

Poz. 3.2. Obciążenia kombinacyjne
 stropu nad 1-szą kondygnacją (stropu
 międzykondygnacyjnego)

Poz. 3.2.1. Obciążenia proste charakterystyczne

#1 obciążenie stałe $G_k = 6,23 \text{ kN/m}^2$
 (poz. 1.3)

#2 obciążenie użytkowe $Q_k = 2,3 \text{ kN/m}^2$
 (poz. 2.2.3)

(a) kombinacje wg formuły (6.10a) [2]

$$K1 \quad p_d^{K1} = 1,35 \cdot \#1 + 1,5 [0,7 \cdot \#2] =$$

$$= 1,35 \cdot 6,23 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 2,3 = 10,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

(b) kombinacje wg formuły (6.10b) [2]

$$K2 \quad p_d^{K2} = 0,85 \cdot 1,35 \cdot \#1 + 1,5 \cdot \#2 =$$

$$= 0,85 \cdot 1,35 \cdot 6,23 + 1,5 \cdot 2,3 = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Najmodyfikowana kombinacja

$$\max \{ K1, K2, \dots \} = 10,8 \text{ kN/m}^2$$

Poz. 3.3. Obciążenia kombinacyjne posadki
 1-szej kondygnacji

Poz. 3.3.1. Obciążenia proste charakterystyczne

#1 obciążenie stałe $G_k = 6,42 \text{ kN/m}^2$
 (poz. 1.5)

#2 obciążenie użytkowe $Q_k = 4,5 \text{ kN/m}^2$

(a) kombinacja wg formuły (6.10a) [2]

$$k_1 p_d^{k_1} = 1,35 \cdot \#1 + 1,5 \cdot 1,0 \cdot \#2 = \\ = 1,35 \cdot 6,42 + 1,5 \cdot 1,0 \cdot 4,5 = 15,4 \text{ kN/m}^2$$

Uwaga: Wsp. redukcyjny dla obc. użytkowych powierzchni magazynowych wynosi 1,0.

(b) kombinacja wg formuły (6.10b) [2]

$$k_2 p_d^{k_2} = 1,35 \cdot 0,85 \cdot \#1 + 1,5 \cdot \#2 = 14,1 \text{ kN/m}^2$$

Do dalszych obliczeń przyjęto $p_d = 15,4 \text{ kN/m}^2$

Poz. 3.4. Obciążenia kombinacyjne innych elementów (ścian, fundamentów)

Wyznaczono w pozycji dotyczącej wymiarowania elementu.

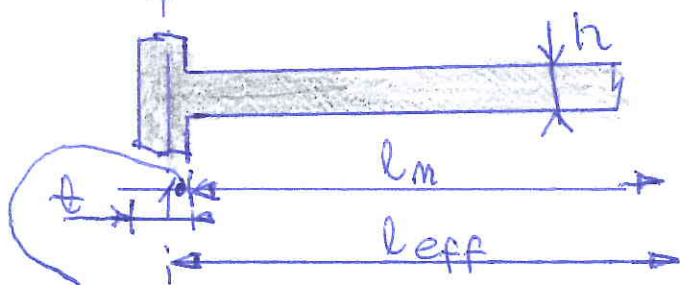
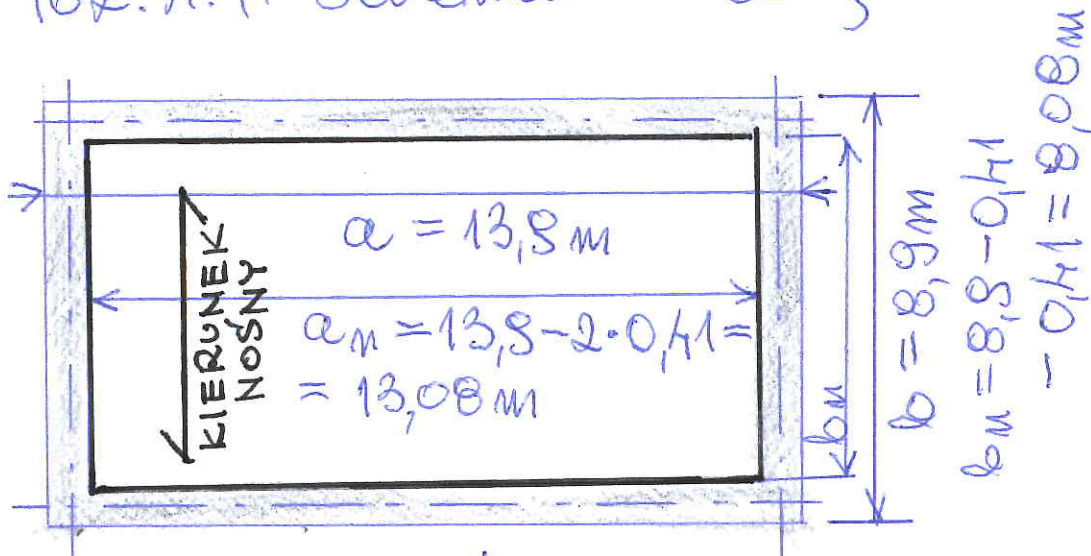
Uwaga: 1. Superpozycja zasadę jest wyznaczanie wartości kombinacyjnych sił przekrojowych lub reakcji (sił w ścianach i reakcji na fundamenty) w miejscu poprzedzającym wymiarowanie każdego elementu oddzielnie.

2. Przy wyznaczaniu tych sił zasadę macierzy jest zasada superpozycji, to znaczy

najpierw wyznaczamy siły dla obciążeń charakterystycznych prostych, rozdzielając normatywny obciążenie (stałe, śnieg, wiatrowe, itd), dla których mamy różne współ. obciążenia i współ. redukcji. Kombinacje obciążeń (SiT) obliczamy na podstawie tych sił prostych

Por. 1. Płyta stropu międzykondygnacyjnego

Por. 1.1. Schemat i obciążenia



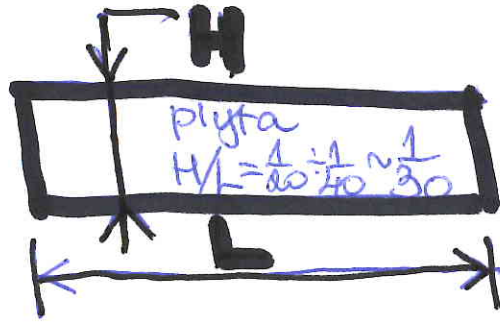
$$a_i = \min \left\{ \frac{t}{2}, \frac{h}{2} \right\}$$



Wymiary obliczeniowe a, b_{eff} płyty oszacowano, wychodząc z wnętrza budynku $a \times b$, całkowitej grubości ściany (z ociepleniem) $a = 0,41 \text{ m}$ (por. 1.4) i grubości ściany nośnej $t = 0,25 \text{ m}$ (por. 1.4) i dla szpalerowej grubości stropu h

Oszacowanie kosztowne grubości stropu h dokonuje się na podstawie założonego, znanego z doświadczenia wskaźnika

$$H/L$$



, czyli stosunkcie wysokości elementu H do jego (sprawczej) charakterystycznej długości L .

W przypadku płyt stropowych kierunek możemy wyznaczyć krótszy bok płyty, czyli

$$L = \min \{ a_n, b_n \} = \min \{ 13,08; 8,08 \} = 8,08 \text{ m}$$

Przyjeto $L = 8,1 \text{ m}$,

a $H/L = \frac{1}{20}$ do $\frac{1}{40}$, czyli średnica $\frac{1}{30}$

Stąd $H = \frac{1}{30} L = \frac{1}{30} \cdot 8,1 = 0,27 \text{ m}$

Przyjeto $h = 26 \text{ cm}$.

Poz. 4.1.2. Wymiary obliczeniowe płyty $a_{\text{eff}} \times b_{\text{eff}}$
 Stąd: $a_{\text{eff}} = a_n + 2a_i = a_n + \min \{ t; h \}$
 $= 13,08 + \min \{ 0,25; 0,26 \} = 13,33 \text{ m}$

$b_{\text{eff}} = b_n + \min \{ t; h \} = 8,08 + 0,25 = 8,33 \text{ m}$.

Poz. 4.1.3. Obciążenia płyty stropowej

Przyjęto schemat obciążenia równomierny na całej powierzchni bez różnicowania obciążenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Obciążenie obliczeniowe kombinacyjne z poz. 3.2.1. wynosi

$$p_d = 19,8 \text{ kN/m}^2$$

dla stanów granicznych nośności.

Dla stanów granicznych użytkowalności przyjmuje się współczynnik obciążenia równy jedności i wartość charakterystycznego kombinacyjnego wyznacza się z formuły, analogicznej do (6.10b), tu z obciążeniem charakterystycznym wiałopływu bez wsp. redukcyjnego, porównaniu zmiennym zredukowanym, lecz bez! redukcji obciążenia stałego.

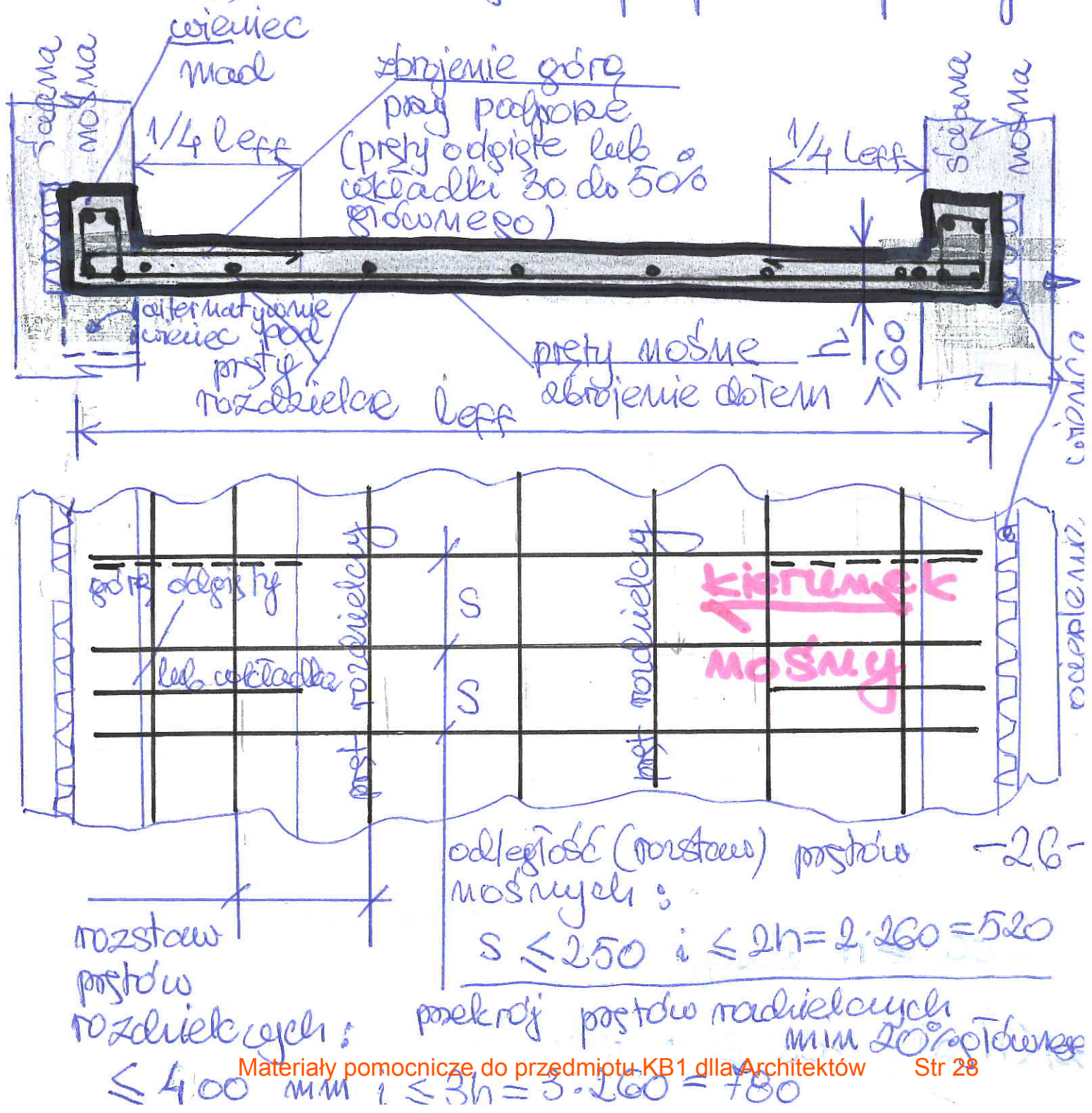
W mniejszym stopniu obliczenia płyty stropowej nie będą sprawdzić stanów granicznych użytkowalności (węzła, zarytowań). Jesliby jednak takie stany były sprawdzane, to dla obciążenia

$$p_k = 1,0 \cdot 6,23 + 1,0 \cdot 2,3 = 8,53 \text{ kN/m}^2$$

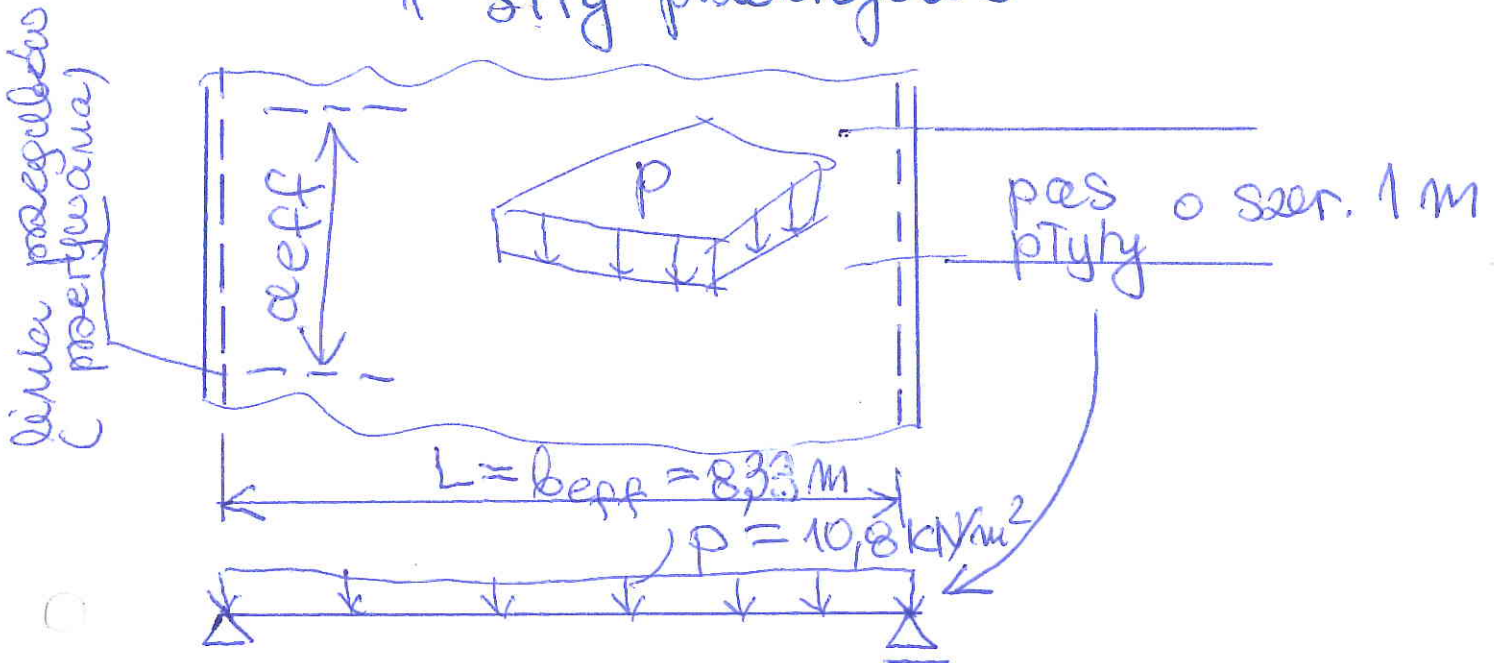
Por. 4.1.4. Ilustracja ogólna konstrukcji stropu żelbetowego i jego zbrojenia

Ze względu architektonicychych przyjęto wybudować gładkiego stropu (sufitu) - nie stosujemy więc żeber i palców stropu, konieczne jest natomiast zastosowanie wieńców w ścianach.

Ilustracja dla takiego stropu podano poniżej:



Poz. 4.1.5. Schemat statyczny i siły przekrojowe



Płyta jednokierunkowo zbrojona (i podparta zastępioma w analogii belkowej przez belkę wolnopodpartą o długości b_{eff} .
 Uwaga: Analogia belkowa jest dobrym przybliżeniem jeśli

$$a_{eff} \text{ (długość płyty)} > 3 b_{eff} \text{ (3. szerokości płyty)}$$

W niniejszym koncepcyjnym projekcie przyjmujemy, że dokładność analogii jest wystarczająca, bo

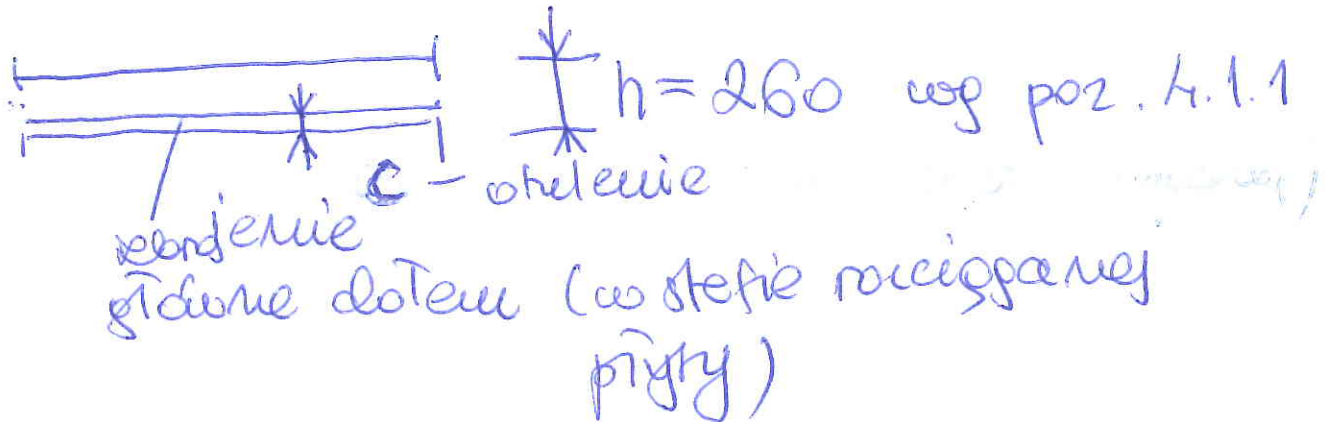
$$a_{eff} = 13,08 > b_{eff} = 8,08 \text{ (8,33)} \\ (13,33) \text{ m}$$

Siła płytową w analogii jest siła belkowa $M_{se} = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{10,8 \cdot 8,33^2}{8} = 93,7 \text{ kNm}$

Poz. 4.2. Izolowanie płyty żelbetowej

Poz. 4.2.1. Dane

(a) przekroj płyty



Sprawdzenie wymiarów płyty oraz otulenia z warunków pożarowych

Z tab. 5.1.4. Środki 14-1? dla wymaganej odporności pożarowej

REI 30, mamy

- minimalna grubość płyty $h = 60$ mm
- minimalne otulenie $c = 10$ mm

(b) klasa ekspozycji

Na podstawie tabel { środki 14-2 do 14-4 }

przyjść klasę ekspozycji:

- XC1** - konstrukcja spowodowana kawatyrą w środowisku suchym lub stali modyfikacji
- XD1** - konstrukcja spowodowana chlorkami

XA1 - agresja chemiczna

(c) klasa wytrzymałości betonu

z tab. 5.4 z źródła 14-1f

dla klasy ekspozycji XC1, XD1, XA1

możemy zastosować beton o minimalnych wymaganiach:

- klasa betonu C20/25; C30/37; C30/37

Przyjeto beton **C30/37**

- maksymalne c/w 0,65; 0,55; 0,55

Przyjeto c/w = **0,55**

- minimalna zawartość cementu

260; 300; 300 kg/m³

Przyjeto **300** kg/m³.

(d) wiązności betonu

z tab. 2.1 z źródła 14-1f

dla betonu C30/37 mamy charakterystyczną wytrzymałość betonu na ściskanie

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

wytrzymałość obliczeniowa

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = \frac{30}{1,4} = 21,4 \text{ MPa}$$

współczynnik materiałowy betonu, z źródła 14-1f

(e) Sprawdzenie warunków konstrukcyjnych dla otulenia

Na podstawie zasad określonych w pkt 5.4.3 { źródło 14-6, 14-7

minimalne otulenie powinno wynosić

$$c_{min} = \max \{ c_{min,0}; c_{min,cen}; 10 \}$$

gdzie $c_{min,0}$ - minimalne otulenie ze względu na przyczepność powinno wynosić średnicy pętle zbrojeniowego (dla żelazna nie przekraczających 32 mm, co jest zwykle wymagane)

Z tab. 5.5 przyjmujemy klasę konstrukcji

Podstawowa klasa S4 jest

zumniejszona 0 - 1 (XC1, \Rightarrow C30/B37)

i - 1 (płyta)

Ostatecznie klasa konstrukcji S2

Z tab 5.6 { źródło 14-8 }

dla klasy konstrukcji S2 i klasy

ekspozycji XC1 mamy $c_{min} = 10$ „

a dla XD1 $c_{min} = 20$

Ponieważ klasa ekspozycji XD1 została przyjęta zbyt ostrożnie, więc przyjmujemy

$$C_{min} = 10$$

Odchyłka odłomu spodnie z pkt. 5.4.5
{ źródło Nr-9 do Nr-10 }

$$\Delta C_{dev} = 10$$

Sądząc, że nie będzie stosowany system zapewnienia jakości, więc ostatecznie

$$C = C_{min} + \Delta C_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

(e) stal zbrojeniowa

Przyjmujemy klasę stali

$$B500, f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Wytrzymałość obliczeniowa

$$f_{gd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s},$$

gdzie $\gamma_s = 1,15$ { źródło Nr-11 }

$$\text{Wobec } f_{gd} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Poz. 4.2.2. Wymiarowanie płyty stropowej - dobór zbrojenia.

Rozpatrzmy przypadek zginania płyty.

Wprowadzenie teoretyczne do wymiarowania przekrojów prostokątnych pojedynczo zbrojonych podano w § 15, które jest podsumowaniem z podręcznika Prof. Kucuffa.

Obliczenia prowadzimy wg algorytmu 7.2 z tego podręcznika § 15-8 do 15-11

a) średnica zbrojenia

Przyjeto, że zastosowana zostanie średnica zbrojenia ϕ

14

(# - oznacza stal zbrojarską), a w przekroju nie wystąpi pręt o większej średnicy, czyli

$$\phi_{\max} = 14.$$

Ponieważ $\phi_{\max} \leq c = 20 \text{ mm}$ (otulenie),

więc zastosowanie prętów o takiej średnicy jest dopuszczalne

b) rozstaw zbrojenia

Przyjeto $s = 15c = 300 \text{ mm}$ ($\leq 25c$)

c) użyteczna wysokość przekroju

$$d = h - c - \frac{\phi_{max}}{2} = 260 - 20 - \frac{14}{2} =$$

d) siła płytowa obliczeniowa
 Ładzenie dolne w posztytce powierzchni
 przesieść moment zginający $M_{E,d}$

(E - zewnętrzny (external), d - obliczeniowy (design), który w pkt 4.1.5 oznacziliśmy jako $M_{s,d}$:

$$M_{E,d} = 83,7 \text{ kNm}$$

e) obliczenia wg algorytmu 7.2 § 15

względny moment zginający

$$\mu = \frac{83,7 \cdot 10^3}{100 \cdot 2332 \cdot 21,4} = 0,0807$$

Ponieważ $\mu < \mu_{lim}$, więc § p. 15-8

$$\alpha_1 = \omega = 0,8731 - \sqrt{0,8468 - 1,846 \cdot 0,0807}$$

$$0,8731 - \sqrt{0,78986} = 0,0844$$

Uwaga: wartości: 0,8731, 0,8468, 1,846 są stałe zgodnie z wprowadzeniem

do algorytmu 7.2 § 15

Stąd (zgodnie z algorytmem 7.2.)

f) Zbrojenie stali dółem

$$A_{s1} = 0,0844 \cdot 100 \cdot 23,2 \cdot \frac{21,4}{435} = 9,63 \text{ cm}^2 / 1 \text{ m}$$

Nie prowadzimy obliczeń zarysu strefy ściśkanej!

g) Dobór rzeczywistego zbrojenia prowadzimy z tablicy 4.3.10.16.

W tym celu poszukujemy w tablicy pola przekroju zbrojenia najbliższego, ale większego od zbrojenia potrzebnego dla rzeczywistej średnicy $\#(\phi)$ rzeczywistego odstępu s prętów. W miarę potrzeby modyfikujemy wcześniej założone ϕ oraz s .

Znajduje $A_{s1, \text{prz}} = 10,26 \text{ cm}^2 / \text{m}$,

takie że jest nieco większe od $A_{s1} = 9,63 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$.

Przybliżone średnica i odstęp zbrojenia spada się z wcześniej przyjętym: $\# 14 \text{ co } 15 \text{ cm}$.

h) doobrotowanie przy podporze,
 Przyjato ok **50%** obrotowania
 głównego przez odjęcie górnego
 co drugiego postu.

i) obrotowanie rozdzielca (poprzeczne)

Przyjato # 6/8 co 18 cm.

(#6/8 oznacza, że co drugi post jest #6,
 a co drugi #8)

Z tablicy z średnio 16} obrotowania
 przekroj 2,18 cm²/m.

Uwaga: Obrotowanie rozdzielca powinno
 stanowić ok. **20%** obrotowania głównego,
 przy warunku $\geq 20\%$.

W naszym przypadku

$$\frac{2,18}{10,28} = 21,2\%$$