN-EN
1993-1-1


PN-EN
1993-1-1

PN-EN
1992-1-1

PN-EN
1994-1-1

Obciążenie:

Płyta jest zaprojektowana na dwie sytuacje obliczeniowe: fazę montażu i eksploatacji. W fazie montażu blacha profilowana zachowuje się jak deskowanie i przenosi obciążenie od ciężaru własnego, ciężaru świeżego betonu i oddziaływań montażowych. W fazie zespolenia (eksploatacji) płyta musi przejąć obciążenia od ciężaru własnego, ciężaru warstw wykończenia oraz obciążenia użytkowego. W przykładzie rozważono następujące obciążenia:

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | 3 | z | 12 |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólona płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

Faza montażu:

| | |
|---|-----------------------------|
| Ciężar własny blachy profilowanej | $g_p = 0,09 \text{ kN/m}^2$ |
| Ciężar własny świeżego betonu | $g_c = 2,6 \text{ kN/m}^2$ |
| Obciążenie równomiernie rozłożone w fazie montażu | $q_1 = 0,75 \text{ kN/m}^2$ |
| Obciążenie skupione montażowe | $q_2 = 1,5 \text{ kN/m}^2$ |

Faza eksploatacji (zespólenia):

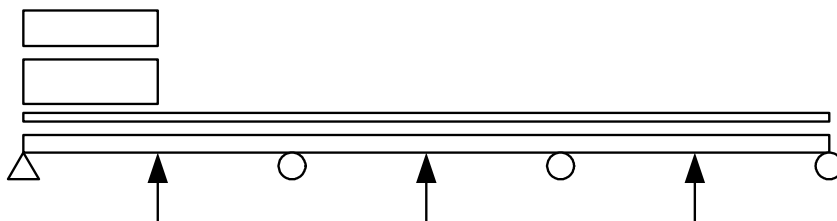
| | |
|-------------------------------|---|
| Ciężar własny płyty | $g_1 = 2,5 + 0,09 = 2,6 \text{ kN/m}^2$ |
| Ciężar warstw wykończeniowych | $g_2 = 1,2 \text{ kN/m}^2$ |
| Obciążenie użytkowe (hotel) | $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$ |

Weryfikacja nośności blachy profilowanej w fazie montażu

W fazie montażu istnieje potrzeba sprawdzenia warunków nośności zarówno w stanie granicznym nośności, jak i użytkowości, stosownie do zapisów PN-EN 1993-1-3.

Stan graniczny nośności:

Największy moment zginający dodatni:




$$M_{Ed}^+ = \gamma_G \cdot M_g^+ + \gamma_Q \cdot M_q^+$$

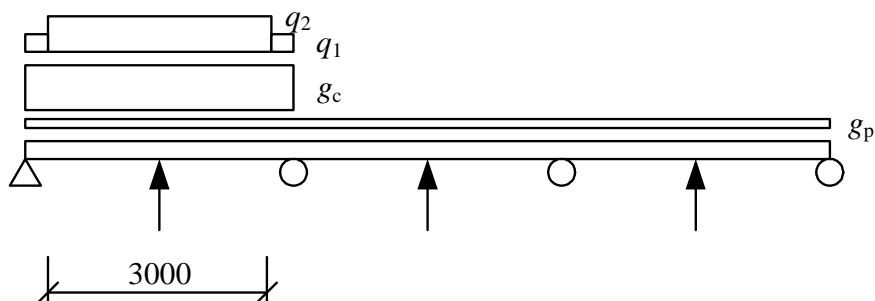
$$M_g^+ = M_{g_p}^+ + M_{g_c}^+ = 0,078 \cdot 0,09 \cdot 1,8^2 + 0,094 \cdot 2,6 \cdot 1,8^2 = 0,81 \text{ kNm/m}$$

$$M_q^+ = 0,094 \cdot 1,5 \cdot 1,8^2 = 0,46 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed}^+ = 1,35 \cdot 0,81 + 1,5 \cdot 0,46 = 1,78 \text{ kNm/m}$$

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | 4 | z | 12 |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólona płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

Największy moment zginający ujemny:



$$M_{Ed}^- = \gamma_G \cdot M_g^- + \gamma_Q \cdot M_q^- = 1,35 \cdot 1,01 + 1,5 \cdot 0,55 = 2,18 \text{ kNm/m}$$

$$F_{Ed} = \gamma_G \cdot F_G + \gamma_Q \cdot F_q = 1,35 \cdot 5,75 + 1,5 \cdot 3,15 = 12,5 \text{ kN/m}$$

Wartości sił przekrojowych M_g^- , M_q^- , F_g oraz F_q zostały wyliczone przy użyciu programu komputerowego.

Sprawdzenie obliczeniowych warunków nośności:

Zginanie – moment dodatni

$$M_{Rd}^+ = \frac{M_{Rk}^+}{\gamma_{M0}} = \frac{3,41}{1,0} = 3,41 \text{ kNm/m} > M_{Ed}^+ = 1,78 \text{ kNm/m} \quad \mathbf{OK}$$

Zginanie – moment ujemny

$$M_{Rd}^- = \frac{M_{Rk}^-}{\gamma_{M0}} = \frac{2,86}{1,0} = 2,86 \text{ kNm/m} > M_{Ed}^- = 2,18 \text{ kNm/m} \quad \mathbf{OK}$$

Reakcja podporowa

$$R_{Rd} = \frac{R_{Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{34,0}{1,0} = 34,0 \text{ kN/m} > F_{Ed} = 12,5 \text{ kN/m} \quad \mathbf{OK}$$


Interakcja momentu zginającego i siły skupionej (od reakcji podporowej)

$$\frac{M_{Ed}^-}{M_{Rd}^-} + \frac{F_{Ed}}{R_{w,Rd}} \leq 1,25$$

$$\frac{2,18}{2,86} + \frac{12,5}{34,0} = 1,13 < 1,25 \quad \mathbf{OK}$$

Jak widać w stanie granicznym nośności wszystkie obliczeniowe warunki nośności są spełnione.

PN-EN
1993-1-3
[§6.1.11](#)
(6.28)

| | | | | | | |
|---|---------------|---|--------|---------------|---|----|
|  | Dokument Ref: | SX009a-PL-EU | strona | 5 | z | 12 |
| | Tytuł | Przykład: Zespólona płyta stropowa | | | | |
| | Dot. Eurokodu | EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1 | | | | |
| | Wykonał | Jonas Gozzi | Data | marzec 2005 | | |
| | Sprawdził | Bernt Johansson | Data | kwiecień 2005 | | |

Stan graniczny użyteczności:

Ugięcie δ_s powstałe od ciężaru świeżego betonu i ciężaru własnego blachy nie powinno (chyba, że określono inaczej w Aneksie krajowym) przekraczać wartości $\delta_{s,max} = L/180$.

$$\delta_s = \frac{(2,65 \cdot g_p + 3,4 \cdot g_c) \cdot L^4}{384 \cdot EI_p}$$

Sprawdzenie przekroju efektywnego blachy (czy należy wyznaczyć wartość momentu bezwładności uwzględniającą lokalną utratę stateczności ścianek)

Największy dodatni moment zginający w stanie granicznym użyteczności:

$$M_{sls} = 0,078 \cdot 0,09 \cdot 1,8^2 + 0,094 \cdot 2,6 \cdot 1,8^2 = 0,81 \text{ kNm/m}$$

Największe naprężenia ściskające w górnej fałdzie:

$$\sigma_{com} = \frac{M_{sls}}{I_p} \cdot z = \frac{0,81 \cdot 10^6}{33,0 \cdot 10^4} \cdot (45 - 19) = 63,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{b/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{\sigma_{com}}} = \sqrt{\frac{235}{63,8}} = 1,9$$

przyjmując $\psi = 1$, korzystając z Tablicy 4.1 otrzymujemy $k_\sigma = 4$

$$\bar{\lambda}_p = \frac{30/0,778}{28,4 \cdot 1,9 \sqrt{4,0}} = 0,36 \rightarrow \rho = 1,0$$

Ponieważ współczynnik redukcyjny $\rho = 1,0$, więc określenie szerokość współpracującej nie wymaga redukcji szerokości ścianki, tj. moment bezwładności I_p jest momentem bezwładności przekroju efektywnego.

$$\delta_s = \frac{(2,65 \cdot 0,09 + 3,4 \cdot 2,6) \cdot 1800^4}{384 \cdot 210000 \cdot 33,0 \cdot 10^4} = 3,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{s,max} = \frac{L}{180} = \frac{1800}{180} = 10 \text{ mm} > 3,6 \text{ mm} = \delta_s \quad \text{OK}$$


Ugięcie δ_s jest mniejsze od 1/10 rozpiętości płyty, więc efekt lokalnego ugięcia blachy może zostać pominięty w obliczeniach. Także warunek stanu granicznego użyteczności jest spełniony. Blacha profilowana może być użyta jako deskowanie w fazie montażu.

PN-EN
1994-1-1
§9.6 (2)

PN-EN
1993-1-5
§ 4.4

PN-
EN 1993-1-5
Tablica 4.1

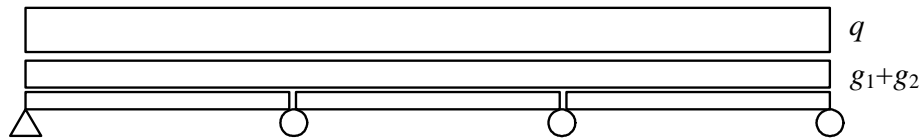
PN-EN
1994-1-1
§9.3.2 (2)

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | 6 | z | 12 |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólna płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

Weryfikacja płyty zespolonej (faza użytkowania):

Stan graniczny nośności:

Płyta ciągała została zaprojektowana jako seria płyt swobodnie podpartych.

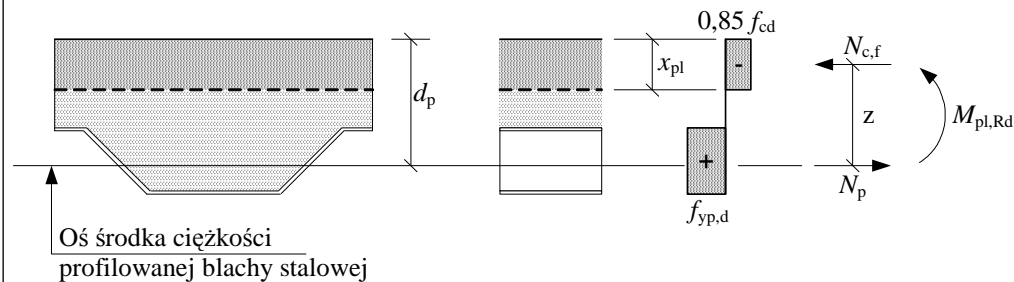


$$M_{Ed} = \frac{[\gamma_G \cdot (g_1 + g_2) + \gamma_Q \cdot q] \cdot L^2}{8}$$

$$M_{Ed} = \frac{[1,35 \cdot (2,6 + 1,2) + 1,5 \cdot 5,0] \cdot 3,6^2}{8} = 20,5 \text{ kNm/m}$$

Obliczeniowa nośność przy zginaniu:

Nośność na działanie momentów dodatnich powinna zostać obliczona z rozkładu naprężeń pokazanych na rysunku poniżej, jeśli oś obojętna znajduje się ponad stalowym profilem blachy.



Oś środka ciężkości
profilowanej blachy stalowej

$$x_{pl} = \frac{A_p \cdot f_{yp,d}}{0,85 \cdot b \cdot f_{cd}}$$


$$f_{yp,d} = \frac{f_{yp,k}}{\gamma_{M0}} = \frac{320}{1,0} = 320 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{25}{1,5} = 16,7 \text{ N/mm}^2$$

$$x_{pl} = \frac{955 \cdot 320}{0,85 \cdot 1000 \cdot 16,7} = 21,6 \text{ mm}$$

PN-EN
1994-1-1
§9.4.2 (5)

PN-EN
1994-1-1
Rys. 9.5

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | <i>7</i> | z | <i>12</i> |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólona płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

W strefie pełnego zespolenia:

$$M_{pl,Rd} = A_p \cdot f_{yd} \cdot (d_p - x_{pl} / 2)$$

$$M_{pl,Rd} = 955 \cdot 320 \cdot (101 - 21,6 / 2) \cdot 10^{-3} = 27,5 \text{ kNm/m} > 20,5 = M_{Ed}$$

Ścinanie podłużne, przy pomocy metody częściowego zespolenia:

Długość strefy ścinania wymagana dla pełnego zespolenia

$$N_c = \tau_{u,Rd} \cdot b \cdot L_x \leq N_{cf}$$

Odległość do najbliższej podpory L_x , wymagana dla pełnego zespolenia może zostać określona jako

$$L_x = \frac{N_{cf}}{b \cdot \tau_{u,Rd}} = \frac{A_p \cdot f_{yd}}{b \cdot \tau_{u,Rd}}$$

$$\tau_{u,Rd} = \frac{\tau_{u,Rk}}{\gamma_{Vs}} = \frac{0,306}{1,25} = 0,245 \text{ N/mm}^2$$

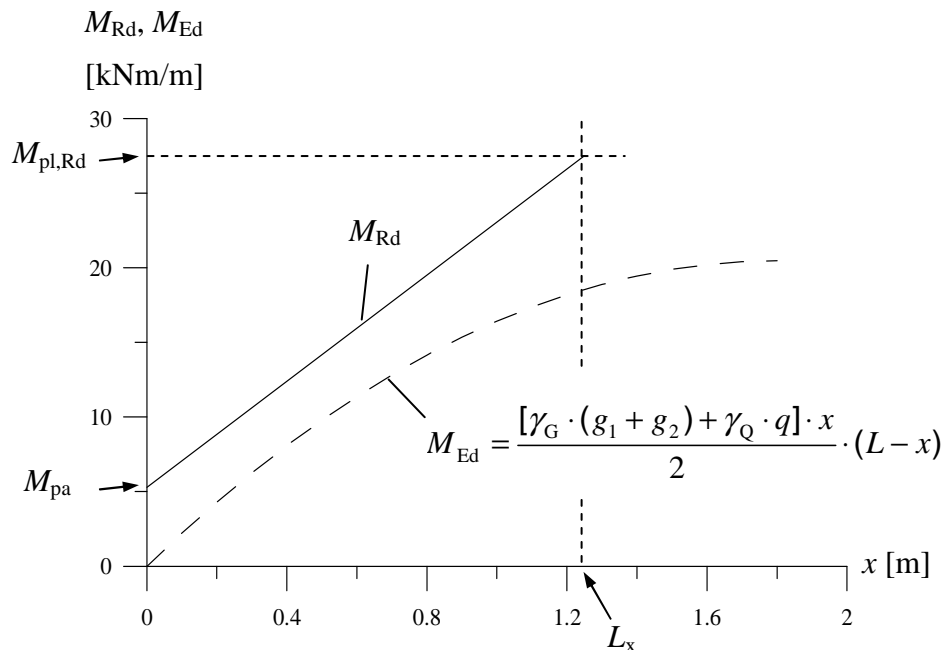
$$L_x = \frac{955 \cdot 320}{1000 \cdot 0,245} = 1247 \text{ mm}$$

Jak widać w odległości 1247 mm od podpory warunek pełnego zespolenia jest spełniony.

Sprawdzenie przy użyciu uproszczonego wykresu częściowej współpracy:

Dla dowolnego przekroju poprzecznego usytuowanego w przęśle należy wykazać, że odpowiedni moment zginający M_{Ed} nie przekracza obliczeniowej nośności na zginanie M_{Rd} . Na rysunku x oznacza odległość od podpory.

PN-EN
1994-1-1
§9.7.3 (8)



Warunek $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ jest spełniony na całej długości przęsła

Ścinanie poziome:

$$V_{Ed} = \frac{[\gamma_G \cdot (g_1 + g_2) + \gamma_Q \cdot q] \cdot L}{2}$$

$$V_{Ed} = \frac{[1,35 \cdot (2,6 + 1,2) + 1,5 \cdot 5,0] \cdot 3,6}{2} = 22,7 \text{ kN/m}$$

Obliczeniowa nośność na ścinanie:

$$V_{v,Rd} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d_p$$

lecz nie mniej niż


$$V_{v,Rd,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d_p$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_p}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{101}} = 2,4$$

PN-EN
1992-1-1
§6.2.2

Patrz uwaga
w PN-EN
1992-1-1
§6.2.2

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
|  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | 9 | z | 12 |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespolona płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d_p} \leq 0,02$$

A_{s1} jest polem przekroju zbrojenia rozciąganego [mm], tj. $A_{s1} = A_p$

$b_w = 400$ mm/m, tj. najmniejsza szerokość w [mm] przekroju w strefie rozciąganej.

$$\rho_1 = \frac{955}{400 \cdot 101} = 0,024 > 0,02 \rightarrow \rho_1 = 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0, \text{ ponieważ } N_{Ed} = 0 \text{ (brak siły podłużnej lub sprężenia)}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$V_{v,Rd} = \left[0,12 \cdot 2,4 \cdot (100 \cdot 0,02 \cdot 25)^{1/3} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 400 \cdot 101$$

$$V_{v,Rd} = 42,8 \text{ kN/m}$$

Najmniejsza wartość

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,4^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,65$$

$$V_{v,Rd,\min} = (0,65 + 0,15 \cdot 0) \cdot 400 \cdot 101 = 26,3 \text{ kN/m}$$

$$V_{v,Rd} = 42,8 \text{ kN/m} > 22,7 \text{ kNm/m} = V_{Ed}$$

OK

Wszystkie warunki obliczeniowe w stanie granicznym nośności są spełnione.

Stan graniczny użytkowości:

Zarysowanie betonu:


Ponieważ płyta jest zaprojektowana jako swobodnie podparta, jedynie jest potrzebne zbrojenie przeciwko zarysowaniu. Przekrój poprzeczny zbrojenia powyżej żeber nie powinien być mniejszy niż 0,4% przekroju poprzecznego betonu ponad fałdami.

$$\min A_s = 0,004 \cdot b \cdot h_c = 0,004 \cdot 1000 \cdot 75 = 300 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Przyjęto $\phi 8$ w rozstawie co 160 mm, jako wystarczające.

Patrz uwaga w PN-EN 1992-1-1 §[6.2.2](#)

PN-EN 1994-1-1 §[9.8.1](#) (2)

| | | | | |
|---|---------------|---|--------|---------------|
|  | Dokument Ref: | SX009a-PL-EU | strona | 10 z 12 |
| | Tytuł | Przykład: Zespólona płyta stropowa | | |
| | Dot. Eurokodu | EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1 | | |
| | Wykonał | Jonas Gozzi | Data | marzec 2005 |
| | Sprawdził | Bernt Johansson | Data | kwiecień 2005 |

Ugięcie:

W celu obliczenia ugięcia płyty, przyjęto jej schemat statyczny jako belki ciągłej. Zastosowano następujące uproszczenia:

- moment bezwładności betonu przyjęto jako średnią wartość dla przekroju zarysowanego i niezarysowanego;
- średnia wartość stosunku współczynników sprężystości stali i betonu n może być użyta zarówno dla oddziaływań długo i krótkotrwałych.

$$n = \frac{E_p}{E_{cm}} = \frac{E_p}{\frac{1}{2} \cdot \left(E_{cm} + \frac{E_{cm}}{3} \right)} = \frac{210000}{\frac{2}{3} \cdot 31000} \approx 10$$

Moment bezwładności przekroju zarysowanego

$$I_{bc} = \frac{b \cdot x_c^3}{3 \cdot n} + A_p \cdot (d_p - x_c)^2 + I_p$$

$$x_c = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{\sum A_i} = \frac{n \cdot A_p}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d_p}{n \cdot A_p}} - 1 \right)$$

$$x_c = \frac{10 \cdot 955}{1000} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1000 \cdot 101}{10 \cdot 955}} - 1 \right) = 35,4 \text{ mm}$$


$$I_{bc} = \frac{1000 \cdot 35,4^3}{3 \cdot 10} + 955 \cdot (101 - 35,4)^2 + 33,0 \cdot 10^4 = 5,92 \cdot 10^6 \text{ mm}^4/\text{m}$$

Moment bezwładności przekroju niezarysowanego

$$I_{bu} = \frac{b \cdot h_c^3}{12 \cdot n} + \frac{b \cdot h_c}{n} \cdot \left(x_u - \frac{h_c}{2} \right)^2 + \frac{b_0 \cdot h_p^3}{12 \cdot n} + \frac{b_0 \cdot h_p}{n} \cdot \left(h_t - x_u - \frac{h_p}{2} \right)^2 + A_p \cdot (d_p - x_u)^2 + I_p$$

$$x_u = \frac{b \cdot \frac{h_c^2}{2} + b_0 \cdot h_p \cdot \left(h_t - \frac{h_p}{2} \right) + n \cdot A_p \cdot d_p}{b \cdot h_c + b_0 \cdot h_p + n \cdot A_p}$$

PN-EN1994-1-1 §9.8.2 (5)

| | | | | | |
|---|---------------|--|--------|-----------------------|--|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | <i>11</i> z <i>12</i> | |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólona płyta stropowa</i> | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | |

$$x_u = \frac{1000 \cdot \frac{75^2}{2} + 650 \cdot 45 \cdot \left(120 - \frac{45}{2}\right) + 10 \cdot 955 \cdot 101}{1000 \cdot 75 + 650 \cdot 45 + 10 \cdot 955} = 58,3 \text{ mm}$$

$$I_{bu} = \frac{1000 \cdot 75^3}{12 \cdot 10} + \frac{1000 \cdot 75}{10} \cdot \left(58,3 - \frac{75}{2}\right)^2 + \frac{610 \cdot 45^3}{12 \cdot 10} + \frac{610 \cdot 45}{10} \cdot \left(120 - 58,3 - \frac{45}{2}\right)^2 + 955 \cdot (101 - 58,3)^2 + 33,0 \cdot 10^4 = 13,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4/\text{m}$$

Średnia wartość momentu bezwładności I_b przekroju zarysowanego i niezarysowanego

$$I_b = \frac{I_{bc} + I_{bu}}{2} = \frac{5,92 + 13,5}{2} \cdot 10^6 = 9,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4/\text{m}$$

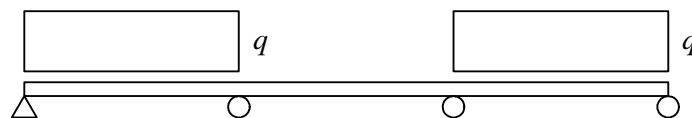
Ugięcie

Całkowite ugięcie przy najbardziej niekorzystnym obciążeniu nie powinno przekroczyć wartości $L/250$.

Ciężar własny warstw wykończeniowych:

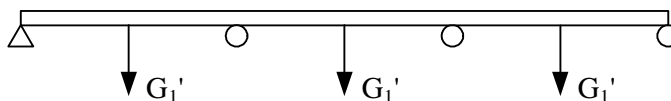
$$\delta_{c,g_2} = \frac{0,0068 \cdot g_2 \cdot L^4}{E \cdot I_b} = \frac{0,0068 \cdot 1,2 \cdot 3600^4}{210000 \cdot 9,7 \cdot 10^6} = 0,67 \text{ mm}$$

Obciążenie użytkowe, przypadek najbardziej niekorzystny:




$$\delta_{c,q} = \frac{0,0099 \cdot \psi_1 \cdot q \cdot L^4}{E \cdot I_b} = \frac{0,0099 \cdot 0,7 \cdot 5,0 \cdot 3600^4}{210000 \cdot 9,7 \cdot 10^6} = 2,86 \text{ mm}$$

Usunięcie podpór montażowych:



PN-EN
1992-1-
1§7.4.1(4)

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--------|----------------------|---|-----------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX009a-PL-EU</i> | strona | <i>12</i> | z | <i>12</i> |
| | Tytuł | <i>Przykład: Zespólona płyta stropowa</i> | | | | |
| | Dot. Eurokodu | <i>EN 1994-1-1, EN 1993-1-3, EN 1992-1-1 & EN 1993-1-1</i> | | | | |
| | Wykonał | <i>Jonas Gozzi</i> | Data | <i>marzec 2005</i> | | |
| | Sprawdził | <i>Bernt Johansson</i> | Data | <i>kwiecień 2005</i> | | |

$$G'_1 = g_1 \cdot \frac{L}{2} = 2,6 \cdot \frac{3,6}{2} = 4,68 \text{ kN/m}$$

$$\delta_{c,G'_1} = \frac{0,01146 \cdot G'_1 \cdot L^3}{E \cdot I_b} = \frac{0,01146 \cdot 4680 \cdot 3600^3}{210000 \cdot 9,7 \cdot 10^6} = 1,23 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$\delta_c = \delta_{c,G'_1} + \delta_{c,g_2} + \delta_{c,q} = 1,23 + 0,67 + 2,86 = 4,76 \text{ mm}$$

$$\delta_c = 4,76 \text{ mm} < \frac{L}{250} = \frac{3600}{250} = 14,4 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

Protokół jakości

| | | | |
|---|------------------------------------|-------------------|-------------|
| TYTUŁ ZASOBU | Przykład: Zespólona płyta stropowa | | |
| Odniesienie | | | |
| ORYGINAŁ DOKUMENTU | | | |
| | Imię i nazwisko | Instytucja | Data |
| Stworzony przez | Jonas Gozzi | SBI | 10/03/2005 |
| Zawartość techniczna sprawdzona przez | Bernt Johansson | SBI | 08/04/2005 |
| Zawartość redakcyjna sprawdzona przez | | | |
| Zawartość techniczna zaaprobowana przez: | | | |
| 1. Wielka Brytania | G W Owens | SCI | 7/7/05 |
| 2. Francja | A Bureau | CTICM | 17/8/05 |
| 3. Szwecja | A Olsson | SBI | 8/8/05 |
| 4. Niemcy | C Muller | RWTH | 10/8/05 |
| 5. Hiszpania | J Chica | Labein | 12/8/05 |
| Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego | G W Owens | SCI | 06/7/06 |
| TŁUMACZENIE DOKUMENTU | | | |
| Tłumaczenie wykonał i sprawdził: | | L. Ślęczka | |
| Tłumaczenie zatwierdzone przez: | | | |
| | | | |

Informacje ramowe

| | | |
|------------------------------|---|--|
| Tytuł* | Przykład: Zespólona płyta stropowa | |
| Seria | | |
| Opis* | Przykład pokazuje projektowanie zespolonej płyty stropowej uwzględniając zarówno fazę użytkowania, jak i montażu. Sprawdzenie płyty obejmuje stan graniczny nośności, jak i użytkowalności. | |
| Poziom dostępu* | Umiejętności specjalistyczne | Specjalista |
| Identyfikator* | Nazwa pliku | P:\CMP\CMP554\Finalization\SX files\SX009\SX009a-EN-EU.doc |
| Format | Microsoft Office Word; 14 stron; 401kb; | |
| Kategoria* | Typ zasobu | Przykład obliczeniowy |
| | Punkt widzenia | Inżynier |
| Temat* | Obszar stosowania | Budynki wielokondygnacyjne |
| Daty | Data utworzenia | 10/03/2005 |
| | Data ostatniej modyfikacji | 01/07/2005 |
| | Data sprawdzenia | 01/07/2005 |
| | Ważny od | |
| | Ważny do | |
| Język(i)* | Polski | |
| Kontakt | Autor | Jonas Gozzi, SBI |
| | Sprawdził | Bernt Johansson, SBI |
| | Zatwierdził | |
| | Redaktor | |
| | Ostatnia modyfikacja | |
| Słowa kluczowe* | Płyta zespolona, blacha profilowana trapezowo, konstrukcja zespolona, budynki wielokondygnacyjne | |
| Słowa kluczowe* | Odniesienie do Eurokodu | EN1990.EN1992-1-1, EN1993-1-1, EN 1993-1-3, EN1993-1-5EN1994-1-1 |
| | Przykład(y) obliczeniowy | |
| | Komentarz | |
| | Dyskusja | |
| | Inne | |
| Sprawozdanie | Przydatność krajowa | Europa |
| Instrukcje szczególne | | |