

Z.3. Zalecenia technologiczne

A. TECHNOLOGIA NAPRAWY STROPÓW ŻELBETOWYCH :

W uszkodzonych miejscach należy przeprowadzić prace naprawcze uwzględniające:

- zbitcie uszkodzonej otuliny
 - piaskowanie zardzewiałego zbrojenia
 - reprofilowanie (torkretowanie) konstrukcji
 - malowanie wapienne
1. Odkryte zbrojenie należy oczyścić z rdzy do wymaganej czystości wg PN-70/H-97050 tj. 2° (ochrona antykorozyjna zbrojenia powłokami mineralnymi lub na bazie żywic epoksydowych).
 2. Beton naprawianego elementu wzdłuż krawędzi ubytku należy podkuć pod kątem 45° na głębokość nie mniejszą niż 1 cm.
 3. Pręty na których ślad korozji (po skuciu) widoczne są na więcej niż 1/3 ich obwodu powinny zostać wykute dookoła, tak aby przestrzeń pomiędzy prętem, a betonem wynosiła min. 2cm. Wykucie pręta wzdłuż jego osi powinno sięgać w głąb betonu 1 cm od ostatniego śladu korozji.
 4. Powierzchnia podłoża bezpośrednio przed wykonaniem napraw powinna być zwilżona, dla powłoki zwilżanie nie jest wymagane, ale w obu przypadkach musi to być powierzchnia o wilgotności nie większej od tzw. „powierzchni matowo-wilgotnej”, tj. bez śladów filmu wodnego.
 5. Temperatura podłoża betonowego i powietrza w trakcie wykonywania napraw powinna wynosić:
 - nie mniej niż 5°C (temperatura podłoża powinna być wyższa o 3K od punktu rosy) i nie wyższa niż 25°C
 6. Temperatura podłoża betonowego i powietrza w trakcie wykonywania powłok powinna wynosić :
 - temperatura podłoża betonowego:
nie niższa niż +5°C, lecz nie wyższa niż +25°C (temperatura podłoża musi być wyższa o 3K od punktu rosy)
 - temperatura powietrza powinna wynosić nie mniej niż +5°C, lecz nie więcej niż +30°C.

Zalecana technologia naprawy

1. Torkretowanie

- Do napraw konstrukcji żelbetowych zaleca się betony cementowo-polimerowe. Dodatki polimerów (kauczuków, poliestrów, żywic poliestrowych), poprawiają znacznie przyczepność świeżo ułożonego betonu do starego tworzywa oraz przyczepność betonu do stali. Betony modyfikowane poliestrami wykazują cechy podobne w pewnym sensie do klejów.
- Przy naprawie i wzmacnianiu konstrukcji żelbetowych należy prowadzić roboty według następującego porządku - Powierzchnię starego betonu należy bardzo dokładnie nadkuć i oczyścić szczotkami stalowymi .

- Przed obetonowaniem należy nawilżyć stare podłoże, aby wyeliminować możliwość wysuszenia wody zarobowej nowego betonu. Należy mieć na uwadze, że wiązanie i twardnienie betonu polega nie na jego wysychaniu, lecz na procesach chemicznych, których prawidłowy przebieg związany jest z obecnością wody. - Nawilżanie starego betonu powinno odbywać się nie jednorazowo (tuż przed ułożeniem mieszanki), lecz wielokrotnie w czasie 8-12 h poprzedzających obetonowanie.

- Nie należy polewać wodą wzmacnianego elementu tuż przed betonowaniem. Gdyż w ten sposób wprowadza się niewielkie ilości wody zmniejszające miejscowo wskaźnik cementowo-wodny i tym samym zwiększające lokalnie skurcz betonu..

- Do betonu elementów naprawianych lub wzmacniających należy stosować cement portlandzki (nie hutniczy) klasy min.35 oraz ostry piasek i żwir o średnicy ziaren do 10mm.

2. Technologia naprawy z zastosowaniem systemowych materiałów firmy Sika

Sika Monotop 610, 612, 614, 620

Przygotowanie podłoża:

Beton - spękany beton, luźne elementy usunąć do zdrowego podłoża, pozbawionego mleczka cementowego, starych powłok i środków antyadhezyjnych. Zalecane sposoby przygotowania podłoża czyszczenie metodą hydrodynamiczną lub strumieniowo – ścierną. Przed aplikacją warstwy szczepnej beton należy zwilżyć wodą do stanu powierzchni matowo – wilgotnego.

Zbrojenie – w przypadku skucia wierzchniej warstwy do widocznych fragmentów stali zbrojeniowej, odsłoniętą stal zbrojeniową należy oczyścić wg PN-ISO 8501-1 metodą strumieniowo – ścierną

Zabezpieczenie antykorozyjne stali zbrojeniowej (w przypadku odsłonięcia zbrojenia):

Materiał: Sika® MonoTop® 610 - zaprawa PCC I

Ilość warstw: 2

Grubość suchej powłoki: 1 mm

Zużycie teoretyczne: 2,0 kg/1m² odkrytego zbrojenia

Opakowanie: 25 kg

Aprobata IBDiM AT/2002-04-0268

Warstwa szczepna:

Materiał: Sika® MonoTop® 610 - zaprawa PCC I

Ilość warstw: 1

Zużycie teoretyczne: 1,8 kg/m² powierzchni

Opakowanie: 25 kg

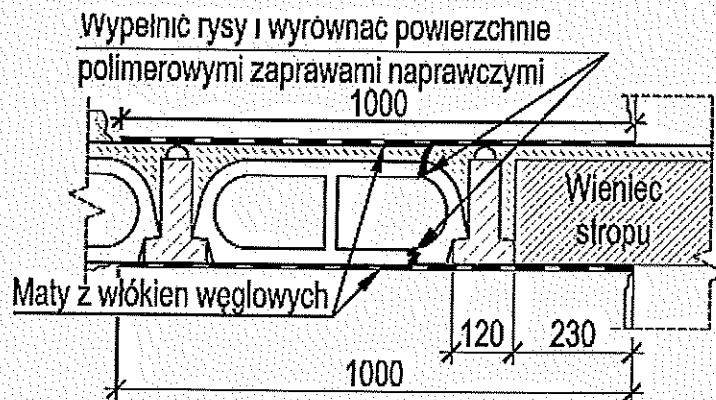
Aprobata IBDiM AT/2002-04-0268

B. TECHNOLOGIA NAPRAWY STROPU DZ-3 :

1. Sposób naprawy stropów

Do naprawy uszkodzonych stropów DZ-3 zalecono zastosowanie mat z włókien węglowych ułożonych jednokierunkowo wraz z odpowiednim klejem do mat. Ponadto do wypełnienia rys w stropach zalecono zastosowanie polimerowych zapraw naprawczych do betonu. Miejsca, w których należy nakleić maty z włókien węglowych pokazano na rys. 1. Maty mają być naklejone zarówno na górnych jak i na dolnych powierzchniach stropów nad małym basenem w dolnej części stropu

Rys. 1. Przedstawiony sposób naprawy stropów nie spowoduje konieczności rozbiórki uszkodzonych fragmentów stropów, wprowadza jednak konieczność ograniczenia dopuszczalnych obciążeń użytkowych do **2,00 kN/m²** w związku z nośnością istniejącej konstrukcji stropów DZ-3



2. Podsumowanie

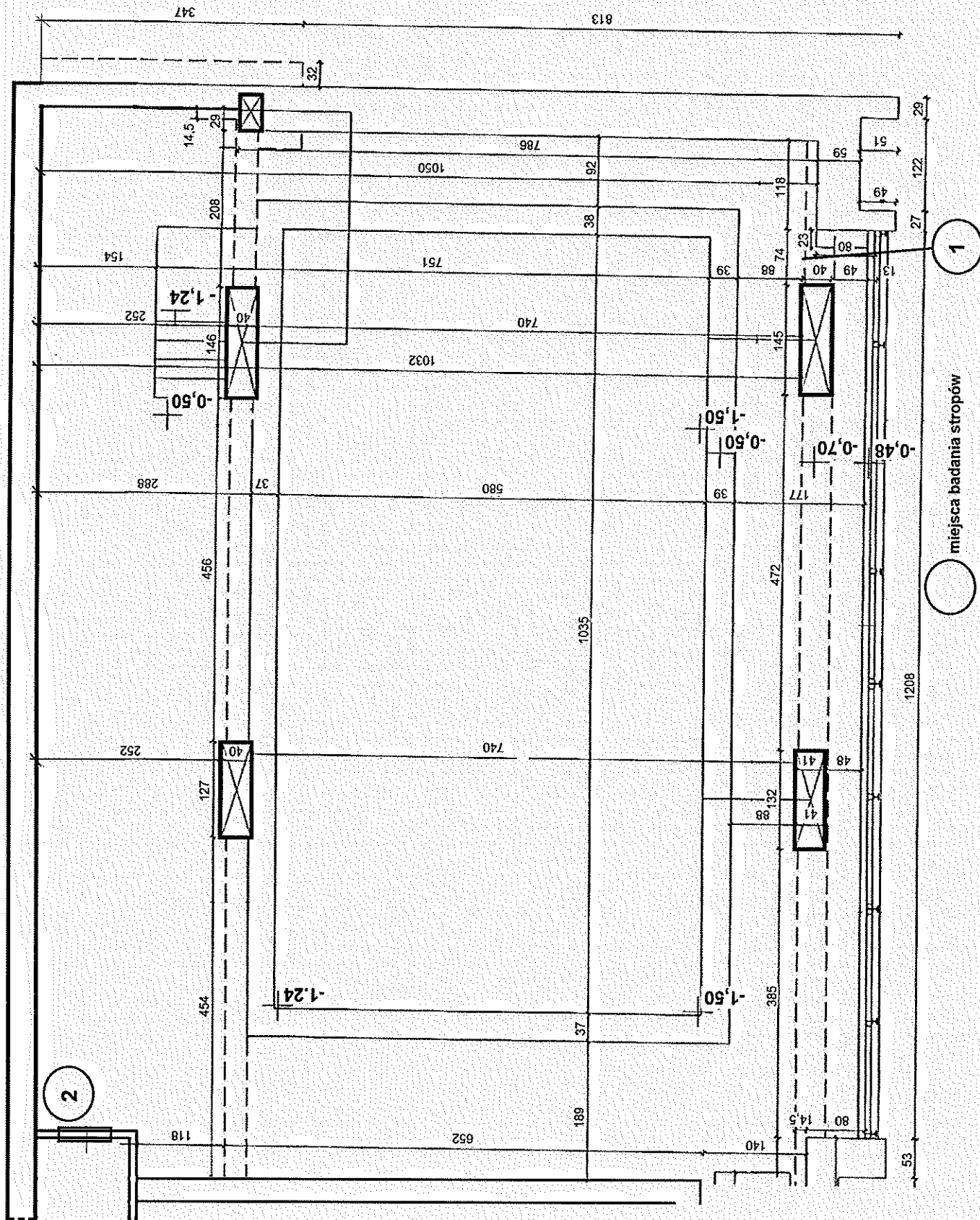
Błędy wykonawcze przyczyniły się w podobnym stopniu do powstania kłopotów z nośnością stropów DZ-3. Brak przestrzegania przez wykonawców obiektu zasad określonych w karcie technicznej stropów DZ-3 był początkiem problemów, które ujawniły się podczas eksploatacji obiektu.

Wykonane obliczenia nośności stropów DZ-3 wykazały, że zostały one zaprojektowane tak, by bezpiecznie przenieść obciążenie użytkowe o wielkości $2,00 \text{ kN/m}^2$ i obciążenie zastępcze od ścianek działowych o wielkości nie większej niż $1,25 \text{ kN/m}^2$, a więc dla biurowej i socjalnej funkcji pomieszczeń. W wyniku przemian jakie nastąpiły w Polsce po 1989 roku, w wielu przypadkach w wyniku prywatyzacji zakładów pracy dochodziło do częstych zmian właścicieli. Rzadko kiedy zwracano przy tym uwagę na przekazywanie archiwalnych dokumentacji zwłaszcza dokumentacji budowlanych.

INWENTARYZACJA MAŁEGO BASENU

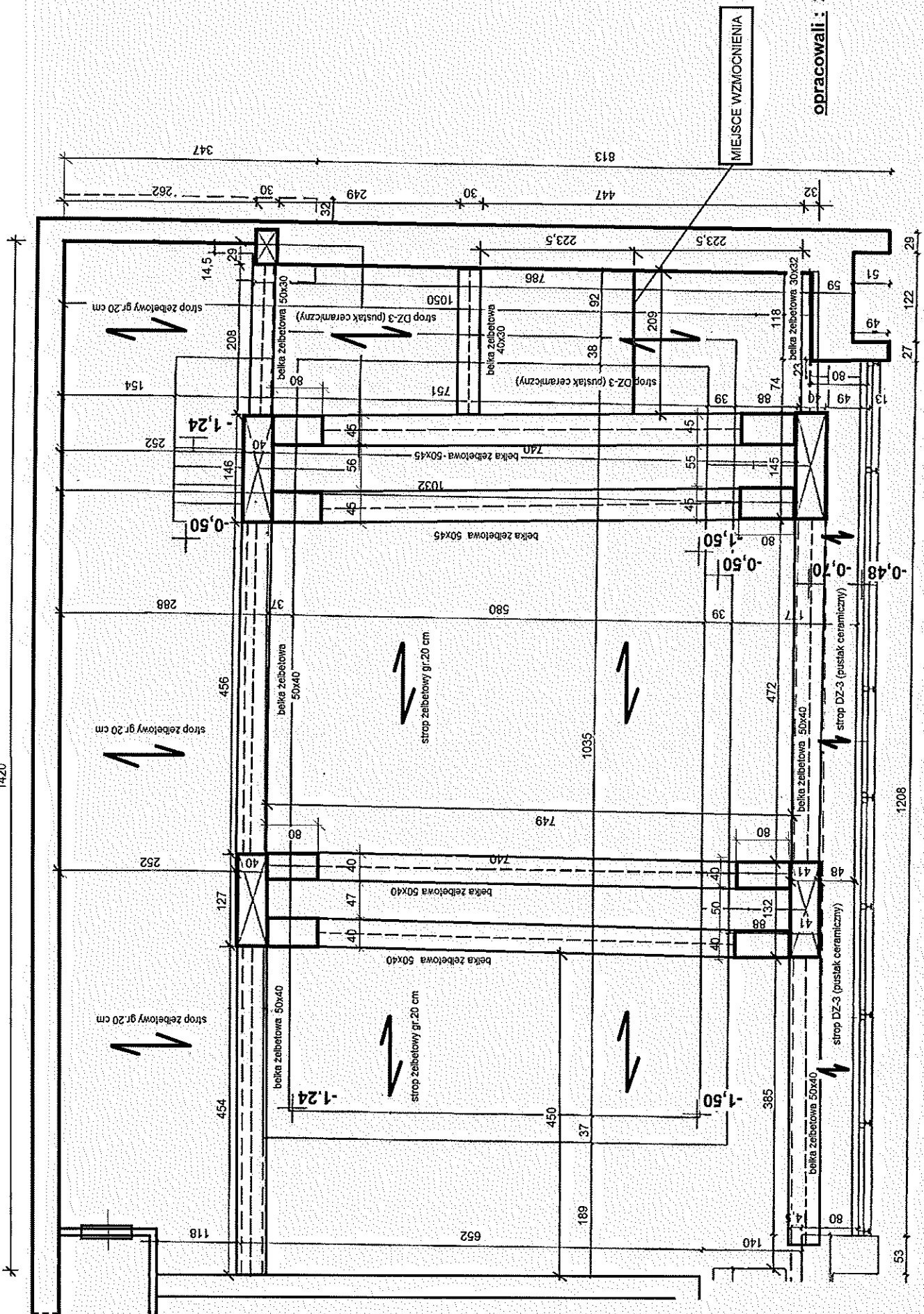
opracowali : 2017-01-12

Rys.1



SCHEMAT KONSTRUKCJI STROPÓW NAD MAŁYM BASENEM

1420



opracowali: 2017-01-12

Z.2. Obliczenia sprawdzające

Z.2.1 Wyniki badań sklerometrycznych

1. **Wyliczenie wytrzymałości betonu wg krzywej regresji z instrukcji ITB 210**
 - Średnia wytrzymałość betonu 68,70MPa
 - Odchylenie standardowe 15,48MPa
 - Minimalna wytrzymałość betonu 43,31MPa
 - Współczynnik zmienności $V_r = 22,53\%$
 - Współczynnik jednorodności betonu $K_r = 0,63$
 - Wytrzymałość min. betonu z uwzględnieniem wsp. popr. 25,99MPa
2. **Wyliczenie wytrzymałości betonu wg krzywej regresji z PN-EN 13791:2008**
 - Średnia wytrzymałość betonu 54,03
 - Odchylenie standardowe 8,15MPa
 - Minimalna wytrzymałość betonu 41,41MPa
 - Współczynnik zmienności $V_r = 15,08\%$
 - Współczynnik jednorodności betonu $K_r = 0,77$
 - Wytrzymałość min. betonu z uwzględnieniem wsp. popr. 24,84MPa
3. **Wyliczenie wytrzymałości betonu wg krzywej regresji dołączonej do urządzenia**
 - Średnia wytrzymałość betonu 52,37MPa
 - Odchylenie standardowe 7,81MPa
 - Minimalna wytrzymałość betonu 40,26MPa
 - Współczynnik zmienności $V_r = 14,91\%$
 - Współczynnik jednorodności betonu $K_r = 0,77$
 - Wytrzymałość min. betonu z uwzględnieniem wsp. popr. 24,16MPa

Na podstawie obliczeń ze wszystkich punktów pomiarowych markę betonu ustalono jako C15/20.

Z.2.2 Sprawdzenie nośności stropu DZ-3 nad małym basenem

Obciążenie stropu DZ-3 nad małym basenem :

Płytki ceramiczne cm razem z warstwą wyrównawczą

$$0,05 \times 1,0 \times 22 = 1,10 \times 1,35 = 1,485 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Płyta żelbetowa} \quad 0,04 \times 1,0 \times 24 = 0,96 \times 1,35 = 1,300 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Żebro [(0,24-0,01) \times 0,12 \times 25]:0,60} = 0,95 \times 1,35 = 1,296 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pustaki DZ-3} \quad [0,08 : (0,25 \times 0,60)] = 1,03 \times 1,35 = 1,391 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{RAZEM} \quad \underline{5,470 \text{ kN/m}^2} \quad \underline{7,385 \text{ kN/m}^2}$$

Nośność zebra w przęśle

1. Założenia:

- Beton klasy B20 (C15/20), $a_{cc} = 1,00$
- Stal klasy A-I f $y_k = 240,0$ (MPa)
- Przekrój zbrojony prętami f 12
- Dopuszczalna szerokość rozwarcia rys $a_{dop} = 0,30$ mm
- Obliczenia zgodne z PN-B-03264:2002 PN-EN 1992

2. Przekrój:

- $b_f = 31,0$ (cm)
- $b_w = 7,0$ (cm)

- $h = 23.0$ (cm)
- $h_f = 4.0$ (cm)
- $d_1 = 4.0$ (cm)
- $d_2 = 4.0$ (cm)

3. Powierzchnia zbrojenia:

- $A_{s1} = 3.2$ (cm²) $A_{s2} = 0.0$ (cm²)
- Stopień zbrojenia: $\mu = 2.54$ (%)
- Minimalny stopień zbrojenia: $\mu_{a, \min} = 0.21$ (%)

4. Dopuszczalny moment zginający:

z uwagi na nośność przekroju:

$M_{\max} = 10,62$ (kN*m) $M_{\min} = -0.00$ (kN*m)

z uwagi na zarysowanie przekroju (suma obc. długo- i krótkotrwałego)

$M_{\max} = 20,47$ (kN*m) $M_{\min} = -3.11$ (kN*m)

Stosunek obciążenia długotrwałego do całkowitego = 1.00

Wyniki szczegółowe dla SGN: $M_y = 12,62$ (kN*m)

Położenie osi obojętnej: $y = 2.5$ (cm)

Ramię sił wewnętrznych: $z = 17.0$ (cm)

Względna wysokość strefy ściskanej: $x = 0.14$

Graniczna wysokość strefy ściskanej: $x_{gr} = 0.77$

Naprężenia w betonie ściskanym: $s_c = 10.7$ (MPa)

Naprężenia w stali zbrojeniowej:

rozciągające: $s_s = 210.0$ (MPa)

Nośność żebra w podporze

1. Założenia:

- Beton klasy B20(C15/20), $a_{cc} = 1.00$
 - Stal klasy A-I f
 - $y_k = 240.0$ (MPa)
 - Brak sprawdzenia stanu granicznego rozwarcia rys
- Obliczenia zgodne z PN-B-03264:2002 i PN-EN

2. Przekrój:

- $b_f = 31.0$ (cm)
- $b_f = 31.0$ (cm)
- $b_w = 7.0$ (cm)
- $h = 27.0$ (cm)
- $h_f = 4.0$ (cm)
- $h_r = 5.0$ (cm)
- $d_1 = 4.0$ (cm)
- $d_2 = 4.0$ (cm)

3. Powierzchnia zbrojenia:

$A_{s1} = 0.0$ (cm²) $A_{s2} = 3.2$ (cm²)

4. Dopuszczalny moment zginający:

z uwagi na nośność przekroju:

$M_{\max} = 0.00$ (kN*m) $M_{\min} = -14.77$ (kN*m)

Wyniki szczegółowe dla SGN: $M_y = -14.77$ (kN*m)

- Położenie osi obojętnej: $y = 3.6$ (cm)
- Ramię sił wewnętrznych: $z = 21.6$ (cm)
- Względna wysokość strefy ściskanej: $x = 0.16$
- Graniczna wysokość strefy ściskanej: $x_{gr} = 0.77$
- Naprężenia w betonie ściskanym: $s_c = 10.7$ (MPa)
- Naprężenia w stali zbrojeniowej:
- rozciągające: $s_s = 210.0$ (MPa)

Obliczenia momentów w stropie (na jedno żebro)

Nośność eksploatacyjna stropu wg PN-EN (współczynniki bezpieczeństwa 1,35 oraz 1,5)

$$M_{\text{eksp}} = M_{\text{Rd}} - M_s = 10,62 - 4,82 = 5,80 \text{ [kNm]} \quad (1,5q_l)2/8 = 5,80 \text{ [kNm]}$$

$$q = 1,275 \text{ kN/m dla } l = 5,25 \text{ m}$$

$$q_{\text{pow}} = 1,2754/0,31 = 4,11 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 411 \text{ kg/m}^2$$

Nośność eksploatacyjna stropu wg Polskiej Normy (współczynniki 1,1-1,3 oraz 1,3)

$$M_{\text{eksp}} = M_{\text{Rd}} - M_s = 11,41 - 4,14 = 7,27 \text{ [kNm]} \quad (1,5q_l)2/8 = 7,27 \text{ [kNm]}$$

$$q = 1,62 \text{ kN/m dla } l = 5,25 \text{ m}$$

$$q_{\text{pow}} = 1,62/0,31 = 5,24 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 524 \text{ kg/m}^2$$

Korzystając z programu Autodesk RSA, podstawiając obciążenie zmienne wyliczone dla przęsła, obliczono moment w podporze.

- Sprawdzenie nośności na podporze wg PN-EN

$$M = -6,24 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed całk.}} = -6,24 - 5,80 = 12,04 \text{ kNm} < 14,77 \text{ kNm}$$

- Sprawdzenie nośność na podporze wg Polskiej Normy.

$$M = -6,97 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed całk.}} = -5,99 - 5,97 = 11,96 \text{ kNm} < 14,77 \text{ kNm}$$

Uwzględniając ubytki w powierzchni zbrojenia i brak otuliny :

$$M_{\text{Ed całk.}} = 12,77 \times 1,115 = 14,24 \text{ kNm} < 14,77 \text{ kNm}$$

Wniosek :

Z uwagi na zbliżone wartości dla momentów dopuszczalnych oraz duże ubytki betonu w dolnych partiach żeber należy układ wzmocnić w połowie rozpiętości żeber

OBLICZENIE WZMOCNIENIA ŻEBER

Zebranie obciążeń : $q = 7,385 \text{ kN/m}^2 \times 0,60 = 4,431 \text{ kN/m}$ $l = 447:2 = 224 \text{ cm}$

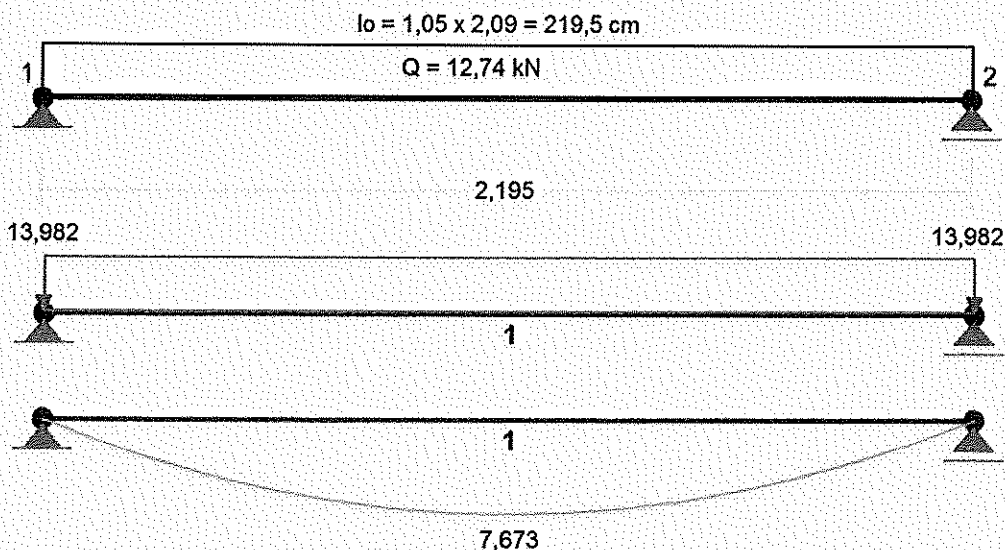
Schemat statyczny : belka dwuprzęsłowa

$$M = 0,07 \times 4,431 \times 2,24^2 = 1,55 \text{ kNm}$$

$$M_B = -0,125 \times 4,431 \times 2,24^2 = -2,78 \text{ kNm}$$

$$R_B = 1,25 \times 4,431 \times 2,24 = 12,41 \text{ kN}$$

Obliczenia : $Q = 12,41 + 0,30 \times 1,1 = 12,74 \text{ kN}$



Wymiarowanie :

$W_p = 35,69 \text{ cm}^3$ przyjęto : **RK100x100x4**
 $W_x = 43,96 \text{ cm}^3$ $I_x = 219,80 \text{ cm}^4$ $F = 14,66 \text{ cm}^2$ $m = 11,51 \text{ kg}$

$W_x = 43,96 \text{ cm}^3 > W_p = 35,69 \text{ cm}^3$
 ugięcie : $f_d = 219,5 : 250 = 0,88 \text{ cm}$
 $f = 5Ql^3/384EJ = 0,38 \text{ cm} > 0,88 \text{ cm}$

Dobry przekrój wystarczający

Mocowanie do belki żelbetowej i ściany kołkami Hilti HST M10x100/140

Z.2.3 Sprawdzenie nośności stropu żelbetowego nad małym basenem

Obciążenia:

- gres = $0,350 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 = 0,455 \text{ kN/m}^2$
 - szlichta $0,04 \times 21,0 = 0,840 \text{ " } \times 1,3 = 1,092 \text{ "}$
 - izolacje = $0,060 \text{ " } \times 1,3 = 0,078 \text{ "}$
 - płyta $0,2 \times 25,0 = 5,00 \text{ " } \times 1,1 = 5,500 \text{ "}$
- RAZEM** $g_1 = 6,250 \text{ kN/m}^2 = 7,125 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie użytkowe $p = 2,000 \text{ kN/m}^2 \times 1,4 = 2,800 \text{ kN/m}^2$
- G = 8,25 kN/m² Q = 9,925 kN/m²**

Płyta żelbetowa o rozpiętości 4,8 m, $l_0 = 5,04 \text{ m}$ $h = 20 \text{ cm}$.

$$M = 0,125 \times 9,925 \times 5,04^2 = 31,51 \text{ kNm}$$

$$R = 0,5 \times 9,925 \times 5,04 = 25,01 \text{ kN}$$

Wymiarowanie

beton B 25; stal kl. A-III gat. 34 GS

$b_w = 1,0 \text{ m}$; $h = 0,20 \text{ m}$; $d = 0,17 \text{ m}$

$A = 23 \text{ 1,0 0,17 47,07 10}$

$X - x = 1,62 \text{ cm}^2$

$A_s = 0,00791 \times 100 \times 17 = 13,44 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie dołem $f/12$ co 8 cm o $A_s = 14,13 \text{ cm}^2$.

Przy podporze odgiąć co drugi pręt. Wysokość płyty $h = 20 \text{ cm}$. Beton C20/25 [B25]