

Teatr Muzyczny CAPITOL we Wrocławiu

**ul. Marszałka J. Piłsudskiego 67
50-019 Wrocław**

OCENA TECHNICZNA

**INSTALACJA ZIELONEJ ŚCIANY
W OSI A OD OSI 7 DO OSI 9**

OBIEKT: budynek Teatru Muzycznego CAPITOL we Wrocławiu

ADRES: Wrocław, ul. Marszałka J. Piłsudskiego 67

Opracował: mgr inż. Przemysław Koczapski 422/01/DUW

Zawartość: 18 stron

1.	Wstęp.....	2
2.	Podstawowe dane techniczne	3
3.	Opis stanu istniejącego	5
4.	Ocena stanu technicznego kontrolowanego elementu.....	12
5.	Projektowane rozwiązanie	14
6.	Analiza techniczna	14
7.	Wyniki analizy	16
8.	Ustalenia dotyczące spełnienia wymagań podstawowych.....	17

Załączniki:

Wrocław 05.09.2022 r.

1. Wstęp

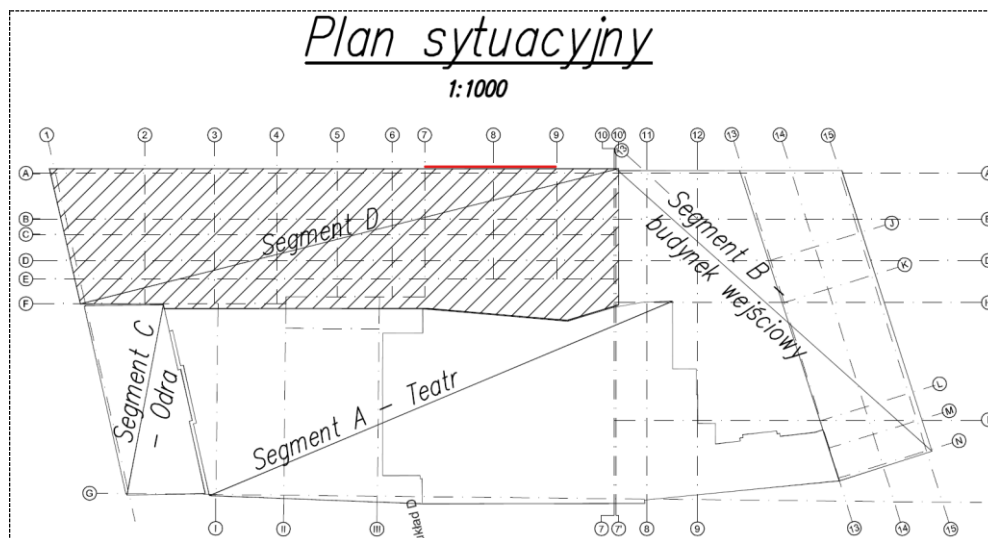
- 1.1. **Zamawiający:** Teatr Muzyczny CAPITOL
50-019 Wrocław
ul. Marszałka J. Piłsudskiego 67
- 1.2. **Użytkownik:** j.w.
- 1.3. **Przedmiot opracowania:** budynek Teatru Muzycznego CAPITOL we Wrocławiu, segment D, ściana w osi A od osi 7 do osi 9 na poziomie od 0 do +5
- 1.4. **Cel opracowania:** określenie możliwości wykonania zielonej ściany na elewacji zachodniej (od strony ulicy Świdnickiej)
- 1.5. **Zakres opracowania:** wizja, ocena techniczna, obliczenia statyczne, obliczenia normowe, analiza techniczna wariantowa
- 1.6. **Adres:** 50-019 Wrocław ul. Marszałka J. Piłsudskiego 67
- 1.7. **Autor:** mgr inż. Przemysław Koczapski uprawnienia bud. nr 422/01/DUW
- 1.8. **Podstawa opracowania:**
- Zlecenie Teatru Muzycznego CAPITOL we Wrocławiu
 - normy:
 - literatura:
- 1.9. **Dane:**
- dokumentacja projektowa obiektu
Wyciąg z dokumentacji projektowej budynku – SEGEMENT D:
[1] Projekt architektoniczno-budowlany – Projekt Wykonawczy – lipiec 2009
Biuro: KKM Kozień Architekci, Kraków
Projektant: dr inż. arch. Marek Kozień i dr inż. arch. Magdalena Kozień-Kornecka

[2] Projekt architektoniczno-budowlany – Projekt Budowlany Zamienny – październik 2010
Biuro: KKM Kozień Architekci, Kraków
Projektant: dr inż. arch. Marek Kozień / dr inż. arch. Magdalena Kozień-Kornecka

[3] Projekt konstrukcyjny – Projekt Wykonawczy – lipiec 2010
Biuro: Konstrukcje Budowlane Adam Klimek, Wrocław
Projektant: inż. Ireneusz Grabkowski
 - inwentaryzacja stanu istniejącego w trakcie wizji przeprowadzonej w dniu 01.09.2022 r.

2. Podstawowe dane techniczne

Podział i układ osi – [3]



Segment D budynku Teatru Muzycznego CAPITOL jest wybudowany w technologii żelbetowej monolitycznej. Układ tarczowo-płytowy – płyty wieloprzęsłowe. Podparcie utwierdzone czterokrawędziowe.

Ilość kondygnacji: 4/5 nadziemne i 2 podziemne

Ściany konstrukcyjne – zewnętrzne i wewnętrzne:

Grubość 20cm i 30cm

Beton C25/30

Zbrojenie podstawowe: krzyżowe – siatka 150×150 Ø10 AIIIIN (B500SP)

Otulina 25mm

Dozbrojenie w nadprożach i przypodporowych

Beton B30
Stal A-IIIIN (B500SP)
Otulina 25 mm

Stropy międzykondygnacyjne:

- poziomy -1 i 0 grubość 30cm

- poziomy +1, +2, +3 i +4 grubość 25cm

Beton C25/30

Zbrojenie podstawowe: krzyżowe – siatka 150×150 Ø12 AIIIIN

Otulina 25mm

Dozbrojenie w nadprożach i przypodporowych

Stropodach:

grubość 25cm

Beton C25/30

Zbrojenie podstawowe: krzyżowe – siatka 150×150 Ø12 AIIIIN

Otulina 25mm

Dozbrojenie w strefach przypodporowych

Obliczenia istniejącej konstrukcji zostały wykonane według normy PN-B-03264 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie

Obciążenia istniejącej konstrukcji zostały przyjęte według norm:

- PN-82/B-02001 – Obciążenia budowli – obciążenia stałe;
- PN-82/B-02003 – Obciążenia budowli – obciążenia zmienne;
- PN-82/B-02004 – Obciążenia zmienne technologiczne – obciążenia pojazdami;
- PN-77/B-02011 – Obciążenia w obliczeniach statycznych – obciążenie wiatrem;
- PN-80/B-02010 – Obciążenia w obliczeniach statycznych – obciążenie śniegiem;
- PN-B80/02010/AZ1-BW-2 dotyczy PN-80/B-02010 obciążenie śniegiem;

Obciążenia i wartości przyjęte do obliczeń istniejącej konstrukcji:

Obciążenia zmienne stropów i stropodachów: $q_{zm.k} = 4,0 \text{ kN/m}^2$

Obciążenia stałe stropów i stropodachów:

ciężar własny

tynki: $0,5 \text{ kN/m}^2$

instalacje: $0,5 \text{ kN/m}^2$

obciążenie zastępcze od ścian działowych: $0,75 \text{ kN/m}^2$

Podsumowanie danych technicznych

Normy przyjęte do wyznaczania obciążeń oraz projektowania (obliczeń) nie są obecnie obowiązującymi.

Aktualnymi obowiązującymi normami są:

W zakresie podstaw i reguł ogólnych projektowania:

PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji

W zakresie obciążeń:

PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcję

Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach

Część 1-2: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru

Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem

Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru

Część 1-5: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania termiczne

Część 1-6: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji

Część 1-7: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wyjątkowe

Część 2: Obciążenia ruchome mostów

Część 3: Oddziaływania wywołane dźwignicami i maszynami

Część 4: Silosy i zbiorniki

W zakresie projektowania konstrukcji żelbetowych:

PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu

Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

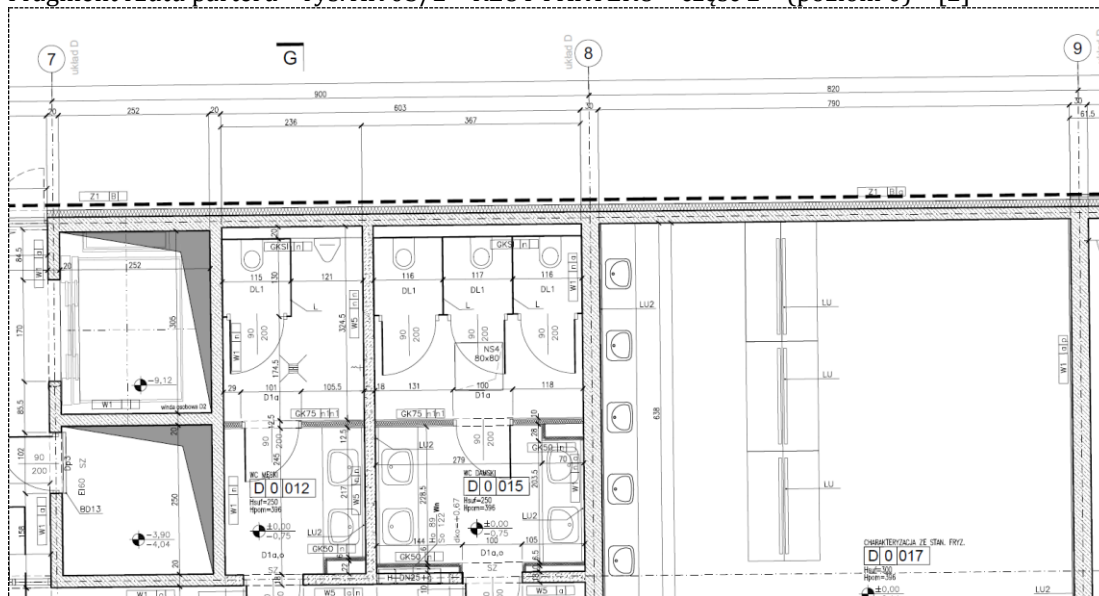
3. Opis stanu istniejącego

Ściana zewnętrzna w osi A od osi 7 do osi 9 od poziomu +0,30 do poziomu stropu nad poziomem +5 (stropodach) na poziomie +22,06/+22,31 jest ścianą żelbetową gr.20cm.

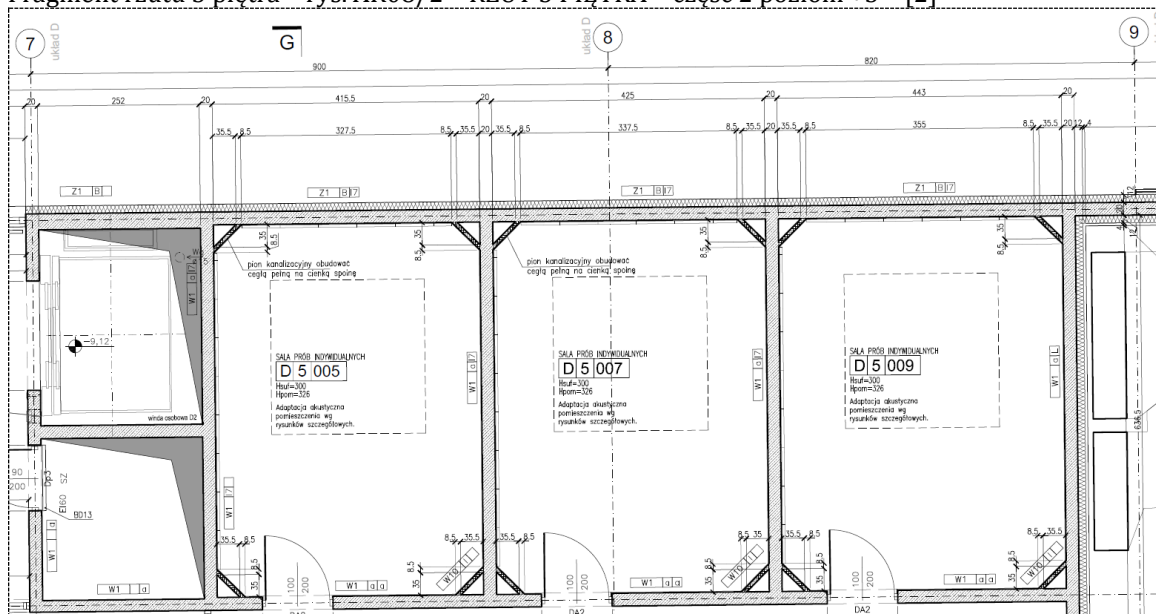
Ściana w osi A łączy się poprzecznie ze ścianami wewnętrznymi w osiach 7, 8, 9 (gr. 20cm). Ściana w osi A między osiami 7 i 9 jest pełna.

Poniżej umieszczono odpowiednie rzuty kondygnacji.

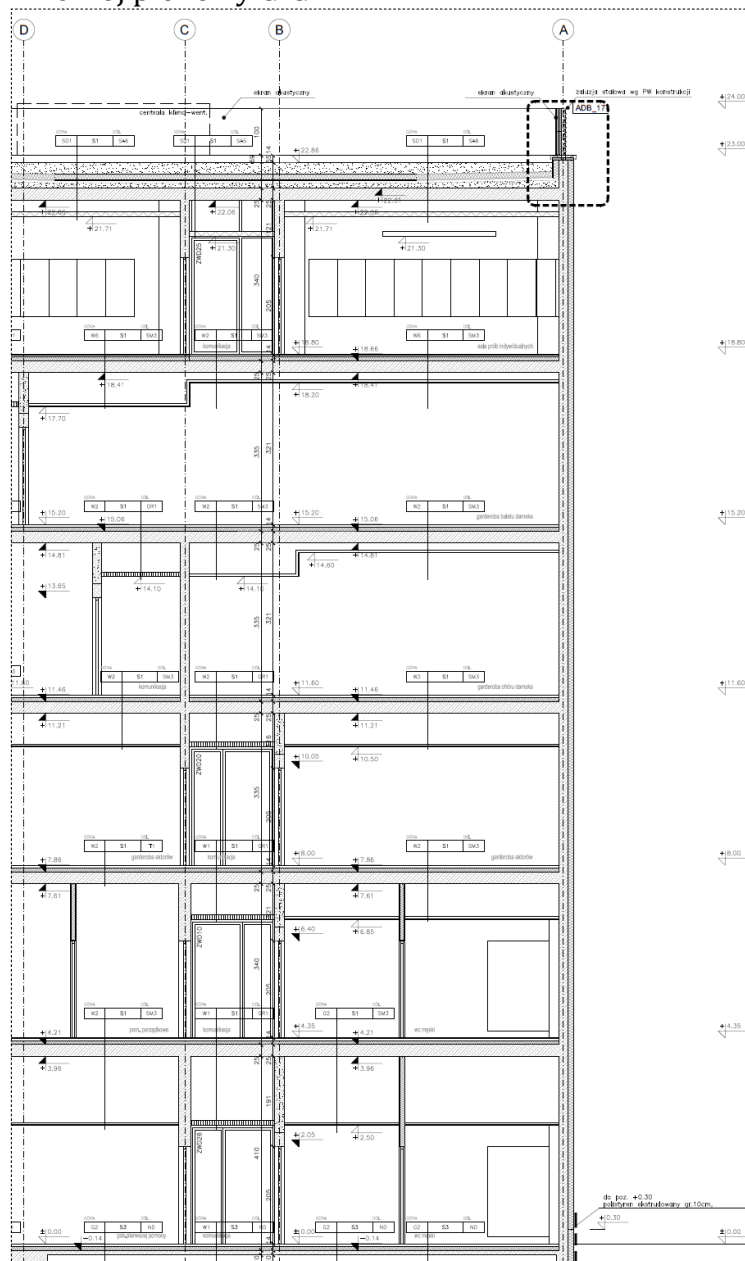
Fragment rzutu parteru – rys. AR 03/2 – RZUT PARTERU – część 2 – (poziom 0) – [2]



Fragment rzutu 5 piętra – rys. AR08/2 – RZUT 5 PIĘTRA – część 2 poziom +5 – [2]



Przekrój pionowy G-G



Oznaczenie warstw ściany zewnętrznej Z – B / Z – B1 / Z – B17

Z – ściana żelbetowa

B / B1 / B17 – tynk zewnętrzny, cienkowarstwowy – wełna mineralna gr. 14 / 20 cm

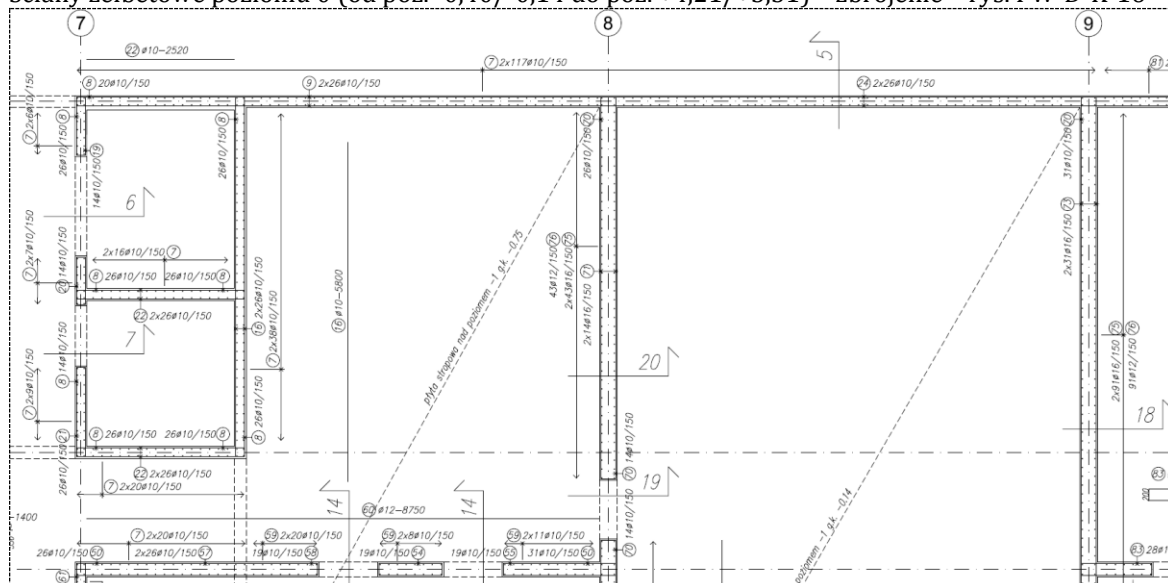
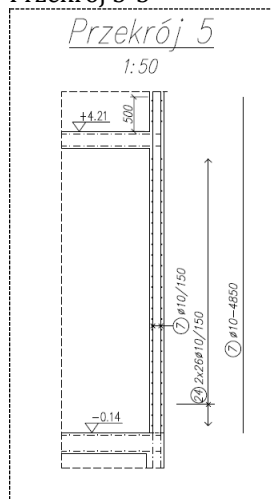
Okładziny zewnętrzne									
		kolor	uwagi	gr. warstwy wyk. (cm)	izolacja pw	wełna min (cm)	styrodur (cm)	pustka pow.	grubość całkowita (cm)
A	Kamień naturalny (Wapień Blanco Ribera) na kotwach, wełna mineralna, ścianka attykowa do wys. 30 cm izolacja przeciwwodna	Wapień Blanco Ribera . nieszpachlowany		3,0		12,0		5,0	20,0
A1	Kamień naturalny (Wapień Blanco Ribera) na kotwach, wełna mineralna, ścianka attykowa do wys. 30 cm izolacja przeciwwodna	Wapień Blanco Ribera . młotkowany		5,0		10,0		5,0	20,0
B	Tynk zewnętrzny na siatce, cienkowarstwowy krzemianowy ("baranek") barwiony w masie (w strefie cokolowej dodatkowo malowanie 2x farbą silikonową THERMOSAN lub podobną w kolorze j/w), wełna mineralna, ścianka attykowa do wys. 30 cm izolacja przeciwwodna	kolor jak Wapień Blanco Ribera		1,5		14,0			15,5
B1	Tynk zewnętrzny na siatce, cienkowarstwowy krzemianowy ("baranek") barwiony w masie (w strefie cokolowej dodatkowo malowanie 2x farbą silikonową THERMOSAN lub podobną w kolorze j/w), wełna mineralna	kolor jak Wapień Blanco Ribera		1,5		20,0			21,5

Nie ustalono oznaczenia B17, nie ustalono ostatecznej grubości wełny mineralnej.

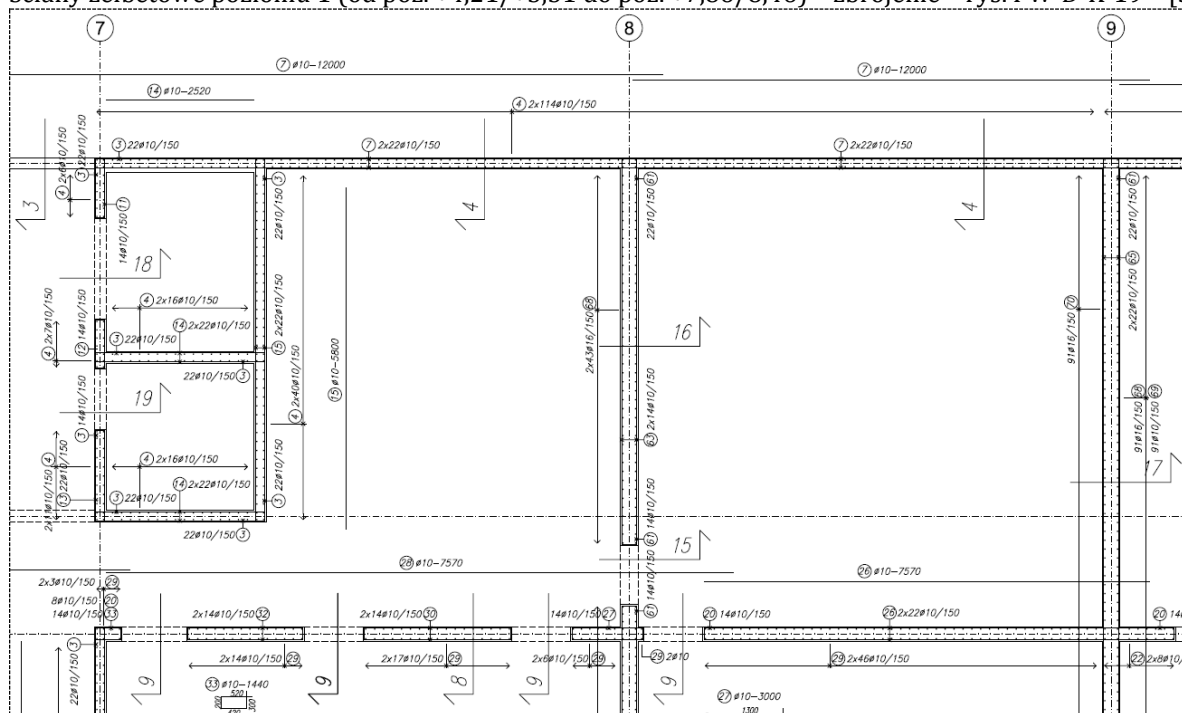
do poziomu na poziomie +2 od poziomu +7,86(+8,00) do poziomu +11,21. Grubość ściany 20cm.

Konstrukcja – zbrojenie

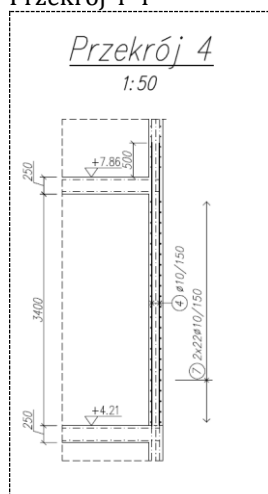
Ściany żelbetowe poziomu 0 (od poz. -0,40/-0,14 do poz. +4,21/+3,51) – zbrojenie – rys. PW-D-K-16 – [3]

**Przekrój 5-5**

Ściany żelbetowe poziomu 1 (od poz. +4,21/+3,51 do poz. +7,86/8,46) – zbrojenie – rys. PW-D-K-19 – [3]



Przekrój 4-4



Szczegół generalny

75 Ø6 / 4 szt. na 1 m²
 75 Ø6-440
 60
 200

Przekrój 5
1:50

250
3350
250
+11.46
500
+7.86
2x22 $\varnothing$ 10/150
4 $\varnothing$ 10/150
Pręty wg
rys. PW-D-K-19

Przekrój 2

1:50

250

418.66

500

3350

250

415.06

4ø10/150

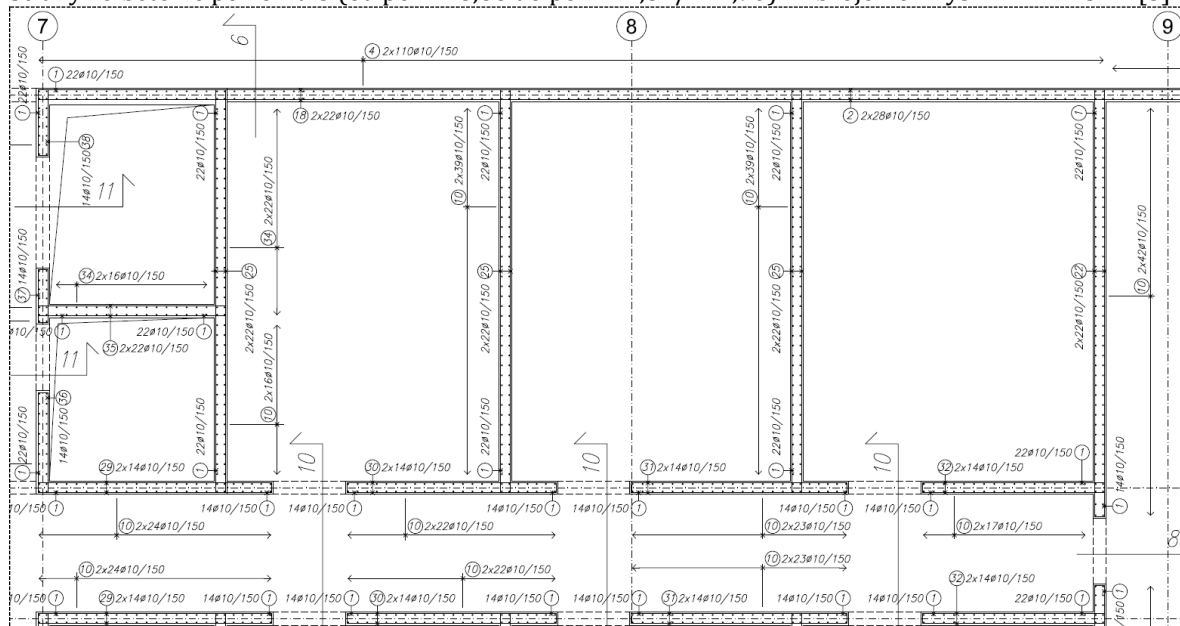
2ø22/150

4ø10-4100

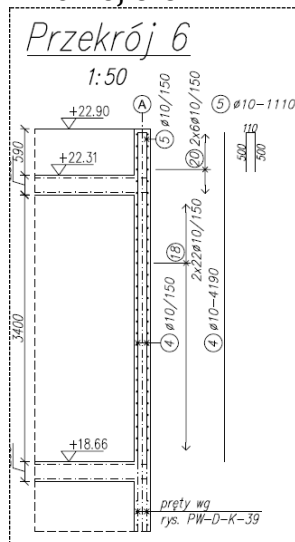
6ø10-3600

pręty wg
rys. PW-D-K-34

Ściany żelbetowe poziomu 5 (od poz.+18,66 do poz.+22,31/+22,90) – zbrojenie – rys. PW-D-K-31 – [3]



Przekrój 6-6



Zbrojenie ściany w osi A od osi 7 do osi 9 od poziomu -0,14 do poziomu +22,90
prętami $\varnothing 10$ w podwójnej siatce 150×150

Podsumowanie istniejącego układu konstrukcyjnego

Po analizie stwierdzono powiązania ściany w osi A z pozostałymi elementami konstrukcyjnymi:

Wpływ bezpośredni:

Stropy poziomu od 0 (nad poziomem -1) do poziomu +5 oraz ścianami wewnętrznymi poprzecznymi

4. Ocena stanu technicznego kontrolowanego elementu

4.1. Kryteria ogólne oceny i klasyfikacji technicznej stanu zużycia technicznego elementów

Procentowe zużycie	Określenie stanu technicznego	Kryterium oceny
0-15	dobry	elementy są dobrze utrzymane, nie wykazują zużycia i uszkodzeń
16-35	średni	elementy wykazują nieznaczne cechy zużycia
36-56	dostateczny	w elementach występują niewielkie uszkodzenia i ubytki, nie zagrażające bezpieczeństwu ludzi lub mienia
56-75	dopuszczający	w elementach występują uszkodzenia lub ubytki, mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa ludzi lub mienia
76 - 95	nieodpowiedni	w elementach występują znaczne uszkodzenia, powodujące zagrożenie bezpieczeństwa ludzi lub mienia

4.2. Ustalenia po sprawdzeniu stanu sprawności technicznej i wartości użytkowej elementów oraz instalacji narażonych na szkodliwe wpływy i niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania

Elementy	Stan techniczny	Uwagi
Ściana w osi A poziomy od 0 do +5 od osi 7 do osi 10 – segment D	dobry	Brak widocznych uszkodzeń Brak zarysowań tynku
Pozostałe ściany wewnętrzne przylegające do ściany w osi A od osi 7 do osi 10 – (segment D) na poziomach od 0 do +5	dobry	Brak widocznych uszkodzeń Brak zarysowań tynku
Strop między poziomami -1/0 Strop między poziomami 0/+1 Strop między poziomami +1/+2 Strop między poziomami +2/+3 Strop między poziomami +3/+4 Strop między poziomami +4/+5 Przylegające do ściany w osi A od osi 7 do osi 10 (segment D)	dobry	Brak widocznych uszkodzeń Sufit rozbierany, brak widocznych zarysowań spodu płyty
Stropodach Przylegający do ściany w osi A od osi 7 do osi 10 (segment D)	dobry	Brak widocznych uszkodzeń Sufit nierozbieralny z płyty gipsowo-kartonowej – brak zarysowań

Podsumowanie aktualnego stanu technicznego

Po przeprowadzeniu oględzin i oceny stanu technicznego stwierdzono:

- Ogólny stan techniczny badanego elementu dobry – brak ubytków, widocznych uszkodzeń i/lub odkształceń.
- Stan techniczny powiązanych elementów dobry – brak ubytków, widocznych uszkodzeń i/lub odkształceń.

5. Projektowane rozwiązanie

Projekt przewiduje montaż na zewnętrznej powierzchni (elewacji) pionowo napiętych lin stalowych śr. 8mm. Rozstawy między pionami wynosić będą 50cm.

Przyjęto, że liny będą rozpinane trzema odcinkami:

- odcinek AB: od poziomu +0,35m do poziomu stropu +7,73m

- odcinek BC: od poziomu +7,73m do poziomu +14,94m

- odcinek CD: od +14,94m do poziomu +22,19m

Każdy pion będzie miał 4 punkty kotwiczące.

Punkt startowy A na poziomie +0,35m

Punkt pośredni B na poziomie +7,73m

Punkt pośredni C na poziomie +14,94m

Punkt szczytowy D na poziomie +22,19m

Punkty pośrednie służyć będą do kotwienia górnego końca odcinka liny pod punktem i jednocześnie dolnego końca odcinka liny nad punktem.

6. Analiza techniczna

W celu sprawdzenia możliwości zastosowania przyjętego rozwiązania przeprowadzono szczegółową analizę statyczną. Do sprawdzenia przyjęto przestrzenne (3D) modelowanie MES (metodą elementów skończonych).

Analizę statyczną przeprowadzono z użyciem systemu RFEM firmy DLUBAL. Przyjęto standardowe założenia liniowego modelu sprężystego teorii płyt.

Dla materiału przyjęto stałe materiałowe zgodnie z projektem: beton C25/30, stal zbrojeniowa A-IIIN.

Do modelu obliczeniowego przyjęto układ i geometrię zgodnie z danymi projektowymi potwierdzonymi w trakcie wizji lokalnych. Ze względu na wpływ badanego elementu na elementy powiązane do obliczeń przygotowano model uwzględniający ściany i stropy od poziomu 0 do +5 między osiami 7 do 10 i A do C, przy czym ściany w osiach 10 i A są ścianami zewnętrznymi. Przerwane ciągłości konstrukcyjne zastąpiono podparciami utwierdzonymi z możliwością przemieszczeń prostokątnych. Wpływu poza opisany zakres nie badano uznając, że jest niewielki.

Obciążenia przyjęto z uwzględnieniem obciążeń przyjętych przy projektowaniu. Wartości charakterystyczne przyjętych obciążeń:

Oddziaływania stałe:

- ciężar własny

- obciążenia stałe/użytkowe 2kN/m^2

- obciążenia stropodachu urządzeniami wentylacyjnymi 2kN/m^2

Oddziaływania zmienne:

- obciążenia użytkowe stropów kategoria B powierzchnie biurowe: 5kN/m^2

- obciążenie ściany od wiatru: $0,8\text{kN/m}^2$

Dodatkowe obciążenie:

- od ciężaru lin długości 7,5m co 0,5m (przyjęto liny średnicy 8mm – 3kg/m)

- od ciężaru rośliny opinających liny (przyjęto 10kg/m długości liny)

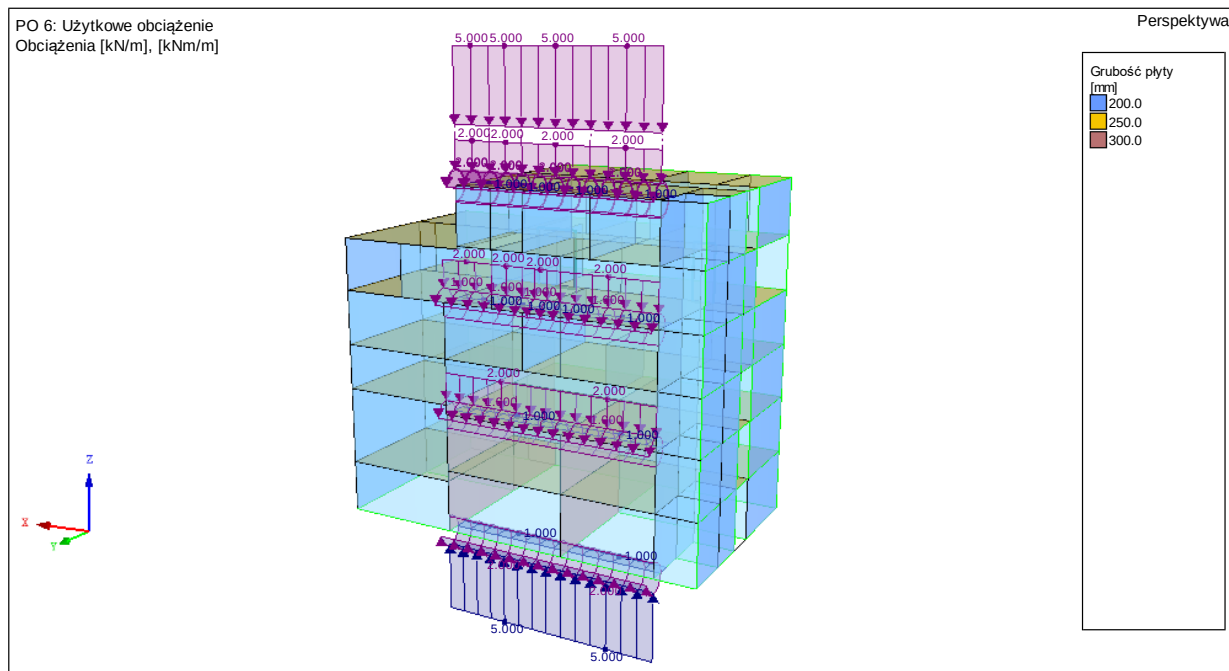
Przyjęto zastępcze obciążenie liniowe o wartości: $2,0\text{kN/m}$

$(3\text{kg/m} + 10\text{kg/m}) \times 7,5\text{m} / 0,5\text{m} = 195\text{kg/m}$

Dodatkowo ze względu na mimośród działania sił 50cm przyjęto moment liniowy o wartości
 $2,0\text{kN/m} \times 0,5\text{m} = 1,0\text{kNm/m}$

Ze względu na naciąg lin wprowadzono na skrajnych punktach kotwiących siły na mimośrodku. W punktach pośrednich siły od naciągu działające w tym samym kierunku z przeciwnymi zwrotami redukują.

Przyjęto, że liny będą naciągane do siły odpowiadającej 250kg. Przyjęto zastępcze obciążenie liniowe o wartości 5kN/m i jednocześnie moment liniowy o wartości $2,5\text{kNm/m}$.



Współczynniki obciążeniowe oraz reguły kombinacji zgodnie z obowiązującymi normami:

Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji – PN-EN 1990:2004 /Ap1:2004; Ap2:2010;/NA:2010; /AC:2010; /A1:2008

Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje – PN-EN 1991:2004 /AC:2009; /Ap1:2010; /NA:2010

Obliczenia konstrukcji żelbetowych wykonano modułem DLUBAL RF-CONCRETE Surfaces do obliczeń normowych według PN-EN 1992.

W celu określenia wpływu instalacji w ścianie istniejącej konstrukcji zamodelowano pełną sytuację obliczeniową.

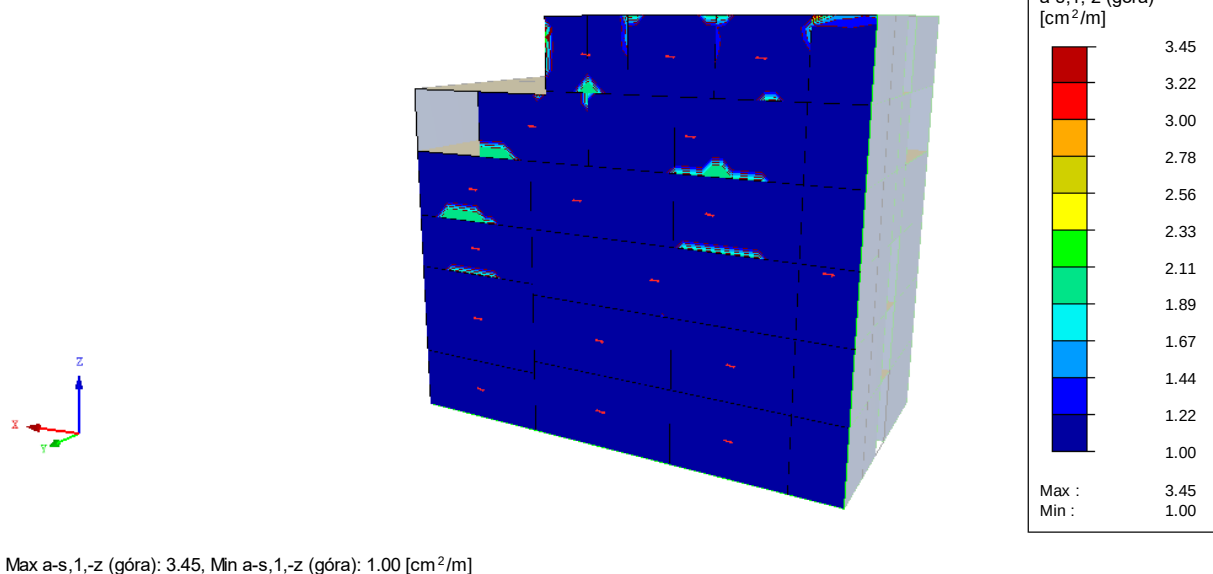
7. Wyniki analizy

RF-CONCRETE Surfaces PR1

Obliczenia betonu zbrojonego

Wymagane zbrojenie a-s,1,-z (górze)

Perspektywa

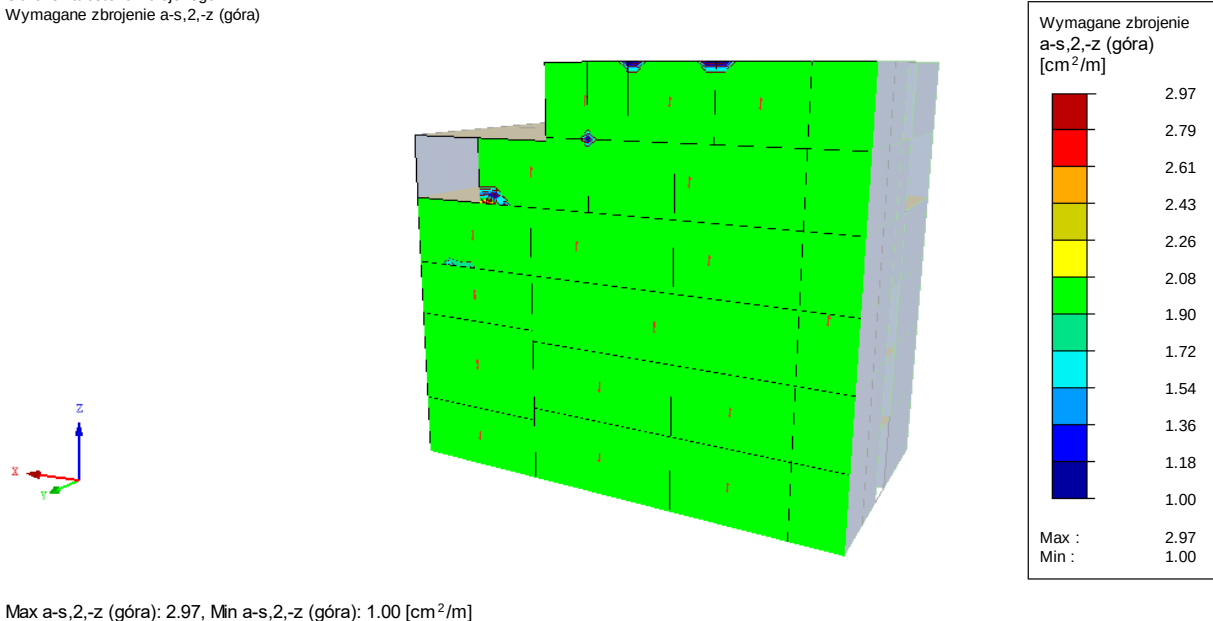


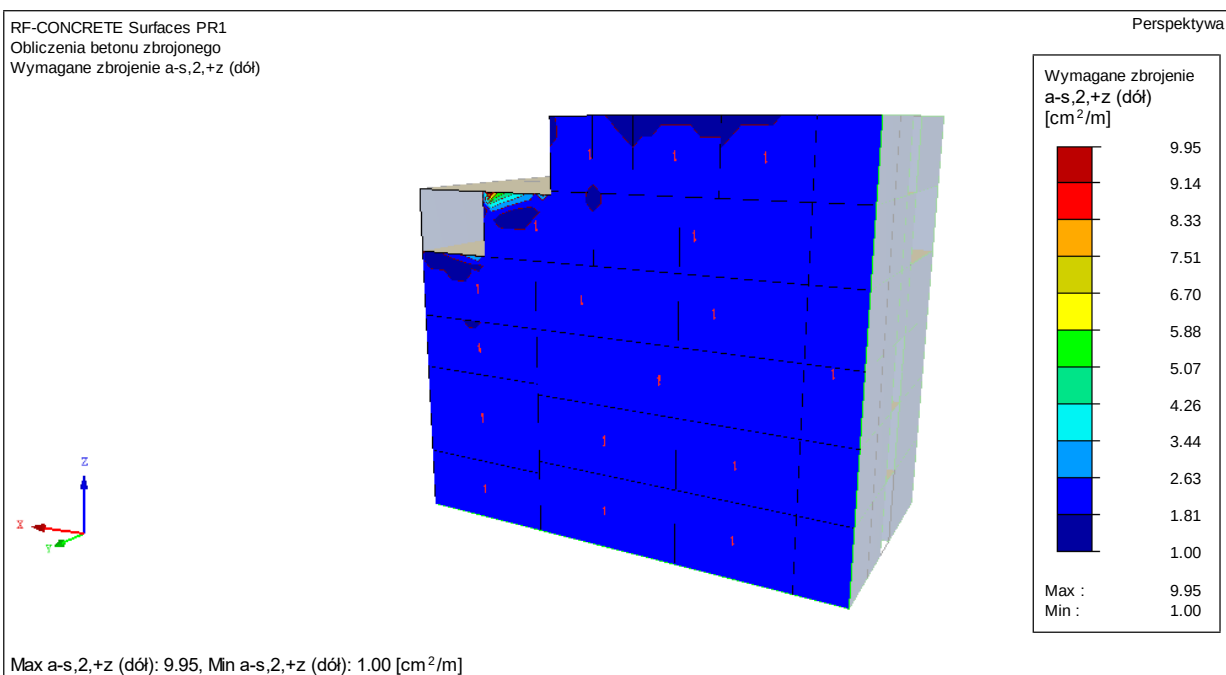
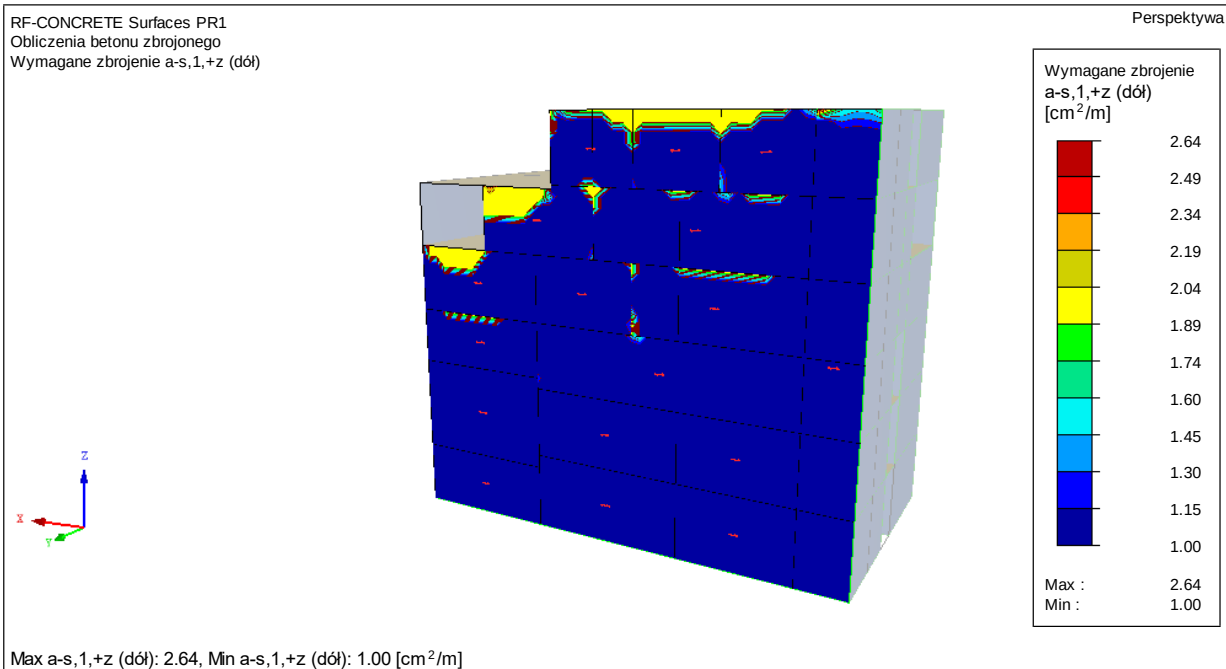
RF-CONCRETE Surfaces PR1

Obliczenia betonu zbrojonego

Wymagane zbrojenie a-s,2,-z (górze)

Perspektywa





Wyniki obliczeń normowych wykazały, że konstrukcja ścian zapewnia spełnienie warunków normowych.

8. Ustalenia dotyczące spełnienia wymagań podstawowych

8.1. W trakcie analizy potwierdzono, że istniejąca konstrukcja ściany w osi A od osi 7 do osi 9 została zaprojektowana w sposób umożliwiający spełnienie obecnie obowiązujących norm w zakresie konstrukcji żelbetowych PN-EN 1992 – Eurokod 2. Jednocześnie potwierdzono, że w bezpośrednio powiązanych elementach konstrukcyjnych spełnione zostały wymagania normowe w zakresie konstrukcji żelbetowych

8.2. Bezpieczeństwo konstrukcji:

Wyniki przeprowadzonej analizy nośności normowej badanego elementu oraz powiązanych elementów konstrukcyjnych wykazują, że projektowana instalacja może być zrealizowany bez wzmocnienia istniejącej konstrukcji ściany żelbetowej. Przyjęte rozwiązanie uwzględniające warunki i założenia zapewnia możliwość redystrybucji naprężeń układu konstrukcyjnego w osi A bez istotnego wpływu na powiązane elementy konstrukcyjne.

W każdym z przypadków należy opracować szczegółowy projekt techniczny oraz projekt wykonawczy w którym szczegółowo zostanie określone rozwiązanie kotwienia w ścianie, zapewnienie trwałej szczelności, mocowanie lin i jej średnicę oraz sposób wykonania instalacji.

Odstępstwa od przyjętych w opracowaniu założeń i warunków, w tym wartości i lokalizacji obciążeń wymaga ponownej analizy technicznej wpływu instalacji na konstrukcję.

8.3. **Bezpieczeństwo użytkowania:**

W opracowanie nie analizowano odrębnie bezpieczeństwa użytkowania. Przyjęto wstępne założenie, że bezpieczeństwo użytkowania jest zapewnione poprzez spełnienie warunków bezpieczeństwa konstrukcji. Na etapie projektu wykonawczego należy przeprowadzić analizę warunków stanów granicznych użytkowania z uwzględnieniem zarysowania.

8.4. **Możliwość utrzymania właściwego stanu technicznego:**

Właściwe wykonanie instalacji, szczególnie zakotwienia lin w ścianie wpływa na możliwość utrzymania właściwego stanu technicznego przy spełnieniu warunków bezpieczeństwa konstrukcji oraz użytkowania.

Należy szczególnie uwzględnić wpływ kotwienia w ścianie na szczelność elewacji. Przyjęte rozwiązanie powinno bezwzględnie zapewnić trwałą szczelność i brak możliwości

Utrzymanie właściwego stanu technicznego wiąże się z istnieniem odpowiedniej ze stanem dokumentacji technicznej budynku. W tym celu należy opracować odpowiedni projektu techniczny sporządzony przez uprawnionego projektanta z zakresu konstrukcji budowlanych i włączyć takiego projektu do dokumentacji technicznej obiektu.

Osobnym zagadnieniem jest metoda wykonania prac, która powinna zostać określona w projekcie wykonawczym z uwzględnieniem wpływu na utrzymanie właściwego stanu technicznego.