

ul. Koplowicza 2/19
92-549 Łódź
tel. 697 55 05 70
z.kotynia@zkdb.pl
www.zkdb.pl

KDB

ZBIGNIEW KOTYNIA DORADZTWO BUDOWLANE

Projekt Nr 15_001

OPINIA TECHNICZNA

DOTYCZĄCA PRZYCZYŃ PRZEMIESZCZEŃ BUDYNKU HALI SPORTOWEJ CENTRUM
WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU UŁ, PRZY UL. STYRSKIEJ 20/24 W ŁODZI,
ZAWIERAJĄCA WYTYCZNE ODNOŚNIE DALSZEGO POSTĘPOWANIA.

ZLECENIODAWCA: UNIWERSYTET ŁÓDZKI,
ul. Narutowicza 65, 90-131 Łódź

AUTOR: mgr inż. Zbigniew Kotynia 
mgr inż. Zbigniew Kotynia
uprawnienia budowlane
do projektowania bez ograniczeń
nr ewid. 130/97/WŁ

mgr inż. Zbigniew Kotynia
Rzecznik Budowlany
w spec. konstrukcyjno-budowlanej
w zakresie projektowania
konstr. żelbetowych i stalowych
nr rej. 9/10/R/C

DATA: 10.02.2015

Lódź, dnia 21.11.1997 r.

NB/130 / 97 /WL

D E C Y Z J A Nr 130/97/WL

Na podstawie art.104 Kpa w związku z art.12 i 13 ust.3 i 4 ustawy Prawo budowlane z dnia 07-07-1994 r. (Dz.U. Nr 89 poz.414) oraz rozporządzenia MGPIB z dnia 30-12-1994 r. (Dz.U.Nr 8 z 1995 r. poz.38) w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie zgodnie z zatwierdzonym przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego szczegółowym programem egzaminu na uprawnienia budowlane wprowadzonym zarządzeniem Wojewody Łódzkiego z dnia 11-12-1995 r. po przeprowadzeniu postępowania kwalifikacyjnego na wniosek Pani/Pana

Zbigniewa Kotyni - mgr inż. budownictwa
urodz. w dniu 21.08.1968 r. w Łodzi

i zapoznaniu się ze zgromadzoną dokumentacją Komisji Egzaminacyjnej w sprawie oceny przygotowania zawodowego Pana/Pani
Zbigniewa Kotyni

po złożeniu przez ubiegającego się Pana/Panią
Zbigniewa Kotynię

pisemnego egzaminu testowego i egzaminu ustnego oraz ocenami wystawionymi przez zespoły oceniające

o r z e k a m :

nadać Panu/Pani Zbigniewowi Kotyni
uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
w zakresie projektowania bez ograniczeń

U z a s a d n i e

Po przeprowadzonym postępowaniu kwalifikacyjnym z wniosku Pani/Pana Zbigniewa Kotyni członkowie Komisji Egzaminacyjnej postanowili dopuścić Pana/Panią do egzaminu na uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej w zakresie projektowania bez ograniczeń w dniu 17.11.97 odbył się pisemny egzamin testowy, w którym uzyskał(a) Pan/i 86 % maksymalnej punktacji.

Warunkiem zakwalifikowania się do części ustnej egzaminu na uprawnienia budowlane było, zgodnie z cytowanym na wstępie szczegółowym programem egzaminu wydanym na podstawie przepisów ustawy Prawo budowlane i rozporządzenia wykonawczego regulującego warunki uzyskania uprawnień w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, uzyskanie minimum 65 % maksymalnej punktacji.
Warunek ten został przez Pana/Panią spełniony.

W dniu ..21.11.97... odbyła się część ustna egzaminu. Zgodnie ze zgromadzonymi w aktach sprawy ocenami odpowiedzi udzielonych na wylosowane przez Pana/Panią pytania i Protokołem Komisji Egzaminacyjnej uznałem, że przygotowanie Pana/Pani z zakresu obowiązującego materiału do uzyskania uprawnień budowlanych w specjalności:konstrukcyjno-budowlanej.....
w zakresie:projektowania bez ograniczeń.....
było wystarczające i w związku z istniejącym stanem faktycznym i prawnym, postanowiłem jak na wstępie.

Od decyzji niniejszej przysługuje Panu/Pani prawo wniesienia odwołania do organu II instancji - Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, za moim pośrednictwem, w terminie 14 dni od daty otrzymania niniejszej decyzji.

Otrzymują:

1. Pan/Pani Zbigniew Kotynis
ul. Gorkiego 9 m. 27
92-525 Łódź
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ŁOD-AHA-CJT-3B9 *

Pan Zbigniew KOTYNIA o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/1828/02

adres zamieszkania ul. Koplowicza 2 m. 19, 92-549 Łódź

jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2015-01-01 do 2015-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2014-11-19 roku przez:

Barbara Malec, Przewodniczący Rady Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.plib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

SPIS TREŚCI

1.	PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	3
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE	3
3.	OPIS PRZEDMIOTU OPINII	4
3.1.	Opis konstrukcji budynku	4
3.2.	Opis warunków gruntowo-wodnych w rejonie posadowienia hali.....	5
3.3.	Opis realizacji budynku i wykonanych prac naprawczych.....	6
4.	OPIS STANU TECHNICZNEGO PRZEDMIOTOWEJ KONSTRUKCJI ORAZ ANALIZA PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW I PRAC NAPRAWCZYCH.....	7
4.1.	Obecny stan techniczny hali sportowej.....	7
4.2.	Analiza pomiarów wykonanych przed wzmocnieniem konstrukcji	8
4.3.	Analiza wykonanego wzmocnienia konstrukcji i pomiarów prowadzonych po wzmocnieniu	9
5.	WNIOSKI I ZALECENIA	11

ZAŁĄCZNIKI:

Załącznik 1 - Dokumentacja fotograficzna

Załącznik 2 – Szkic rozmieszczenia punktów pomiarowych

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opinii jest hala sportowa o konstrukcji żelbetowo-stalowej, należąca do Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu UŁ, zlokalizowana przy ul. Styrskiej 21 w Łodzi. W szczególności analizowany był południowo-wschodni fragment konstrukcji, oddylatowany od pozostałej części budynku w osi 16.

Zakres opracowania obejmuje analizę przemieszczeń poziomych i pionowych opisanego fragmentu budynku oraz analizę skuteczności zastosowanych metod naprawczych, mających na celu powstrzymanie dalszych przemieszczeń. Zakres opracowania obejmuje również wytyczne odnośnie dalszego postępowania w celu ustalenia czy przemieszczenia postępują oraz w celu ich ewentualnego ostatecznego zatrzymania.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE

Podstawę opracowania stanowi zlecenie przesłane przez Dział Budynków i Budowli Uniwersytetu Łódzkiego, przy ul. Lindleya 3 w Łodzi, w formie elektronicznej (e-mail).

Do wykonania opracowania wykorzystano następujące materiały, w tym materiały udostępnione przez zamawiającego:

- 2.1. Dokumentacja geologiczno-inżynierska. Łódź, ul. Lumumby – Dom Sportu AZS. Wykonana przez Przedsiębiorstwo Geologiczno-Fizjograficzne i Geodezyjne Budownictwa w Łodzi Geoprojekt, Łódź 03.1971 (aktualizacja 1985)
- 2.2. Ekspertyza techniczna. Ustalenie przyczyn powiększającej się do nadmiernych wymiarów szczeliny dylatacyjnej budynku. Hala Sportowa Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu, Łódź ul. Styrska 20/24. Wykonana przez Budowlaną Pracownię Projektową, mgr. inż. Wojciech Ułański, 09.2005.
- 2.3. Raport końcowy. Wyniki badań pomiarów monitorujących wielkość zmian rozwarcia szczeliny dylatacyjnej i ocena tych wyników. Hala Sportowa Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu, Łódź ul. Styrska 20/24. Wykonany przez Budowlaną Pracownię Projektową, mgr. inż. Wojciech Ułański, 09.2012.
- 2.4. Ekspertyza techniczna oceniająca przyczyny odchylania się słupów w osiach 16 – 19, oraz podanie sposobu wzmocnienia niejednorodnego gruntu pod ich fundamentami w celu wyeliminowania dalszego ponadnormatywnego osiadania. Hala Sportowa Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu, Łódź ul. Styrska 20/24. Wykonana przez Bud-Ekspert Kompleksowa Obsługa Inwestycyjna, Ireneusz Kroll, Poznań 03.2013.
- 2.5. Projekt wykonawczy wzmocnienia w technologii jet grouting posadowienia fundamentów hali sportowej Uniwersytetu Łódzkiego przy ul. Styrskiej w Łodzi. Wykonany przez PGT Konstrukcja. Projektowanie Geotechniczne, Wrocław 03.2013
- 2.6. Dokumentacja powykonawcza. Wzmocnienie podłoża gruntowego przy wykorzystaniu kolumn iniekcyjnych „jet grouting” dla hali sportowej Uniwersytetu Łódzkiego, zlokalizowanej w Łodzi przy ul. Styrskiej 12 – etap 1. Zakład Inżynieryjny GEOREM Sp. z o.o., Sosnowiec 08.2013.

- 2.7. Raport z badań. Wyniki badań pomiarów monitorujących wielkość zmian rozwarcia szczeliny dylatacyjnej i ocena tych wyników. Hala Sportowa Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu, Łódź ul. Styrska 20/24. Wykonany przez Budowlaną Pracownię Projektową, mgr. inż. Wojciech Ulański, 01.2014.
- 2.8. Raport z badań. Wyniki badań pomiarów monitorujących wielkość zmian rozwarcia szczeliny dylatacyjnej i ocena tych wyników. Hala Sportowa Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu, Łódź ul. Styrska 20/24. Raport nr 1. Wykonany przez Budowlaną Pracownię Projektową, mgr. inż. Wojciech Ulański, 01.2014.
- 2.9. Raport z badań. Wyniki badań pomiarów monitorujących wielkość zmian rozwarcia szczeliny dylatacyjnej i ocena tych wyników. Hala Sportowa Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu, Łódź ul. Styrska 20/24. Raport nr 2. Wykonany przez Budowlaną Pracownię Projektową, mgr. inż. Wojciech Ulański, 01.2015.
- 2.10. Operat Techniczny. Monitoring wychyleń słupów konstrukcyjnych w budynku hali sportowej Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu. GRAD Geodezyjna Obsługa Inwestycji. Łódź 04.2014.
- 2.11. Operat Techniczny. Badanie położenia słupów w budynku hali sportowej Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu. GRAD Geodezyjna Obsługa Inwestycji. Łódź 08.2014.
- 2.12. Operat Techniczny. Badanie położenia słupów w budynku hali sportowej Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu. GRAD Geodezyjna Obsługa Inwestycji. Łódź 12.2014.

3. OPIS PRZEDMIOTU OPINII

3.1. Opis konstrukcji budynku

Przedmiotem opinii jest budynek hali sportowej, znajdujący się we wschodniej części kompleksu Centrum Wychowania Fizycznego i Sportu przy ul. Styrskiej 20/24 w Łodzi. Budynek składa się z jednokondygnacyjnego, niepodpiwniczonego pomieszczenia hali oraz dwóch przybudówek, biegnących równoległe wzdłuż północnej i południowej ściany hali. Przybudówki mają jedną kondygnację podziemną i jedną kondygnację nadziemną. Szerokość budynku wynosi 41,09m, a jego długość 48,04m. Wysokość hali, liczona od poziomu posadzki parteru do spodu dźwigarów wynosi ok. 12,4m. Budynek poprzecznie jest podzielony dylatacją, którą w prowadzono z uwagi na niekorzystne warunki gruntowe. Długość wschodniej części budynku hali – od dylatacji do osi szczytowej ściany wschodniej wynosi 18,0m. Główną konstrukcją nośną dachu hali stanowią stalowe, dwutrapezowe dźwigary kratowe o rozpiętości 25,0m w osiach podpór, oparte na żelbetowych monolitycznych słupach w rozstawie 6,0m. Słupy podpierające dźwigary są utwierdzone w konstrukcji podpiwniczonych przybudówek, natomiast słupy usztywniające wschodnią ścianę szczytową posadowione są na stopach fundamentowych, na poziomie ok. -2,0m poniżej poziomu posadzki hali. W ten sposób cała konstrukcja hali, za wyjątkiem jej ściany szczytowej, posadowiona jest na ciągłych płytach fundamentowych przybudówek. Obie przybudówki mają zbliżoną konstrukcję, na którą składa się żelbetowa, monolityczna płyta fundamentowa, żelbetowa, szkieletowa konstrukcja nośna oraz stropy Ackermana na

poziomie parteru oraz na poziomie +3,60. Południowa elewacja hali jest cofnięta, a dźwigary od tej strony są wspornikowo przewieszane poza punkt oparcia na słupie, tworząc galerię na stropie przybudówki. Od strony północnej ściana przybudówki przylega do lica słupów. Posadzka piwnicy przybudówki południowej znajduje się na poziomie -3,60m, a posadzka piwnicy przybudówki północnej, znajduje się na poziomie -3,30m, jednak płyty fundamentowe przybudówek posadowiono znacznie niżej – od strony południowej na poziomie -6,00m, a od strony północnej na poziomie -5,80m. Przestrzeń pomiędzy wierzchem płyty fundamentowej, a warstwami posadzki wypełniono warstwą piasku o grubości ok. 2m. „Zero” posadzki przyjęto na poziomie 235,90m n.p.m. przy średnim poziomie terenu 233-234m n.p.m. Konstrukcję wschodniej ściany szczytowej tworzą słupy żelbetowe w rozstawie 6,0m oraz wypełnienie – prawdopodobnie z pustaków. Ponieważ w ścianie szczytowej zaprojektowano okna i otwory technologiczne, prawdopodobnie pomiędzy słupami rozpięto żelbetowe podciągi. Do ściany szczytowej przylegają w południowo-wschodnim narożniku budynku żelbetowe, zewnętrzne schody, które zapewniają dostęp do piwnicy i na górą galerię w hali. Wzdłuż południowej przybudówki hali wykonano natomiast fosę, której konstrukcję stanowi żelbetowa, płytowo-kątowa ściana oporowa. Dane na temat konstrukcji zaczerpnięto z opracowania [2.2].

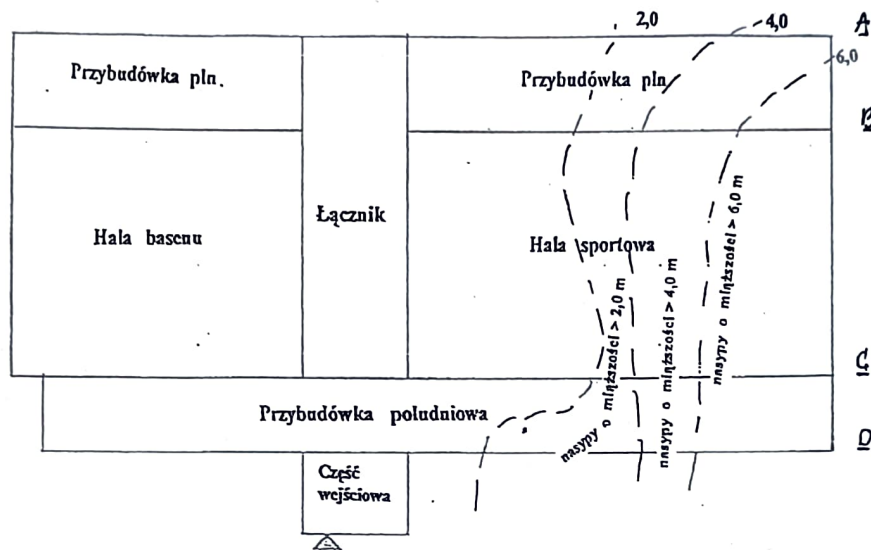
3.2. Opis warunków gruntowo-wodnych w rejonie posadowienia hali.

Powierzchnia terenu w rejonie lokalizacji hali nie jest płaska, lecz opada w kierunku północno-wschodnim. Od strony wschodniej spadek terenu jest łagodny i rośnie w kierunku północnym. Od strony północnej skarpa została podcięta innymi budynkami i budowlami, posadowionymi znacznie poniżej poziomu posadowienia budynku hali. W celu rozpoznania warunków gruntowych pod przyszłą inwestycję w marcu 1971r wykonano badania gruntowe, które zostały zaktualizowane w 1985r. W ramach badań wykonano szereg odwiertów o głębokości do 12m poniżej poziomu terenu, na siatce 16-26m oraz badania laboratoryjne. Aktualizacja dokumentacji, wykonana w 1985 miała na celu jedynie dostosowanie symboliki i opisu parametrów gruntów do ówczesnie obowiązujących norm – dodatkowych badań nie wykonywano. Wg dokumentacji [2.1] w rejonie posadowienia zalegają głównie grunty piaszczyste w postaci piasków rzeczno lodowcowych, drobnych i średnich w stanie średniozagęszczonym ($I_D = 0,5$), ze sporadycznymi soczewkami glin zwałowych (stwierdzonych jedynie w dwóch otworach), w postaci glin piaszczystych o $I_L = 0,2$. Grunty rodzime przykryte są warstwą nasypów o zróżnicowanej, czasem bardzo dużej miąższości. W wyniku analizy nasypów stwierdzono, że stanowią one wypełnienie wyrobisk piasku, a ich wiek wynosi ok. 30 lat (tzn. powstały na przełomie lat trzydziestych i czterdziestych ubiegłego wieku). Spadek stropu gruntów rodzimych jest nieco odmienny od spadku terenu i przebiega on w kierunku południowo-wschodnim. W centralnej części budynku hali miąższość nasypów wynosi jedynie ok. 0,5m, natomiast w części północno-wschodniej już ok. 4m, a w części południowo-wschodniej nasypów nie przewiercono otworem o głębokości 10m. Nasypy mają charakter nieregularny i nienośny – wykonane są z gruzu, piasku, żużla i śmieci. Z uwagi na znaczną miąższość nasypów od strony południowo-wschodniej, w opracowaniu [2.1] zalecono przesunięcie projektowanego budynku.

W trakcie wykonywanych wierceń w 1971r do głębokości 12m poniżej poziomu terenu nie dowieziono się do zwierciadła wody gruntowej. Autorzy opracowania [2.1] stwierdzają, że w dostępnych źródłach woda gruntowa na tym terenie może występować poniżej 12m pod poziomem terenu.

3.3. Opis realizacji budynku i wykonanych prac naprawczych

Dane dotyczące realizacji budynku zaczerpnięto z pracownia [2.2]. Wg tego źródła realizację budynku rozpoczęto w 1985r. W maju 1986r w projekcie budynku wprowadzono dylatację wzdłuż osi 16, co było rezultatem niezadowalających wyników przeprowadzonego w marcu 1986r próbnego obciążenia gruntu. W 1991r budowę przerwano – na tym etapie zrealizowane były boczne przybudówki na całej długości. Zakres ich realizacji obejmował żelbetowe ramy oraz stropy Ackermanna nad piwnicą i parterem, bez górnych odcinków słupów, a także ścianę oporową fosy południowej. W 1994r wznowiono realizację budynku, który jednocześnie wydłużono o 3,6m. Budowę ukończono w 1996r. Pomimo zaleceń zawartych w dokumentacji [2.1], budynek został częściowo posadowiony na warstwie nienośnych nasypów. Układ nasypów pod zrealizowanym budynkiem obrazuje poniższy szkic, zaczerpnięty z dokumentacji [2.2].



Z założenia, że przybudówka południowa została posadowiona na poziomie -6,0m, a przybudówka północna na poziomie -5,80m, wynika, że przybudówkę północną posadowiono praktycznie na gruntach rodzimych, ale pod wschodnią częścią przybudówki południowej znajduje się co najmniej 6m nasypu.

W związku z postępującym i widocznym gołym okiem rozwieraniem się szczeliny dylatacyjnej pomiędzy osiami 15 i 16 w 2005 r przystąpiono do jej cyklicznych pomiarów. Jednocześnie za pomocą teodolitu i niwelatora określono pionowość słupów oraz poziomy posadzek. Jak sami zauważyli autorzy opracowania [2.2], z uwagi na brak wcześniejszych pomiarów trudno jest jednoznacznie określić, na ile odchyłki konstrukcji od pionu i poziomu mają charakter niedokładności wykonawczych, na ile są spowodowane termiczną pracą konstrukcji, a na ile wynikają z nierównomiernego osiadania wschodniej części budynku. Dalsze prace pomiarowe polegały na mierzeniu rozwarości szczeliny dylatacyjnej w dwóch poziomach: 2,5m nad poziomem posadzki hali oraz 4m nad poziomem posadzki galerii (2,5m oraz 7,6m nad poziomem zera budynku). Pomiaru prowadzono w okresie 12.2005 – 08.2006 oraz 07.2009 – 12.2012. Wyniki drugiej serii pomiarów zebrano w opracowaniu [2.3]. Ponieważ rozwarość szczeliny systematycznie rosła i przekroczyła wartości odkształceń dopuszczalnych normowo, w opracowaniu [2.3] zalecono wzmocnienie fundamentów metodą iniekcji strumieniowej (jet grouting). Projekt wzmocnienia [2.5] poprzedzony kolejną

ekspertyzą [2.4] został wykonany w marcu 2013r, a na przełomie lipca i sierpnia 2013r zrealizowano samo wzmocnienie. Wykonano jednak jedynie 11 z 61 zaprojektowanych pali – głównie w części wschodniej przybudówki południowej, natomiast zrezygnowano z wykonywania pali pod ścianą szczytową oraz pod przybudówką północną. Po wzmocnieniu, w 2014r wznowiono prace pomiarowe. Autorzy wcześniejszych pomiarów kontynuowali monitorowane rozwarości szczeliny dylatacyjnej – pomiary wykonano w styczniu 2014 r i w styczniu 2015r (opracowania [2.8] i [2.9]), natomiast w kwietniu 2014r firma GRAD rozpoczęła niezależne pomiary przemieszczeń poziomych i pionowych wierzchołków słupów hali w części wschodniej w osi B i w osi C (opracowania [2.10], [2.11], [2.12]).

4. OPIS STANU TECHNICZNEGO PRZEDMIOTOWEJ KONSTRUKCJI ORAZ ANALIZA PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW I PRAC NAPRAWCZYCH

4.1. Obecny stan techniczny hali sportowej

W dniu 07.02.2015 przeprowadzono ogólne oględziny zewnętrzne konstrukcji hali. W wyniku oględzin stwierdzono przede wszystkim uszkodzenia związane z rozwieraniem się szczeliny dylatacyjnej od strony południowej – blachy elewacji zewnętrznej są odkształcone, a odmienny kolor blachy maskującej dylatację świadczy o jej wymianie w czasie eksploatacji budynku, co potwierdził administrator (Fot.2). Na ścianie części podziemnej przybudówki oraz na ścianie fosy również widoczne są pionowe pęknięcia - głównie w rejonie dylatacji (Fot. 3). Pionowa szczelina dylatacyjna od strony północnej wypełniona jest masą lub zaprawą nieokreślonego składu, natomiast pionowa szczelina dylatacyjna od strony południowej osłonięta jest listwą dylatacyjną. Rozwarcie szczeliny dylatacyjnej północnej jest nieznaczne i widoczne jedynie w górnej części słupów, gdzie wypadło jej wypełnienie. Przez górny narożnik jednego ze słupów w dylatacji od strony północnej przebiega ukośna rysa, co może świadczyć o czasowym zamykaniu się dylatacji i oddziaływaniu słupów na siebie. Rozwarcie szczeliny dylatacyjnej od strony południowej sięga w chwili obecnej, w poziomie ok. 1,5m nad posadzką hali ok. 35-40mm, a ślady na zaprawie wypełniającej szczelinę wskazują, że początkowo była ona całkowicie zamknięta (Fot. 4). Oględziny górnej części słupów – nad galerią, wykazały, że w oddylatowanej części wschodniej, zarówno słupy głównej konstrukcji nośnej jak i słupy fasady uległy przemieszczeniom poziomym (wychyleniom) w kierunku wschodnim i południowym (Fot. 5). Blachy pokrycia są odkształcone i widać pomiędzy nimi szczeliny, a dolna część obudowy słupa na poziomie galerii uległa odkształceniu i pęknięciu na skutek naporu konstrukcji w kierunku wschodnim. Obudowa nie została przecięta szczeliną dylatacyjną i sztywno spina słupy po obu stronach dylatacji dlatego wzajemne rozsuwanie się słupów powoduje jej pęknięcie. Szczelina o kształcie klina widoczna jest również na styku podłogi hali i wschodniej ściany szczytowej. Rozwarcie szczeliny powiększa się w kierunku południowym co świadczy o tym, że ruch poziomy części południowej hali jest znacznie większy niż ruch poziomy części północnej. **Również w piwnicy widoczne jest rozwarcie szczeliny dylatacyjnej, które poszerza się od posadzki w kierunku sufitu. Należy jednak zauważyć, że w piwnicy szczelina widoczna jest na obudowie z płyt gipsowo-kartonowych i jej klinowaty charakter wiąże się raczej z nierównomiernym odkształceniem płyt niż samej konstrukcji, tym bardziej, że analogiczne rysy są widoczne również na posadzce, w miejscu, gdzie szczelina w ścianie się zamyka. Rzeczywista szerokość szczeliny dylatacyjnej jest zatem bardziej równomierna niż wynika to z klinowego ułożenia płyt obudowy.**

Uszkodzenia w postaci rys i pęknięć zauważono również na ścianie szczytowej wschodniej. Ich przebieg i charakter został już opisany i pokazany na fotografiach we wcześniejszej dokumentacji [2.2], co świadczy tym, że rozwój uszkodzeń tego elementu postępuje powoli. Ogólnie stan techniczny budynku w chwili obecnej nie wskazuje na zagrożenie awarią i budynek może być w dalszym ciągu bezpiecznie użytkowany pod warunkiem jego systematycznego monitoringu.

4.2. Analiza pomiarów wykonanych przed wzmocnieniem konstrukcji

Pierwsze pomiary przemieszczeń budynku wykonano w ramach opracowania [2.2]. Zaniwelowano posadzki piwnic oraz pomierzono pionowości słupów dylatacyjnych. Jak słusznie zauważyli autorzy opracowania, ponieważ nie dysponowano wcześniejszą bazą pomiarową, trudno było oszacować, w jakim stopniu pomierzone różnice poziomów wynikają z komprymacji warstwy gruntu na płycie fundamentowej przybudówki i z niedokładności wykonawczych, a w jakim z nierównomiernego osiadania samej płyty fundamentowej. Podobnie w wypadku pomiaru pionowości słupów – trudno było jednoznacznie określić, na ile słup uległ obrotowi, a na ile był odkształcony w wyniku niedokładności wykonawczych i oddziaływania temperatury na stosunkowo sztywną tarczę dachu. Oszacowano, że różnica osiadań płyty fundamentowej przybudówki południowej pomiędzy osią 16 (dylatacyjną), a osią 19 (skrajną od strony wschodniej) wynosi ok. 40mm. Rozwarcie szczeliny dylatacyjnej południowej u góry budynku wyniosło 37mm – co odpowiada obrotowi słupa o kąt $\text{tg } \alpha = 0,0022$ w kierunku wschodnim, przy założeniu jednoczesnego odginania wierzchołka słupa w przeciwnym kierunku przez sztywną tarczę dachu, hamującą obrót. Po stronie północnej nie odnotowano praktycznie żadnych przemieszczeń i obrotów. Opisane wartości przemieszczeń (osiadanie 40mm i obrót 0,002rad) mieszczą się w wartościach dopuszczalnych wg normy PN-EN 1997-1:2008 (osiadanie $s_{\text{max}} = 50\text{mm}$, wychylenie $\omega = 0,003[\text{rad}]$), dlatego zalecono dalsze pomiary bez podejmowania prób wzmocnienia fundamentów budynku. Odkształcenia budynku zobrazowano na schemacie na str. 18 opracowania [2.2]. W latach 2005-2012 prowadzono jedynie pomiary poziomego rozwarcia szczeliny dylatacyjnej w dwóch poziomach: 2,5m nad posadzką hali i 4m nad posadzką galerii (7,6m nad posadzką hali), jest to odpowiednio 8,5m oraz 13,6m nad poziomem posadowienia przybudówki południowej. W opracowaniu [2.2] środek obrotu fundamentu przybudówki przyjęto właśnie w poziomie jej posadowienia w osi 16. Podsumowanie prowadzonych pomiarów zawiera raport końcowy [2.3]. Wynika z niego, że w okresie 09.2005 – 09.2012 nastąpił dalszy przyrost rozwartości szczeliny dylatacyjnej, dla wyższego poziomu pomiarowego rozwartość szczeliny powiększyła się w tym okresie z 37mm do 54mm. Analizując wyniki pomiarów autorzy opracowania oszacowali kąt obrotu fundamentu na 0,00314[rad] co jest wartością większą od dopuszczalnej wg PN-EN 1997-1:2008 wartości $\Theta_{\text{max}} = 0,003[\text{rad}]$. Sformułowano w związku z tym zalecenia wzmocnienia fundamentu w technologii iniekcji strumieniowej, po wcześniejszym wykonaniu dodatkowych badań geotechnicznych (odwiertów) w południowo-wschodnim narożniku hali.

Analizując zebrane wyniki pomiarów, a szczególnie wykres rozwarcia szczeliny od czasu (rys. 8 na str. 19 opracowania [2.3]), można zauważyć następujące zależności:

- rozwarcia szczeliny nie przyrastają liniowo, ale są bezpośrednio uzależnione od temperatury zewnętrznej. Różnice w rozwarceniu szczeliny pomiędzy latem i zimą sięgają 2mm (latem szczelina „zamyka się”), co świadczy o dużym wpływie temperatury na przemieszczenia hali,

- po aproksymacji krzywych rozwarcie-czas do linii prostych w dłuższym okresie czasu widać, że te linie proste dla dolnego i górnego punktu pomiarowego są do siebie niemal równoległe, co świadczy o tym, że środek obrotu fundamentu nie znajduje się w dylatacji lub wschodnia część budynku oprócz obrotu doznaje również przemieszczeń poziomych (w kierunku wschodnim). Przemieszczenia dolnego punktu pomiarowego są większe niż wynikałoby to z proporcji do przemieszczeń górnego punktu pomiarowego. O takim ruchu budynku może również świadczyć pęknięcie górnego narożnika słupa dylatacyjnego po stronie północnej – jeżeli w wyniku ruchów podłoża następuje obrót tarczy dachu nie tylko w płaszczyźnie pionowej, ale również w płaszczyźnie poziomej, to narożnik północno-zachodni przesuwa się w kierunku zachodnim dociskając słupy w dylatacji północnej do siebie,

- widoczna jest tendencja malejąca przyrostów rozwarcia dylatacji – w pierwszym okresie wynosiła on ok. 3,7mm na rok, a obecnie ok. 2,5mm na rok

Brak pomiarów przemieszczeń pionowych (osiadań) przybudówki południowej w rejonie dylatacji oraz w rejonie ściany szczytowej wschodniej nie pozwala na bezpośrednie oszacowanie, jak znaczny wpływ na rozwarcie szczeliny dylatacyjnej ma obrót budynku, a jaki jego przemieszczenie poziome. Ponieważ strop gruntów nośnych pod nasypami przebiega w spadku (w kierunku wschodnim), a same nasypy (powierzchnia terenu) również mają spadek w tym kierunku, możliwe jest, że w skutek dogęszczania nasypy przemieszczają się w kierunku pionowym (następuje ich komprymacja), ale także w kierunku poziomym – po stropie gruntów nośnych.

4.3. Analiza wykonanego wzmocnienia konstrukcji i pomiarów prowadzonych po wzmocnieniu

W nawiązaniu do zaleceń omawianych powyżej opracowań w marcu 2013r opracowany został projekt wzmocnienia fundamentów hali metodą iniekcji strumieniowej (jet grouting) [2.5]. Jednak pomimo zaleceń raportu [2.3] nie wykonano dodatkowych badań geotechnicznych w rejonie południowo-wschodniego narożnika hali. W pierwotnych badaniach z 1971r [2.1] w tym rejonie (otwór nr 10) nie przewiercono nasypu i nie dowiercono się do gruntów rodzimych, w związku z tym rzeczywista miąższość nasypu przy południowo-wschodnim narożniku hali nie jest rozpoznana. W projekcie palowania założono, że strop gruntów nośnych znajduje się na głębokości ok. 10m (jak w sąsiednim otworze geotechnicznym nr 6) i zaprojektowano pale jet grouting o średnicy 800mm i długości 8,0m pod fundamentem przybudówki (poziom posadowienia -6,0m) oraz o długości 10,0m pod fundamentami wschodniej ściany hali (poziom posadowienia -2,0m). Podstawa pali powinna się zatem znaleźć na poziomie $6,0m+8m = 14m$ poniżej poziomu posadzki hali pod przybudówką oraz $2m+10m = 12m$ poniżej poziomu posadzki hali pod ścianą szczytową. Dla „zera” budynku równego 235,90 m n.p.m. daje to poziom 221,90m n.p.m pod przybudówką oraz 223,9m n.p.m. pod ścianą szczytową.

Wg dokumentacji [2.1] strop gruntów nośnych nawiercono na poziomie 223,80m n.p.m. pod ścianą szczytową, a w rejonie otworu nr 10 do poziomu 223,70m n.p.m. w ogóle nie nawiercono gruntów nośnych. Z tego porównania wynika, że pale pod ścianą szczytową nie miały na całej długości ściany zapewnionego projektowanego zagłębienia 2m w gruntach nośnych, a w południowo-wschodnim narożniku przybudówki istnieje ryzyko, że zarówno pobocznicą jak i podstawa pala znajduje się w nasypie. W projekcie palowania zamieszczono wymaganie oznaczenia stropu gruntów rodzimych w nawie południowo-wschodniej, w trakcie palowania, ale wg dokumentacji powykonawczej [2.6] wszystkie

wykonane pale mają projektowaną długość 8,0m. Nie ma też zapisów świadczących o tym, że strop gruntów nośnych został rzeczywiście oznaczony.

W projekcie wzmocnienia sprawdzono kryterium nośności pali. Z uwagi na brak zestawienia obciążeń trudno jest odnieść się do projektowanych obciążeń pali i ich nośności, natomiast obliczeniowe uwzględnienie pracy 2m poboczniczy może być niespełnione w praktyce. Projekt nie zawiera natomiast sprawdzenia obliczeniowego osiadań pali, co w tym wypadku ma istotne znaczenie, ponieważ wzmocnienie miało na celu ograniczenie właśnie osiadań budynku i pod tym kątem prowadzone są pomiary. Wykonawcy pomiarów nie otrzymali od projektanta i wykonawcy pali kryterium, pozwalającego oszacować przy jakich przemieszczeniach można uznać wzmocnienie fundamentów za skuteczne.

Do realizacji wzmocnienia przystąpiono w lipcu 2013r, jednak wykonano jedynie część zaprojektowanych pali – głównie w południowo-wschodnim narożniku budynku. Nie ma więc pewności czy wykonane pale są zagłębione w gruntach nośnych na projektowane 2m. Należy też zaznaczyć, że prawidłowe podparcie fundamentów kolumnami typu jet grouting jest bardzo skuteczne w wypadku ograniczenia przemieszczeń pionowych (osiadań), natomiast nie ograniczy przemieszczeń poziomych budynku i nasypu, zwłaszcza, że kolumny są niezbrojone i na znacznej długości przebiegają w gruntach nienośnych. Z tego względu najistotniejszą rzeczą po wykonaniu wzmocnienia powinno być określenie czy zahamowane zostały przemieszczenia pionowe budynku oraz czy nie występują jego przemieszczenia poziome.

Po wykonaniu wzmocnienia kontynuowano pomiary przemieszczeń wschodniej części budynku. Autorzy wcześniejszych pomiarów w dalszym ciągu monitorują rozwarłość szczeliny dylatacyjnej, natomiast nowy zespół wykonuje dodatkowo pomiary przemieszczeń poziomych i pionowych wierzchołków wszystkich słupów wschodniej części hali (zarówno po stronie północnej jak i południowej). Pomiary prowadzone są w zbyt krótkim czasie, aby możliwe było wydanie jednoznacznej opinii na temat skuteczności palowania, jednak można sformułować następujące wnioski:

- z pomiarów rozwarcia poziomego szczeliny dylatacyjnej w okresie 12.2013 – 12.2014 wynika, że nastąpił dalszy przyrost rozwarcia szczeliny o 1,49mm na pierwszym poziomie i 1,70mm na drugim poziomie. Są to wartości bardzo małe – trudno oszacować jaki wpływ na nie mają np. zmiany temperatury powietrza zewnętrznego. Przy przyjęciu uogólnionego współczynnika rozszerzalności termicznej dla betonu i stali $\alpha_T = 1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$, dla różnicy temperatur 10°C i odległości $L = 25\text{m}$ wartość skrócenia/wydłużenia termicznego wyniesie 2,5mm, a dla odległości 12m – analogiczna wartość wyniesie 1,2mm – są to wartości zbliżone do uzyskanych w pomiarach, co może świadczyć, że temperatura jest istotnym czynnikiem, wpływającym na pomierzone przemieszczenia.

- z pomiarów przemieszczeń poziomych wierzchołków słupów, prowadzonych w okresie 04.2014 - 11.2014 ([2.10], [2.11], [2.12]) wynika, że wierzchołki wszystkich słupów wschodniej części hali przemieściły się w kierunku wschodnim o wartość 4-7mm, natomiast przemieszczenia na kierunku północ-południe przeważają w kierunku południowym, jednak rozkładają się nierównomiernie (od -6 do +1mm). Przemieszczenia te (mierzone 12,4m powyżej poziomu posadzki) są proporcjonalnie znacznie większe od pomiarów rozwarcia szczeliny (górną poziom na wysokości 7,6m nad posadzką) – jednak również tutaj za znaczący uznać należy wpływ temperatury i nasłonecznienia, tym bardziej, że pomiary te nie

obejmują cyklu rocznego, a jedynie okres od kwietnia (temp. zewnętrzna 12°C) do listopada (temp. zewnętrzna -5°C).

- z pomiarów przemieszczeń pionowych wierzchołków słupów ([2.10], [2.11], [2.12]) wynika, że po stronie południowej wierzchołek skrajnego słupa przy ścianie szczytowej przemieścił się o 1mm w dół, natomiast wierzchołek słupa przy dylatacji przemieścił się o 2mm w górę. Analogiczne przemieszczały się wierzchołki słupów po stronie północnej – przy ścianie szczytowej o 1mm w górę, a przy dylatacji o 1mm w dół. Jak wcześniej opisano, dla różnicy temperatur 10°C, i słupa o wysokości 12m wartość 1mm odpowiada odkształceniom termicznym. Jest ona też bliska błędowi pomiaru zastosowanej metody.

- w celu ograniczenia wpływu zmian temperatury na prowadzone pomiary oraz w celu minimalizacji błędów pomiaru punkty pomiarowe należy zlokalizować jak najniżej – przy posadzce hali. W takim wypadku mierzone przemieszczenia będą odzwierciedlały przemieszczenia samego fundamentu, a nie całej konstrukcji budynku. Należy też kontynuować pomiary zarówno przemieszczeń poziomych jak i pionowych w celu określenia rzeczywistej pracy nasypu.

- wykonywanie wzmocnień istniejących fundamentów kolumnami w technologii iniekcji strumieniowej nie jest wolne od wstępnych osiadań konstrukcji wywołanych mobilizacją styku fundament-kolumna oraz wywołanych osiadaniem samych kolumn (już bardzo nieznaczących). Wartości tych osiadań powinny być podane (oszacowane) przez wykonawcę i projektanta pali – wstępnie można założyć 5-7mm.

5. WNIOSKI I ZALECENIA

5.1 Zaprojektowane wzmocnienie fundamentu przybudówki południowej powinno skutecznie ograniczyć przemieszczenia pionowe budynku (osiadania), jednak z dostępnych materiałów nie jest możliwe określenie miąższości nasypów w rejonie narożnika południowo-wschodniego, a zatem nie można jednoznacznie ocenić czy wszystkie wykonane kolumny iniekcyjne są zagłębione w gruntach nośnych.

5.2. Wykonywane dotychczas pomiary nie pozwalają na jednoznaczne określenie czy przyczyną rozwierania się szczeliny dylatacyjnej są nierównomierne osiadania fundamentu i związany z tym jego obrót, czy również przemieszczenia poziome gruntów nasypowych wraz z fundamentem.

5.3. Pomiary wykonane po wzmocnieniu, z uwagi na krótki czas jaki upłynął od wzmocnienia, oraz z uwagi na lokalizację punktów pomiarowych, nie dają jeszcze odpowiedzi czy wzmocnienie było skuteczne.

5.4. W chwili obecnej stan budynku nie wskazuje na zagrożenie awarią i budynek może być w dalszym ciągu bezpiecznie użytkowany pod warunkiem prowadzenia systematycznego monitoringu przemieszczeń

5.5 Zalecany jest następujący sposób dalszego postępowania z budynkiem:

- należy kontynuować prowadzone pomiary przemieszczeń

- należy od wykonawcy i projektanta wzmocnienia uzyskać informację o możliwym dopuszczalnym osiadaniu budynku po wzmocnieniu (łącznie z czasem, w jakim to osiadanie może wystąpić). W wypadku braku takiej informacji należy przyjąć wartość 5mm w kierunku pionowym i 5mm w kierunku poziomym na poziomie fundamentu.

- obecne pomiary należy uzupełnić o dodatkowe pomiary przemieszczeń pionowych i poziomych słupów na wysokości ok. 1,5m nad poziomem posadzki hali – jest to poziom tuż nad kratkami maskującymi. Punkty należy lokalizować jak najniżej i jednocześnie w miejscach niewrażliwych na uszkodzenie. Lokalizację punktów pomiarowych pokazano w załączniku 2

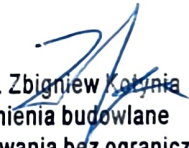
- jeżeli wartość przemieszczeń pionowych lub poziomych dowolnego punktu przekroczy 5mm należy podjąć dodatkowe działania naprawcze tzn.:

a) wykonać dodatkowe badania geotechniczne gruntu w południowo-wschodnim narożniku – dodatkowe 3 odwierty geotechniczne do osiągnięcia gruntów nośnych (zagłębiony minimum 2 m w grunty nośne) – badania powinny być wykonane przez specjalistyczną firmę geotechniczną.

b) na podstawie wykonanych badań geotechnicznych i przeprowadzonych pomiarów przemieszczeń opracować aktualizację projektu wzmocnienia – z uwzględnieniem czy wzmocnienie ma zapobiegać przemieszczeniom poziomym czy pionowym fundamentu na nasypie pod budynkiem. Projekt powinien zostać opracowany przez uprawnionego projektanta z doświadczeniem w projektowaniu tego typu wzmocnień.

c) jeżeli w okresie trzech lat nie będzie następował przyrost przemieszczeń, należy skonsultować się z rzeczoznawcą w dziedzinie konstrukcji budowlanych oraz z autorami prowadzonych pomiarów odnośnie ich zaprzestania.

6.6 Zalecenia i wnioski niniejszej opinii są wiążące przy założeniu, że zostaną zrealizowane w okresie 3 miesięcy od jej wydania.


mgr inż. Zbigniew Kotyńia
uprawnienia budowlane
do projektowania bez ograniczeń
nr ewid. 130/97/Wł

ZAŁĄCZNIK 1

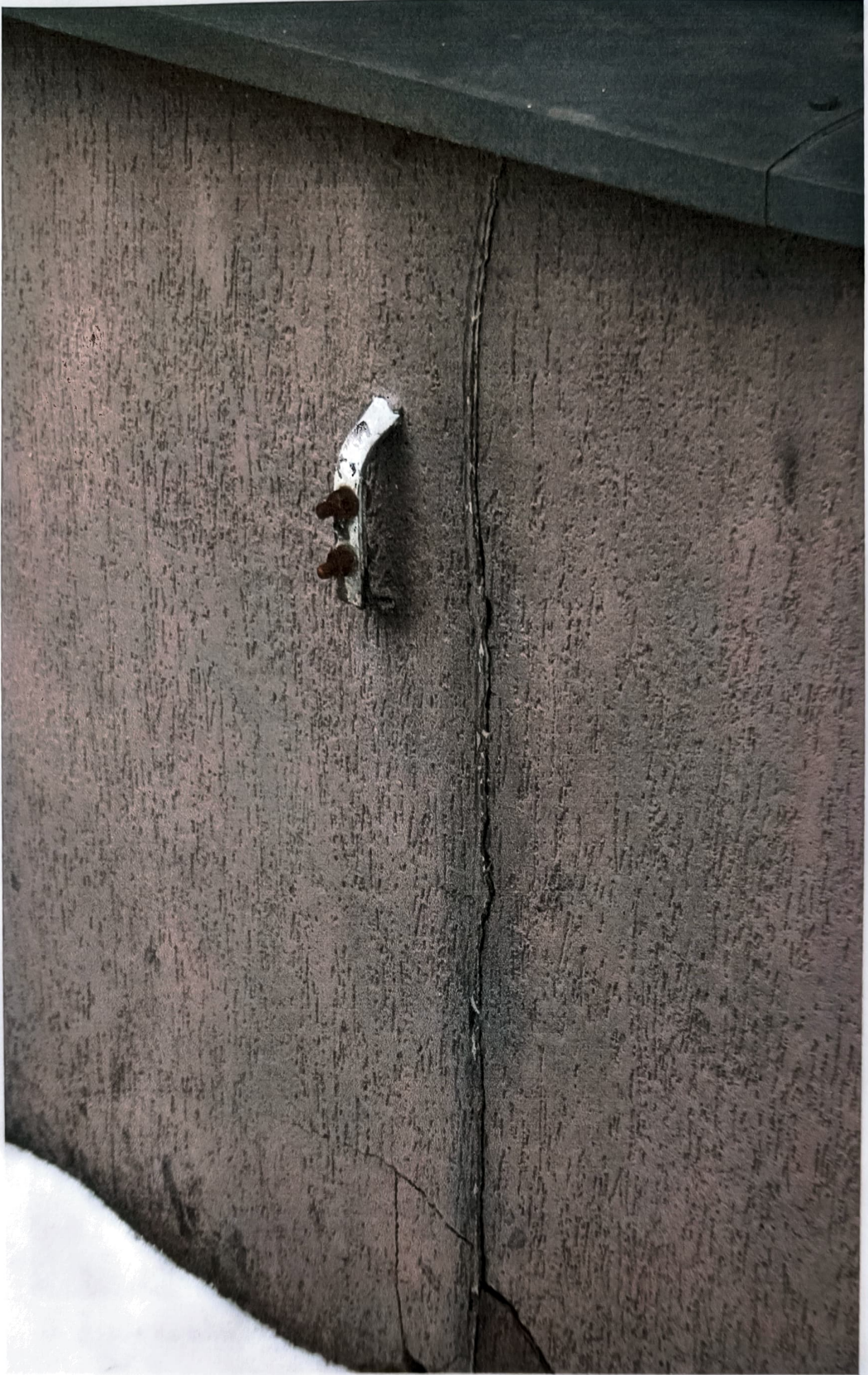
Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1 Budynek hali sportowej. Widok od strony południowo-wschodniej.



Fot. 2 Odształcenia blach poszycia w rejonie dylatacji – elewacja południowa.



Fot. 3 Pęknięcie ściany fosy w rejonie dylatacji



Fot. 4 Rozwarcie szczeliny dylatacyjnej pomiędzy słupami hall po stronie południowej

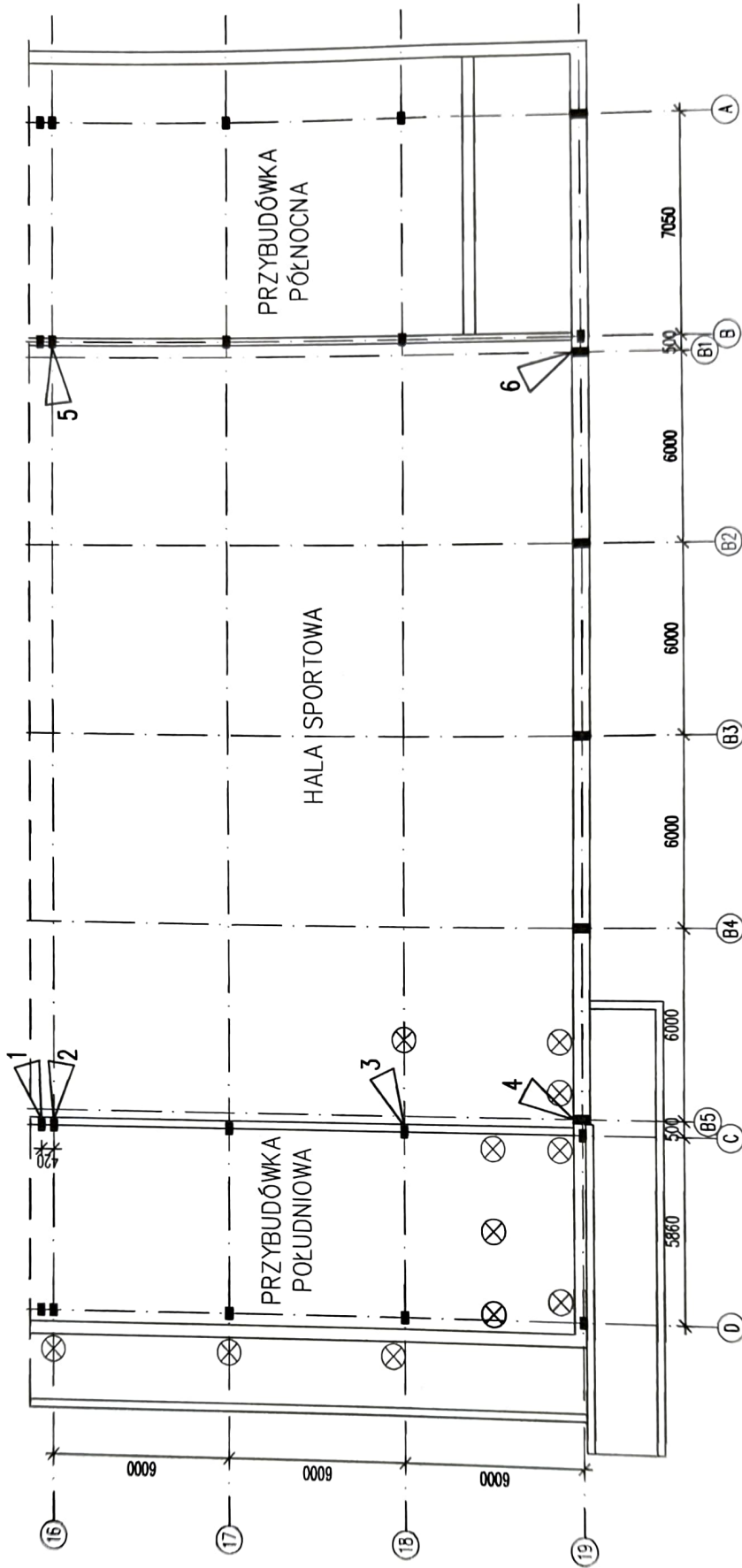


Fot. 5 zajemne przemieszczenia słupów głównej konstrukcji nośnej i obudowy przy dylatacji w ścianie południowej.

ZAŁĄCZNIK 2

Szkic rozmieszczenia punktów pomiarowych

UKŁAD DODATKOWYCH PUNKTÓW POMIAROWYCH W HALI



⊗ - WYKONANE KOLUMNY W TECHNOLOGII INIEKCJI CIŚNIENIOWEJ

△^{1'} - DODATKOWE PUNKTY POMIAROWE NA SŁUPACH NA WYS. OK. 1,5m
 NAD POSADZKĄ HALI, POMIAR PRZEMIESZCZEŃ PIONOWYCH I POZIOMYCH