

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

I. Opis techniczny

1.0 Przedmiot, cel i zakres Ekspertyzy technicznej.

2.0 Materiały wykorzystane w opracowaniu.

**3.0 Opis istniejącego kompleksu szpitalnego- segmenty "G" i "J" oraz nowego
budynku "Kliniki Budzik dla Dorosłych" zlokalizowanych na terenie
Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego -krótka charakterystyka.**

3.1-Budynek "G".

3.2 Segment "J" -Podjazd Inżynierski.

3.3 Budynek "Kliniki Budzik Dla Dorosłych"

**4.0 Opisy rezultatów pochodzących z :odkrywek fundamentów, spostrzeżeń z oględzin
segmentów "G" i "J"- ocena stanu technicznego, analiz obliczeniowych.**

4.1 –Odkrywki fundamentów.

4.2 –Badania podłoża.

4.3- Przegląd budynku "G"

4.4- Przegląd budynku "J"

4.5- Analiza obliczeniowa.

5.0 Wnioski

6.0 Uwaga końcowa

II. Załączniki:

Nr 1-FOTOGRAFICZNY.

Spis zawartości:

Rysunki :

Nr 1/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "J"- rzut niskiego parteru-
sąsiedztwo segmentu "G" i "C".

Nr 2/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "G"- rzut niskiego parteru.

Nr 3/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "G"- rzut wysokiego parteru.

Nr 4/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "G"- rzut I-piętra.

Nr 5/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "G"- rzut II-piętra.

Nr 6/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "G"- rzut III-piętra.

Nr 7/Z-1-Inwentaryzacja sytuacji istniejącej, uszkodzeń/nieprawidłowości segment "G"- rzut IV-piętra.

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str2/17**

Fotografie:

Z-1/1-fotografie od nr 1 do nr 48-niski parter.

Z-1/2-fotografie od nr 49 do nr 118-wysoki parter, I piętro, II piętro.

Z-1/3-fotografie od nr 119 do nr 172-II piętro, IV piętro.

Z-1/4-fotografie od nr 173 do nr 182-kondygnacja techniczna.

Nr 2-RAPORT Z BADAŃ DIAGNOSTYCZNYCH

dotyczący posadowienia budynku oznaczonego symbolem "G" wchodzącego w skład Szpitala Bródnowskiego zlokalizowanego przy ul. Ludwika Kondratowicza 8 w Warszawie.

autorstwa: Barg Centrum Sp. z o.o. ul. Kamieńskiego 28 Ożarów Mazowiecki

czerwiec 2019- inż. Krzysztof Daniluk, mgr inż. Michał Czeszyński.

Nr 3-OBLICZENIOWY-określenie wpływu budowy na istniejące budynki.

Nr 4-ZAŚWIADCZENIA-kserokopie stwierdzenia przygotowania zawodowego do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie oraz zaświadczenia o przynależności do ZOIB, kserokopie uprawnień.

III. RYSUNKI

Nr 01/E – Lokalizacja budynku Zakładu Rehabilitacji "Klinika Budzik dla Dorosłych".

Nr 02/E – Rzut fundamentów budynku "G" wg dokumentacji archiwalnej z naniesionymi miejscami odkrywek i sondowań.

I. OPIS

1. Przedmiot, cel i zakres Ekspertyzy technicznej.

Przedmiot Ekspertyzy.

Przedmiotem Ekspertyzy są segmenty "G" i "J" kompleksu Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie przy ul. Ludwika Kondratowicza 8.

Cel i zakres Ekspertyzy.

Celem Ekspertyzy jest określenie wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji "Klinika Budzik dla Dorosłych" na istniejącą sąsiadującą istniejącą zabudowę: segmenty "G" i "J". Ekspertyza dotyczy branży ogólnobudowlanej.

Ustalając zakres opracowania z ukierunkowaniem na cel Ekspertyzy uwzględniono poniżej podaną problematykę:

-stan techniczny segmentów "G" i "J" co było związane: z odszukaniem i analizą materiałów archiwalnych/dokumentacji na w/w segmenty, wizją lokalną na segmentach przeprowadzoną w dniach 24.05.2019, 07.06.2019, 08.06.2019.

-ustalenie posadowienia/fundamentowania segmentów "G" i "J" na bazie dokumentacji archiwalnej, wykonanych odkrywek fundamentów oraz badań podłoża gruntowego pod segmentami.

-określenie wpływu przyszłej zabudowy z ukierunkowaniem na osiadania istniejących segmentów "G" i "J". Wpływ osiadań oszacowano na bazie wyników badań podłoża gruntowego przeprowadzając symulacje obliczeniowe na programie RM-Win.

-określenie technologii robót fundamentowych, stanu "zero" oraz sposobu monitorowania istniejących segmentów celem bezpiecznej ich eksploatacji w trakcie dobudowy budynku Kliniki. W zakresie Ekspertyzy nie mieści się projekt napraw występujących uszkodzeń na segmentach "G" i "J".

2. Materiały wykorzystane w opracowaniu

W Ekspertyzie wykorzystano następujące materiały :

[1]-Dokumentacja archiwalna: Projekt techniczny –konstrukcyjny stan surowy-obliczenia statyczne Blok "G" .Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, maj 1973.

[2]- Dokumentacja archiwalna: Rysunki konstrukcyjne stanu zero Blok "G". Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, sierpień 1972.

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str4/17**

- [3]- Dokumentacja archiwalna: Projekt podstawowy architektoniczny- stan wykończeniowy Blok "G" Pawilon Psychiatryczny. Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, sierpień 1972.
- [4]-Projekt podstawowy architektoniczny + konstrukcje, stan "0", Blok "J" podjazd inżynierski. Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, sierpień 1972.
- [5]- Projekt techniczny konstrukcyjny stan surowy –elementy na mokro. Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie, kwiecień 1973.
- [6]- Projekt podstawowy architektoniczny, stan "0", Blok "E"-stan "0". Biuro Projektów Służby Zdrowia w Warszawie.
- [6]-Geotechniczne warunki posadowienia dla potrzeb budowy "Kliniki Budzik dla Dorosłych" na terenie Szpitala Bródnowskiego w Warszawie-Barg Geologia Inżynierska i Geotechnika Warszawa maj 2019 r.
- [7]- Walery Kotlicki, Lech Wysokiński- Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów Instrukcja ITB nr 376/2002 –Warszawa 2002.
- [8]- Bolesław Kłosiński- Wpływ głębokich wykopów na odkształcenia przyległych obiektów budowlanych- Inżynieria i Budownictwo nr 11/2010.
- [9]- Anna Siemińska-Lewandowska, Monika Mitew-Czajewska, Urszula Tomczak,-Analiza przemieszczeń ścian głębokich wykopów realizowanych w Warszawie- Inżynieria i Budownictwo nr 4/2011.
- [10]- Kazimierz Szulborski, Rościśław Tribiło- O wpływie przemieszczeń podłoża gruntowego na istniejące budynki o konstrukcji tradycyjnej i sposobie wzmacniania tych budynków- Inżynieria i Budownictwo nr 1/2010.
- [11]-Beata Gajewska, Bolesław Kłosiński- O projektowaniu obudów głębokich wykopów metodą obserwacyjną - Inżynieria i Budownictwo nr 11/2010.
- [12]-Paweł Popielski, Agnieszka Dąbska- Analiza granicznych odkształceń konstrukcji i [przemieszczeń fundamentów wg PN-EN 1997-1;2008 Inżynieria i Budownictwo nr 1/2012
- [13] Normy projektowania dotyczące budownictwa lądowego oraz inna literatura fachowa związana z przedmiotem opracowania.
- [14] K.Czapliński-Z.Bodarski Informacje techniczne dla Rzeczoznawców w zakresie spraw ogólnych oraz wybranych problemów wytrzymałości, stateczności i sztywności elementów konstrukcyjnych wykonanych z dawnych gatunków stali, a także dawnych asortymentów drewna. wydawnictwo CUTOB-PZiTb.

[15] A.Zybura, M.Jaśniok, T.Jaśniok-Diagnostyka konstrukcji żelbetowych. Badania korozji zbrojenia i właściwości ochronnych betonu. Wyd. PWN 2011

[16] PN-B-06050-Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

[17] Wyniki wizji lokalnej dokonanej dla potrzeb Ekspertyzy.

3. Opis istniejącego kompleksu szpitalnego- segmenty "G" i "J" oraz nowego budynku "Kliniki Budzik dla Dorosłych" zlokalizowanych na terenie Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego -krótka charakterystyka.

3.1-Budynek "G"- Budynek "G" posiada 6 kondygnacji nadziemnych w nomenklaturze dokumentacyjnej/archiwalnej nazwanych: niski parter, wysoki parter, I piętro, II piętro, III piętro, strych (IV piętro) i kondygnację podziemną techniczną. Obecnie kondygnacja strych/IVp. jest kondygnacją użytkową. W kondygnacji podziemnej ulokowana jest infrastruktura techniczna związana z mediami zasilającymi budynek. Od strony konstrukcyjnej segment "G" w nadziemiu jest konstrukcją żelbetową szkieletową usztywnioną poprzez monolityczny trzon komunikacyjny i fragmenty ścian szczytowych (ściany żelbetowe). Kondygnacja podziemna (techniczna) została wykonana jako żelbetowa w technologii na "mokro" ze stropem prefabrykowanym żelbetowym z wykorzystaniem pustaków i belek systemu stropowego Dz-3, wysokość konstrukcyjna stropu w stanie surowym wg informacji z dokumentacji archiwalnej 25,0 cm, w stanie wykończonym 32.5 cm, rozpiętość modułarna L=5,55m (największa). Posadowienie budynku bezpośrednie w układzie łąw i stóp fundamentowych żelbetowych oraz płyty fundamentowej pod trzonem komunikacyjnym. Ściany zewnętrzne żelbetowe grubości 25 cm. Kondygnacja podziemna stanowi pod względem konstrukcyjnym element przestrzenny o dużej sztywności. Układy szkieletowe nadziemnia wykonano z ram prefabrykowanych typu "H" , ramy skrajne posiadają rygle ze wspornikiem od strony ściany zewnętrznej, ramy środkowe wykonano bez wsporników. Stropy kondygnacji nadziemnych ze względu na większą rozpiętość L=6,60m wykonano jako prefabrykowane żelbetowe z wykorzystaniem pustaków systemu stropowego Dz-4, wysokość konstrukcyjna stropu w stanie surowym wg informacji z dokumentacji archiwalnej 27,5 cm, w stanie wykończonym 35,0 cm. Ramy typu "H" posiadają łączenie słupów ponad stropami na wysokości 84 cm (w stanie surowym konstrukcji), węzeł w układzie złącza spawanego na budowie /na montażu. Ostatnia kondygnacja jest kondygnacją niepełną, dawniej techniczną z pomieszczeniami zgrupowanymi wzdłuż trzonu komunikacyjnego. W obszarze poza pomieszczeniami

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str6/17**

wykonano stropodach wentylowany, gdzie w górnej jego warstwie elementem nośnym są płyty korytkowe, oparte na podkonstrukcji stropu nad III piętrem. Układ konstrukcyjny stropów w nadziemiu ma charakter podłużny-stropy oparte na ramach typu "H", w podziemiu poprzeczny wsparty na niezależnej konstrukcji podpierającej-rygle i słupy ulokowane na elementach posadowienia. Ściany wewnętrzne poza trzonem komunikacyjnym mają charakter ścian działowych i wypełniających i występują w różnych konfiguracjach jako ścianki lekkie g-k, murowane. Wysokości kondygnacji w świetle 2,95m-kondygnacje nadziemne i 1,675m –kondygnacja techniczna. Segment wg posiadanych informacji zmieniał wielokrotnie swoją aranżację, w chwili obecnej jest po gruntownym remoncie. Kondygnacja techniczna z racji swojej funkcji zdaniem autora istnieje w rozwiązaniu pierwotnym bez szczególnej ingerencji z tytułu remontów poza szkodami wynikającymi z tytułu działania różnych branż instalacyjnych. Weryfikację niektórych rozwiązań pod względem wymiarowym po odkrywkach na fundamentach opisano poniżej w dalszych punktach opracowania.

3.2 Segment "J" -podjazd inżynierski, taka nazwa obiektu pojawia się w opracowaniach archiwalnych. Segment "J" posiada dwie bądź jedną kondygnację. Kondygnacja dolna techniczna występuje pod korytarzami i niskim parterem, rozprawdza instalacje do poszczególnych segmentów. Niski parter Segmentu "J" pełni funkcję techniczną i grupuje pomieszczenia o takiej funkcji. Pod względem funkcjonalnym podjazd "spina" poszczególne segmenty Szpitala-"A","B","C","E","F","G" zapewniając górą po stropie komunikację na poziom kondygnacji wysokiego parteru dla każdego z nich. Pod względem konstrukcyjnym obiekt wykonano jako żelbetowy w technologii monolitu. Posadowienie bezpośrednie za pomocą stóp i ław fundamentowych, słupy żelbetowe, strop nad kondygnacją niskiego parteru płytowo-słupowy oparty na słupach za pomocą głowic w kształcie odwróconego ostrosłupa ściętego. Rozstaw słupów w siatce 6,60x6,00m, rozstaw dylatacji poprzecznych co 4-5 układ: skrajne pole 25,50m, dwa dalsze pola co 30,0m. Grubość stropu monolitycznego nad niskim parterem 30 cm w stanie surowym, stropu prefabrykowanego gęstożebrowego DZ-3 nad kondygnacją techniczną 25 cm w stanie surowym. Poziomy segmentu wg opracowań dokumentacyjnych/archiwalnych: poziom posadowienia –6,00m, poziom posadzki kondygnacji technicznej –5,30m, posadzki niskiego parteru –3,30/-3,76m, poziom stropu nad niskim parterem nawiązuje do poziomu posadzek wysokiego parteru poszczególnych segmentów Szpitala, podane poziomy odniesienia w stosunku +/-0,00=8,50

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str7/17**

m.n.p. Wisły. Warstwy wykończeniowe stropu patrząc od góry wg rozwiązań projektu pierwotnego: nakładka asfaltowa na warstwie betonu spadkowego, na stropie zaprojektowano warstwę hydroizolacji, od spodu istnieje warstwa ocieplenia/wygluszenia z tynkiem na siatce metalowej. Ściany wypełniające wydzielające poszczególne pomieszczenia posadowione na ławach betonowych w kondygnacji technicznej betonowe/żelbetowe w poziomie niskiego parteru murowane. Po wykonanej wizji lokalnej na obszarze sąsiadującym z budynkami "G" i "C" można stwierdzić, że segment od dłuższego czasu nie był remontowany.

Dokumentacja archiwalna na segmenty "G" i "J" datowana jest na lata 1972-74, należy przypuszczać, że powstanie obiektów przypadło na drugą połowę lat siedemdziesiątych wobec czego czas eksploatacji można szacować na ponad czterdzieści lat.

3.3 Budynek "KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH".

Budynek cztero-pięciokondygnacyjny (w części centralnej) podpiwniczony w konstrukcji żelbetowej, wylewanej "na mokro". W bezpośrednim styku z istniejącym budynkiem "G" i "J" - część projektowanego budynku jedno i dwukondygnacyjna z podziemną kondygnacją techniczną posadowioną na poziomie zbliżonym do posadowienia budynku istniejącego "G".

Cześć podziemna budynku w obszarze pod 4-5 kondygnacjami nadziemnymi w układzie mieszanym: słupy, podciąg, ściany żelbetowe. Posadowienie bezpośrednie na płycie żelbetowej w wykonaniu szczelnym. Wstępnie założono grubość płyty fundamentowej ~50cm, w miejscach oparcia słupów pogrubienia miejscowe do ~70cm. Poziom posadzki piwnic w części centralnej przyjęto na rzędnej -3,00m, w części sąsiadującej z budynkami istniejącymi na rzędnej -1,70 m w stosunku $+/-0,00 = 83,20$ m.n.p.m. Spód płyty w części centralnej ~ -3,65m, w części sąsiadującej z budynkami na rzędnej nie niższej niż 80,50 m.n.p.m. Rzędna dna wykopu około -3,75m-część centralna, około -2,70m-część sąsiadująca z istniejącymi budynkami.

Przewidywana izolacja wodoszczelna płyty fundamentowej - mata bentonitowa np. VOLTEX DS firmy CETCO. Izolacja ścian zewnętrznych - izolacja bitumiczna grubowarstwowa typu weber.tec superflex 10, sucha pozostałość minimum 3mm.

Nadziemie budynku w konstrukcji żelbetowej z betonu C30/37 zbrojonego stalą B500SP Epstal, częściowo ustrój słupowo-płytowy, częściowo mieszany z oparciem na słupach, ścianach, podciągach, strop wylewany "na mokro".

4. Opisy rezultatów pochodzących z :odkrywek fundamentów, spostrzeżeń z oględzin segmentów "G" i "J"- ocena stanu technicznego, analiz obliczeniowych.

4.1 –Odkrywki fundamentów –patrz Załącznik nr 2 oraz rys. 02/E.

Lokalizację odkrywek na rzucie fundamentów z dokumentacji archiwalnej pokazano na rys.02/E, szczegółowy raport z przeprowadzonych odkrywek fundamentów segmentu "J" znajduje się w Załączniku nr 2.

Zero budynku wg dokumentacji archiwalnej $\pm 0,00=8,50$ m.n.p. Wisły $=8,50+77,87=86,37$ m.n.p.m. Poziomy fundamentów w odkrywkach namierzano w stosunku do posadzki niskiego parteru $-3,30=83,15$ m.n.p.m.- przekazana rzędna.

Odkrywka OF-2.1-zewnętrzna-poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,779=80,371$ m.n.p.m.- duża zgodność, odsadzka szerokości 30 cm

Odkrywka OF-2.2-zewnętrzna-poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,795=80,355$ m.n.p.m- niewielka niezgodność ok.1,50cm-brak odsadzki.

Odkrywka OF-1.0-zewnętrzna- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,645=80,505$ m.n.p.m- niezgodność ok.13,50cm-występuje grubsza warstwa chudego betonu, odsadzka 33 cm.

Odkrywka OF-4.0-wewnętrzna-stopa- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,665=80,485$ m.n.p.m- niezgodność ok.11,50cm, wymiar poprzeczny stopy fundamentowej ok.3,08m , wg projektu 3,20m.

Odkrywka OF-4.0-wewnętrzna-ława- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,645=80,505$ m.n.p.m- niezgodność ok.13,50cm, wymiar poprzeczny ławy fundamentowej ok.0,45m , wg projektu 0,35m.

Odkrywka OF-5.0-wewnętrzna-stopa- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,645=80,505$ m.n.p.m- niezgodność ok.13,50cm, wymiar poprzeczny stopy fundamentowej ok.3,24m , wg projektu 3,30m.

Odkrywka OF-5.0-wewnętrzna-ława- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej $-6,00$ m poniżej poziomu Wisły czyli $+80,37$ m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,645=80,505$

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str9/17**

m.n.p.m- niezgodność ok.13,50cm, wymiar poprzeczny ławy fundamentowej ok.0,43m , wg projektu 0,35m.

Odkrywka OF-6.0-wewnętrzna-stopa- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej – 6,00m poniżej poziomu Wisły czyli +80,37 m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,645=80,505$

m.n.p.m- niezgodność ok.13,50cm, wymiar poprzeczny stopy fundamentowej ok.3,11m , wg projektu 3,30m.

Odkrywka OF-9.0-wewnętrzna-stopa- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej – 6,00m poniżej poziomu Wisły czyli +80,37 m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,655=80,495$

m.n.p.m- niezgodność ok.12,50cm, wymiar poprzeczny stopy fundamentowej ok.3,69m , wg projektu 3,70m.

Odkrywka OF-10.0-wewnętrzna-ława- poziom posadowienia wg dokumentacji archiwalnej – 6,00m poniżej poziomu Wisły czyli +80,37 m.n.p.m, wg pomiarów $83,15-2,635=80,515$

m.n.p.m- niezgodność ok.14,50cm, wymiar poprzeczny ławy fundamentowej ok.0,91m , wg projektu 0,90m.

Poziom posadzki kondygnacji technicznej pomierzony $-2,035=81,115$ m.n.p.m, wg projektu $-5,30=81,07$ m.n.p.m-niezgodność ok.4,5 cm.

W pobliżu odkrytych fundamentów wykonano z poziomu posadowienia 3 sondowania sondą lekką na głębokość 3,0m określając stopień zagęszczenia:

dla osi-2 do głębokości 1,6 m $I_D=0,48-0,66$, poniżej $I_D=0,33-0,37$.

dla osi-4 do głębokości 1,5 m $I_D=0,67-0,52$, poniżej $I_D=0,62-0,37$.

dla osi-5 do głębokości 3,0 m $I_D=0,40-0,66$.

4.2-Badania podłoża wg [6] pod planowaną lokalizację Kliniki.

Na obszarze wykonanych badań wydzielono cztery warstwy geotechniczne:

-warstwa I to rzeczne paski średnie , wilgotne , nawodnione, średniozagęszczone o wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0.56$ -są to grunty nośne.

-warstwa II to rzeczne paski grube , wilgotne , nawodnione, zagęszczone o wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0.84$ -są to grunty nośne.

-warstwa III to rzeczne gliny piaszczyste, wilgotne, twardoplastyczne o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L=0.20$ -są to grunty nośne.

-warstwa IV to ropy, mało wilgotne, półzwarte o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L=0.00$ -są to grunty nośne.

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str10/17**

Wodę gruntową w postaci swobodnej nawiercono na głębokości 3,48-4,68 m p.p.t. to jest. na rzędnej 77,85-77,92 m.n.p.m , w opracowaniu podkreślono, że poziom wód gruntowych ,może ulec wahaniu +/-1,0m, stwierdzony poziom wód uznano za średni.

Podsumowanie rezultatów wynikających z pkt. 4.1 i 4.2:

-posadowienie nowego budynku w sąsiedztwie segmentu "G" zakłada się w najmniej korzystnym wariancie na rzędnej +80,355 m.n.p.m-odkrywka OF 2.2 (najniższa rzędna) , poziom wód gruntowych +77,92 m.n.p.m (stwierdzony średni poziom wód gruntowych) lokalizuje się 2,435 m poniżej planowanego poziomu posadowienia, nawet przy założeniu wahań poziomu wód gruntowych w tym przypadku z wodą gruntową w tym obszarze nie powinno być kłopotów.

-posadowienie nowego budynku w części centralnej przewiduje się na poziomie –3,75 m (spód chudego betonu, przy założeniu poziomu +/- 0,00=83,20 m.n.p.m daje rzędną 79,45 m.n.p.m, woda gruntowa (średni poziom) lokalizuje się na rzędnej +77.92 m.n.p.m co daje 1,53 m różnicy, podobnie jak dla segmentu "G" z wodą gruntową w tym obszarze nie powinno być kłopotów. Biorąc pod uwagę pogrubienia płyty fundamentowej rzędu 20-30 cm w miejscu oparcia słupów też nie powinno być problemów z oddziaływaniem wód gruntowych w trakcie realizacji robót.

-posadowienie nowego budynku przy założonych rzędnych projektowych w jego części centralnej (najniżej zagłębionej) lokalizuje się w gruntach niespoistych średniozagęszczonych -piaski średnie. W sąsiedztwie istniejącego budynku "G" gdzie posadowienie powinno być wypłycone do rzędnej ok.80,355-80,500 m.n.p.m. występuje podobnie jak wyżej warstwa piasków średniozagęszczonych. Nie dopuszcza się w bezpośrednim sąsiedztwie z budynkami "G" i "J" schodzenia fundamentami nowego budynku poniżej rzędnej fundamentów istniejących bez ich podchwycenia lub zastosowania innych zabiegów zapobiegających obsuwaniu się gruntu spod ław i stóp fundamentowych.

-prowadząc prace ziemne (wykopy) należy stosować zasadę nie odkrywania istniejących fundamentów niżej niż do rzędnej 81,50 m.n.p.m, poziom zbliżony do poziomu posadzki kondygnacji technicznej i poziomu przemarzania -1,0m. W dalszych etapach zbliżania się wykopami do budynków istniejących należy robić odcinkami stosując obudowę wykopu. Obudowa wykopu zdaniem autora będzie konieczna wzdłuż linii styku nowego budynku z budynkiem "G" ze względu na utrzymanie "w ruchu" dostępu do pomieszczeń z urządzeniami elektrycznymi-komory trafo, rozdzielnie. W wykonanych badaniach występuje

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str11/17**

zróznicowanie wyników stopnia zagęszczenia podłoża pomiędzy sondami przy osi 2-
wewnątrz budynku (rozluźnienie poniżej 1,50m)-załącznik nr 2 oraz badaniami podłoża [6]
otwór nr 6, mimo niewielkiej odległości pomiędzy punktami badawczymi.

**4.3 Przegląd budynku "G"- określenie przyczyn występowania uszkodzeń -24.05.2019,
07.06.2019 .**

Rodzaj, lokalizację oraz obraz uszkodzeń/nieprawidłowości pokazano w Załączniku fotograficznym nr 1. Budynek "G" w części nadziemnej jak wspomniano wcześniej był niedawno remontowany. W trakcie przeglądu zaobserwowano na poszczególnych kondygnacjach występowanie na ścianach, rzadziej na stropach uszkodzeń w postaci: zarysowań o niewielkiej rozwarości na warstwach wykończeniowych-tynkach, płytach g-k, zacieków, uszkodzeń powłok malarskich. Intensywność różnego rodzaju uszkodzeń/nieprawidłowości zdaniem autora jest większa na ostatniej kondygnacji ze względu na wyeksponowanie jej bardziej na wpływy atmosferyczne. Przyczyną występowania uszkodzeń opisanych powyżej są nieprawidłowości przy wykonawstwie lekkiej zabudowy, kładzeniu warstw wykończeniowych w miejscach szczególnych-styki elementów z różnych materiałów, układanie warstw wykończeniowych na istniejących uszkodzeniach, rysach. Uszkodzenia/nieprawidłowości w poziomie kondygnacji technicznej są typowe dla konstrukcji powstałych w latach siedemdziesiątych-korozja zbrojenia skutkiem zastosowania niskich klas betonu, niewielkiej otuliny oraz uszkodzenia będące skutkiem niewłaściwych działań człowieka-przecinanie zbrojenia, odbicie otuliny zbrojenia. Zdaniem autorów w poziomie kondygnacji technicznej nie były przeprowadzane prace remontowe wobec czego uszkodzenia są dobrze widoczne. Bardziej wyeksponowaną, widoczną grupą uszkodzeń są zarysowania i pęknięcia na styku segmentów "G" i "J" w poziomie niskiego i wysokiego parteru, tutaj przyczyny ich powstania należy szukać w nieprawidłowym wypracowaniu detalu dylatacji budynków, w wielu miejscach dylatacje są zamknięte przez tynki i posadzki.

Stan techniczny elementów konstrukcyjnych segmentu "G" na podstawie przeprowadzonego przeglądu można ocenić w sposób wiarygodny dla kondygnacji technicznej gdzie konstrukcja budynku jest wyeksponowana, kondygnacje wyższe są mocno zabudowane wobec czego ocena w tym przypadku ma charakter pośredni na bazie obserwacji, zachowania się warstw wykończeniowych. Biorąc pod uwagę wiek obiektu, należy uznać stosując skalę 6-stopniową [14] (bardzo dobry, dobry, średni, zadowalający, zły, awaryjny) jako zbliżony do dobrego dla

kondygnacji nadziemnych i dostateczny dla kondygnacji technicznej. Ocenę dla kondygnacji technicznej obniża obecność korozji na prętach zbrojeniowych oraz uszkodzeń zbrojenia i otuliny betonowej.

4.4 Przegląd budynku "J" -określenie przyczyn występowania uszkodzeń -24.05.2019, 07.06.2019, 08.06.2019, .

Rodzaj, lokalizację oraz obraz uszkodzeń/nieprawidłowości pokazano w Załączniku fotograficznym nr 1. Budynek "J"- podjazd inżynierski zdaniem autora od dłuższego czasu nie był remontowany. Przeglądowi poddano obszar sąsiadujący z segmentami "G" i "C" Szpitala uznając, że jest to wystarczający obszar na który może mieć wpływ planowana nowa budowa. W trakcie przeglądu zaobserwowano liczne pęknięcia i zarysowania ścian wypełniających wydzielających poszczególne pomieszczenia, szczególne nasilenie występowania zarysowań i pęknięć zaobserwowano w pomieszczeniach gdzie znajdują się urządzenia elektryczne i gabinecie Psychologa. Kondygnacja techniczna przylegająca do kondygnacji technicznej segmentu "G" przedstawia stan do niej zbliżony, uwagi odnośnie styku segmentów "G" i "J" i występujących uszkodzeń opisano w punkcie powyżej.

Niepokojącym jest stan techniczny belki krawędziowej stropu przewieszonego nad wejściami do pomieszczeń z urządzeniami elektrycznymi , widoczna jest silna korozja zbrojenia, ubytki otuliny co wiąże się z utratą przyczepności do betonu prętów zbrojeniowych. Na warstwie licowej z cegły silikatowej ściany zewnętrznej od strony podjazdu do pomieszczeń elektrycznych widoczne są liczne spękania w rejonie oparc nadproży oraz części podparapetowej ściany.

Na styku głowic podpierających strop oraz na styku ścian i stropu zaobserwowano liczne głębokie zarysowania. W trakcie przeglądu zauważono miejsca po odbitym tynku na stropie, gdzie tynk był ułożony na siatce stalowej z pozostawieniem pustki powietrznej i widoczną płytą typu "Suprema", wyciągnięto wniosek, że zarysowania opisane powyżej a dotyczące stropu dotyczą tynku. W dokumentacji archiwalnej natrafiono na zapiski wskazujące na konieczność stosowania "wygłuszenia" stropu.

Zarysowania i pęknięcia zaobserwowane na ścianach zdaniem autora mają charakter stabilny, szukając przyczyn takiego stanu rzeczy należy wskazać: mocno zróżnicowane poziomy posadowienia dla głównej konstrukcji nośnej oraz ścian wypełniających, co mogło się wiązać z wykonywaniem zasypek, obecności w poziomie kondygnacji technicznej licznych instalacji z których pojawiają się przecieki wsiąkające w podłoże, wadliwe połączenie ścian

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIK BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str13/17**

wypełniających z konstrukcją nośną, dla ściany licowej różnica odkształceń i brak przebrojenia ściany w obszarach nad nadprożami, pod parapetami. Korozja zbrojenia belki krawędziowej ma przyczynę w niskiej klasie betonu i niewielkiej otulinie zbrojenia, a także w braku remontów zapobiegających rozwojowi uszkodzeń.

Podczas oględzin podjazdu inżynierskiego od góry zauważono, że została zdjęta nakładka asfaltowa i odsłonięta warstwa betonu spadkowego (prawdopodobnie), warstwa ta nie posiada dylatacji, widoczne są pęknięcia, a w miejscu dylatacji konstrukcyjnych uszkodzenia.

Stan techniczny elementów konstrukcyjnych segmentu "J" w obszarze przyległym do segmentów "C" i "G" biorąc pod uwagę wiek obiektu, należy uznać stosując skalę 6-stopniową [14] (bardzo dobry, dobry, średni, zadowalający, zły, awaryjny) jako pośredni pomiędzy złym, a zadowalającym, belki krawędziowej jako zły na pograniczu awaryjnego. Ocenę obniżają liczne spękania i zarysowania ścian, zły stan techniczny niektórych elementów - belka krawędziowa, brak przeprowadzonych od dłuższego czasu remontów.

Podsumowanie: Z powodu zróżnicowanego stanu technicznego segmentów "G" i "J" na etapie wykonywania dobudowy nowego budynku należy prowadzić monitoring zachowania się konstrukcji każdego z nich i ze strony Wykonawcy robót być przygotowanym na działania zapobiegawcze.

4.5-Analiza obliczeniowa.

W analizie obliczeniowej oszacowano nośność stopy fundamentowej-zespolonej zlokalizowanej na narożniku segmentu "G" osie D/1-2 (Poz.5.6-patrz rysunek 02/E) przy założeniu odkopania jej do poziomu posadzki kondygnacji technicznej, a także w wariantcie awaryjnym przy odkopaniu do poziomu posadowienia. W dalszej kolejności przeanalizowano wpływ posadowienia nowego budynku na osiadanie fundamentów budynku istniejącego.

Do obliczeń istniejącej stopy fundamentowej przyjęto obciążenie z dokumentacji [1].

Podsumowanie:

Wykorzystanie nośności podłoża gruntowego przy istniejącym obciążeniu i gabarytach istniejącej narożnej stopy fundamentowej przy założeniu obsypania jej do poziomu górnej dolnej odsadzki jest na poziomie 30,0%.

Wykorzystanie nośności podłoża gruntowego przy istniejącym obciążeniu i gabarytach istniejącej narożnej stopy fundamentowej przy założeniu odkopania jej do poziomu spodu dolnej odsadzki jest na poziomie 47,0%.

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str14/17**

Do analizy wpływu osiadania przyjęto model obliczeniowy zilustrowany na stronie 7/34- załącznik obliczeniowy nr 3. Istniejącą stopę fundamentową zlokalizowaną w narożniku budynku "G" -osie D/1-2 (Poz.5.6-patrz rysunek 02/E) oznaczono polem nr 1, pole to obciążono siłą "zerową", fundament nowego budynku podzielono na pola od nr 2 do 9 i obciążono ciężarem konstrukcji, warstw wykończeniowych oraz długotrwałą częścią obciążenia użytkowego. Program obliczeniowy (RM-Win) obliczył wpływ obciążenia nowego budynku na istniejący fundament metodą punktów narożnych. Wpływ posadowienia nowego budynku (sąsiedztwa) na osiadania fundamentów naroża segmentu "G" jest praktycznie obliczeniowo "nieodczuwalny"-patrz wyniki strona 11/34 i strony 33/34.34/34- zał. obliczeniowy nr 3.

Otrzymane wyniki obliczeń nie zwalniają od stosowania zasad związanych z prowadzeniem robót przy dobudowie nowych obiektów do obiektów istniejących.

5. Wnioski .

Biorąc pod uwagę stan techniczny segmentów "G" i "J", segment "G" w lepszym stanie technicznym, segment "J" w gorszym –patrz opisy punkt 4.0 należy przystępując do budowy nowego budynku podjąć następujące działania:

- a) bezpośrednio przed przystąpieniem do robót poddać przeglądowi segmenty "G" i "J" w obszarach przynajmniej takich jak w Ekspertyzie z ukierunkowaniem na występujące uszkodzenia/ nieprawidłowości celem oceny czy w stosunku do czasu kiedy była wykonywana Ekspertyza zaszły zmiany.
- b) na segmencie "J" w miejscach zarysowania/pęknięć ścian : gabinet Psychologa, pomieszczenia urządzeń elektrycznych, korytarz równoległy do podwórza należy założyć rysomierze. Ilość i miejsca punktów pomiarowych powinny być uzgodnione przez Wykonawcę robót z Działem Technicznym Szpitala oraz autorami Ekspertyzy.
- c) na elementach konstrukcyjnych segmentów "G" i "J" należy założyć repery kontrolne do pomiaru osiadań budynków, repery założyć w poziomie zbliżonym do przyziemia. Pomiary powinny być prowadzone przez Geodetów. Podobnie jak w przypadku rysomierzy ilość i miejsca punktów pomiarowych powinny być uzgodnione przez Wykonawcę robót z Działem Technicznym Szpitala oraz autorami Ekspertyzy.
- d) przed przystąpieniem do robót ziemnych należy dobrze rozpoznać infrastrukturę podziemną celem uniknięcia nieprzewidzianych uszkodzeń i konsekwencji z tego rodzaju działań.

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str15/17**

e) należy prowadzić monitorowanie budynków i infrastruktury podziemnej w czasie budowy.

Zalecenia ogólne.

Monitorowanie zachowania się budynków i infrastruktury podziemnej w trakcie wykonywania części podziemnej budynku powinno obejmować prowadzenie odpowiednich pomiarów kontrolnych i prowadzenie bezpośrednich obserwacji stanu technicznego poszczególnych obiektów. Monitorowanie powinno być prowadzone na podstawie programu opracowanego przez Wykonawcę robót przed rozpoczęciem budowy. Odpowiedzialnym za opracowanie programu jest Inwestor nowego budynku.

Wyniki pomiarów i obserwacji powinny być na bieżąco rejestrowane i analizowane.

Odpowiedzialnym za prowadzenie monitorowania jest kierownik budowy. Za analizę wyników pomiarów i obserwacji odpowiedzialny jest kierownik budowy i inspektor nadzoru inwestorskiego. Pomiary kontrolne należy prowadzić do chwili zakończenia budowy lub ustabilizowania się wyników pomiarów. Pomiarami powinny być objęte budynki usytuowane w zasięgu strefy oddziaływania wykopu-segmenty "G" i "J". Należy wykonać przekopy kontrolne celem ustalenia położenia poszczególnych sieci i ich zgodności położenia z sytuacją na mapie. Zaleca się odkrycie sieci w przyległym pasie do wykopu i wykonanie podwieszeń, podparć celem odizolowania ich od ruchów otaczającego gruntu.

Częstotliwość pomiarów.

Pomiaru początkowego należy dokonać przed rozpoczęciem prac budowlanych.

W czasie wykonywania wykopu i konstrukcji podziemnej należy przewidywać dokonywanie pomiarów co najmniej po każdym zakończonym etapie robót. Częstotliwość pomiarów należy dostosować do występujących zagrożeń. W fazie wznoszenia konstrukcji nadziemnej można przewidywać mniejszą częstotliwość pomiarów np. co 1 kondygnację. Za graniczne wartości przemieszczeń dla budynków w dobrym stanie technicznym, które nie powinny mieć wpływu na jego konstrukcję uznaje się $[s_k]_u=5\text{mm}$, dla budynków których stan techniczny nie jest uznany za dobry bądź zbliżony do dobrego trudno ustalić w sposób jednoznaczny dopuszczalny zakres osiadań, zdaniem autorów należy się tutaj skupić na obserwacji wyników na założonych punktach pomiarowych-czy mają tendencję narastającą oraz obserwacji z ukierunkowaniem na powstawanie nowych uszkodzeń. .

f) w przypadku wystąpienia niekorzystnych zjawisk typu zwiększone osiadania, powiększanie się rozmiaru rys, pojawianie się nowych uszkodzeń należy roboty wstrzymać lub ograniczyć w zależności od występującego problemu i podjąć działania zabezpieczające

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str16/17**

np. stemplowanie, ewentualnie działania naprawcze. Każdorazowo sytuacja taka wymaga udziału nadzoru budowy i nadzoru projektowego.

g) prowadząc prace ziemne należy mieć na uwadze następujące okoliczności: nowo projektowany budynek w jego centralnej części jest oddalony od segmentów "G" i "J" w granicach 8,20 do 10,40m, fragment budynku który można określić jako łącznik o mniejszej ilości kondygnacji (1-2 kondygnacje nadziemne bezpośrednio dolegające do istniejących segmentów "G" i "J") posiada w tym obszarze wypłylenie posadowienia. Część centralną przewidziano z posadowieniem na poziomie ok. -3,75 m (spód chudego betonu, przy założeniu poziomu $\pm 0,00 = 83,20$ m.n.p.m daje rzędną 79,45 m.n.p.m, "łącznik" na poziomie zbliżonym do istniejącego posadowienia segmentów- posadowienie segmentu "G" przypada na rzędnej +80,355 m.n.p.m (rzędna najniższa) czyli na poziomie -2,845m w stosunku do zera nowego budynku $\pm 0,00 = 83,20$ m.n.p.m. około 1,15m poniżej planowanego poziomu nowej posadzki (-1,70 m).

Rozwiązanie techniczne zabezpieczenia głębokiego wykopu dla przyszłego placu budowy będzie zależało głównie od takich czynników jak: obszar jaki zostanie przydzielony na okres robót pod zagospodarowanie placu budowy oraz sąsiedztwo istniejącego do zachowania drzewostanu/zieleni (bryły korzeniowej) drzew. W części gdzie będzie możliwe naturalne ukształtowanie skarp, dla skarpy wykopów tymczasowych można korzystać z zaleceń podanych w [16], według punktu 3.4.5.2 [16] skarpy wykopów o głębokości do 4,0m wykonane w gruntach niespoistych powinny mieć nachylenie 1:1.5- wg normy... *nachylenie skarpy do poziomu najczęściej podawane jako 1:m (gdzie m jest stosunkiem rzutu poziomego do rzutu pionowego) lub kąt nachylenia spadku skarpy w stopniach....* Przy budynkach istniejących można obniżyć poziom terenu do rzędnej min. 1,0 m powyżej istniejącego poziomu posadowienia, biorąc wyniki odkrywek fundamentów można przyjąć rzędną 81,50 m.n.p.m. Na obwodzie wykopu gdzie jego skarpy będą pionowe ze względu na istniejący drzewostan/ zieleń, ograniczony obszar pod plac budowy koniecznym będzie wykonanie obudowy wykopu typu "ściana berlińska", jako element nośny w tego rodzaju rozwiązaniu można zastosować palisadę palową z opinką np. drewnianą. Zastosowanie profili stalowych w tego typu ścianie jako elementów nośnych przy użyciu do ich wbijania młotów udarowych/wibracyjnych jest zdaniem autorów niedopuszczalne ze względu na generowany hałas i drgania w sąsiedztwie Oddziałów Szpitala. Szczegółnej uwagi wymaga fragment wykopu ulokowany w narożniku pomiędzy segmentami "G" i "J" ze względu na pomieszczenia elektryczne i konieczność utrzymania do

**Ekspertyza techniczna dotycząca wpływu budowy Zakładu Rehabilitacji
"KLINIKA BUDZIK DLA DOROSŁYCH" na sąsiadujące budynki "G" i
"J" Mazowieckiego Szpitala Bródnowskiego w Warszawie
str17/17**

nich dojazdu, konieczność wykonania pionowej obudowy jest niezbędna. W trakcie zbliżania się wykopami do budynków istniejących należy to robić odcinkami stosując obudowę wykopu.

- h) istniejący poziom wód gruntowych nie powinien stwarzać problemów przy realizacji robót, wg wykonanych badań podłoża i przyjętym poziomie posadowienia budynku średni poziom wód gruntowych lokuje się na głębokości 1,530 do 2,435m poniżej projektowanego dna wykopu.
- i) planując realizację nowego budynku należy mieć na uwadze uciążliwość prac budowlanych na funkcjonowanie oddziałów szpitalnych zlokalizowanych w budynku "G", Wykonawca robót powinien dołożyć wszelakich starań celem zmniejszenia wpływu negatywnych czynników takich jak: hałas, kurz na budynki sąsiednie.
- j) w razie niejasności bądź wątpliwości co do sformułowań zawartych w niniejszym opracowaniu należy przywołać autorów opracowania do zajęcia stanowiska. Wnioski opracowano na bazie analizy istniejącej dokumentacji, wykonanych wizji lokalnych na obiektach i w miejscach do niego przyległych, badań i odkrywek oraz dostępnej literatury związanej z tematem opracowania.
- j) **planowana budowa nowego budynku Kliniki jest możliwa pod warunkiem spełnienia zaleceń podanych w punktach jak wyżej.**
- k) **zakres ważności Ekspertyzy ustala się na jeden rok od daty jej wydania.**

6. Uwaga końcowa.

Okresowe wykonywanie remontów w trakcie eksploatacji jest istotną kwestią co do optymalizacji kosztów utrzymania obiektu. Zgodnie z doświadczeniami zagranicznymi jak podano w [15] koszty eksploatacji zależą od rodzaju uszkodzeń, do jakich dopuszcza się w trakcie użytkowania konstrukcji. Przykładowo jeżeli dla prawidłowo zaprojektowanej i wykonanej konstrukcji w której w trakcie eksploatacji nie wystąpi korozja zbrojenia koszty eksploatacji wynoszą jednostkę, to w przypadku przedwczesnej utraty ochronnych właściwości otuliny betonowej i zastosowania w porę zabezpieczenia powierzchniowego koszty wzrastają 5 razy. Natomiast gdy w trakcie eksploatacji dojdzie do lokalnej korozji zbrojenia i zajdzie konieczność naprawy koszty zwiększają się 25 razy. Dopuszczenie do ogólnej korozji zbrojenia oraz konieczność remontu konstrukcji lub jej wymiany (fragmentów) powodują, że koszty użytkowania są aż 125 razy większe od początkowych