



EKSPERTYZA TECHNICZNA

Budowlano-konstrukcyjna wraz z istotnymi warunkami dla oceny stanu technicznego i zaleceniami dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale

Adres obiektu budowlanego

Aleja Prezydenta Ignacego Mościckiego 6, 97-215 Spała, województwo łódzkie

Współrzędne GPS

51.54258949914983, 20.148784666490407

Nazwa jednostki ewidencyjnej, nazwa i numer obrębu ewidencyjnego oraz numery działek ewidencyjnych

Identyfikator 101605_5.0007.54/9

Zamawiający

Centralny Ośrodek Sportu - Ośrodek Przygotowań Olimpijskich w Spale

Al. Prezydenta Ignacego Mościckiego 6

97-215 Inowłódź

KRS 0000374033, REGON 142733356-00074, NIP 7010273950

Wykonał:

mgr inż. Rafał Fit

Specjalność

Rzecznawca budowlany w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń

nr uprawnień

RZE/X/0023/22

podpis

mgr inż. Rafał Fit

RZECZOWNAWCA BUDOWLANY

w specjalności konstrukcyjno - budowlanej obejmującej kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń

decyzja nr.: RZE/X/0023/22

Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń

**MAZ/0377/PBKb/17
MAZ/0039/OWOK/11**

dr inż. Kamila Owczarska

Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń

**MAZ/0477/PBKb/18
MAZ/0162/OWOK/14**

Kamila Owczarska

**Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń
MAZ/0477/PBKb/18, MAZ/0162/OWOK/14**



Warszawa, marzec 2025

1	Spis treści	
2	OŚWIADCZENIE	4
3	UPRAWNIENIA BUDOWLANE I PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY INŻYNIERÓW	5
4	PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	7
5	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	8
6	PODSTAWA OPRACOWANIA	8
7	DANE TECHNICZNE O OBIEKCIE	11
8	TRWAŁOŚĆ OBIEKTÓW BUDOWLANYCH	15
8.1	Pojęcia trwałości	15
8.2	Trwałość obiektu budowlanego i jego części	16
8.3	Czynniki działające na obiekt budowlany i jego części	18
8.4	Wymagany okres użytkowania	20
8.5	Przewidywany okres użytkowania	21
8.6	Projektowany okres użytkowania	22
9	TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH	25
9.1	Degradacja konstrukcji żelbetowych i ochrona zbrojenia	25
9.2	Okres użytkowania konstrukcji	27
10	ANALIZA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ NIECKI BASENOWEJ	29
10.1	Warunki gruntowo-wodne	29
10.2	Opis konstrukcji basenu	29
10.3	Badanie konstrukcji żelbetowej niecki basenowej	31
10.4	Analiza grubości otulenia prętów słupów i podciągów	32
10.5	Otulina zbrojenia – zgodność z dokumentacją	35
10.6	Analiza SGU i SGN – ugięcia, zarysowania, uszkodzenia	36
10.7	Ocena klasy wytrzymałości betonu	39
10.8	Ocena prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych	40
10.9	Ocena niecki basenowej i przyległych elementów	40
10.10	Obserwacje lokalnych zawilgoczeń	42
10.11	Analiza stwierdzonego zarysowania belki wieloprzęsłowej	44
10.12	Lokalizacja rzeczywistych problemów	46
10.13	Badania analityczne słupów żelbetowych niecki basenowej	61
10.13.1	<i>Wariant referencyjny – stan rzeczywisty zgodny z dokumentacją projektową [1]</i>	63
10.13.2	<i>Wariant symulacyjny – korozja zbrojenia bez degradacji betonu [2]</i>	67
10.13.3	<i>Wariant symulacyjny – częściowa degradacja materiałowa i geometryczna [3]</i>	71
10.13.4	<i>Wariant krytyczny – maksymalna degradacja materiałowa i geometryczna [4]</i>	75
10.13.5	<i>Wariant optymalizacyjny – model projektowy przy założeniu poprawnej klasy ekspozycji [5]</i>	79
10.14	Ocena techniczna elementów konstrukcyjnych obiektu – podsumowanie obserwacji i analiz	83
11	ANALIZA STANU ZACHOWANIA KONSTRUKCJI NOŚNEJ HALI	85
11.1	Opis rozwiązań projektowych	85
11.2	Analiza dokumentacji projektowej	86
11.3	Schemat statyczny, zasady pracy i wykresy sił wewnętrznych	89
11.3.1	<i>Analiza i wyznaczenie reakcji i sił wewnętrznych w łuku o kształcie parabolicznym obciążonym równomiernie</i>	90
11.4	Deformacja łuków trójpřzegubowych z drewna klejonego – opis i objawy uszkodzeń	92
11.5	Analiza monitoringu geodezyjnego	94
11.6	Analiza stanu technicznego drewna	96
11.7	Najczęstsze przyczyny rozszczepiania dźwigarów z drewna klejonego w halach basenowych	98
11.8	Ocena techniczna elementów drewnianych obiektu – podsumowanie obserwacji i analiz	109

12	CHARAKTERSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU	111
13	OCENA STANU TECHNICZNEGO ELEMENTÓW SKŁADOWYCH BUDYNKU	119
14	OGÓLNA OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO	122
15	PRZYDATNOŚĆ DO UŻYTKOWANIA	122
16	OPIS STANU BEZPIECZEŃTWA EKSPLOATOWANEGO OBIEKTU	123
17	SZACUNKOWE KOSZTY MODERNIZACJI OBIEKTU	128
18	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	124
19	ZASTRZEŻENIA I KLAUZULE	130
20	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA	131
20.1	Widok ogólny budynku i otoczenia	131
20.2	Poszycie dachu	133
20.3	Elewacje i teren zewnętrzny	140
20.4	Fasady aluminiowo szklane i stolarka okienna	147
20.5	Konstrukcja nośna p[przekrycia hali basenowej]	159
20.6	Hala basenowa i technologia	166
20.7	Przestrzeń techniczna pod niecką basenową	183
20.8	Wnętrza ogólnodostępne budynku pływalni	201
20.9	Odnowa biologiczna	208

2 OŚWIADCZENIE

Na podstawie art.20 ust.4 ustawy z dn. 7 lipca 1994r – Prawo Budowlane (jednolity tekst Dz. U. 2016 nr 290)


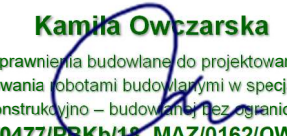
– oświadczam, że:

Ekspertyza techniczna budowlano-konstrukcyjna wraz z istotnymi warunkami dla oceny stanu technicznego i zaleceniami dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale

adres obiektu budowlanego:

Aleja Prezydenta Ignacego Mościckiego 6, 97-215 Spała, województwo łódzkie

została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz zasadami wiedzy technicznej.

OPRACOWAŁ	NR UPRAWNIENÍ	PODPIS
mgr inż. Rafał Fit	nr upr.: RZE/X/0023/22 nr upr.: MAZ/0039/OWOK/11 nr upr.: MAZ/0377/PBKb/17 nr. ewid.: MAZ/BO/0452/11 <i>upr. budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń</i>	mgr inż. Rafał Fit  RZECZOZNAWCA BUDOWLANY w specjalności konstrukcyjno – budowlanej obejmującej kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń decyzja nr.: RZE/X/0023/22
dr inż. Kamila Owczarska	nr upr.: MAZ/0162/OWOK/14 nr upr.: MAZ/0477/PBKb/18 nr. ewid.: MAZ/BO/0383/14 <i>upr. budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń</i>	Kamila Owczarska  Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno – budowlanej bez ograniczeń MAZ/0477/PBKb/18, MAZ/0162/OWOK/14

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
rafal.fit@ekspertyzybud.pl
M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
M: 698 870 381

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
Krajowa Komisja Kwalifikacyjna
KK-0056-0003/22

Warszawa, dnia 9 czerwca 2022r.

DECYZJA Nr RZE/X/0023/22

Na podstawie art. 8b w związku z art. 36 ust. 1 pkt 3 ustawy z 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2019 r. poz. 1117), po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr. inż. Rafała Fit o udzielenie uprawnienia budowlanego z dnia 11 marca 2022 r. oraz dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie, praktykę zawodową, uprawnień budowlanych z dnia 20 czerwca 2011 r. nr MAZ/0039/OWOK/11 i uprawnień budowlanych z dnia 30 czerwca 2017 r. nr ewid. MAZ/0377/PBKb/17, a także znaczący doświadczenia praktycznej w zakresie obecnym rzeczoznawstwem

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa
nadaje

Panu Rafałowi Fitowi
ur. dnia 30 marca 1985 r. w Wołominie
magistrowi inżynierowi budownictwa
tytuł

RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
obejmującej kierowanie robotami budowlanymi
bez ograniczeń

na okres ważności do dnia 9 czerwca 2027 r.

Pan mgr inż. Rafał Fit może wykonywać funkcję rzeczoznawcy budowlanego na terenie całego kraju w wyżej wymienionym zakresie.

Uzasadnienie
Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa na podstawie złożonych dokumentów i przeprowadzonego postępowania kwalifikacyjnego ustaliła, że Pan mgr inż. Rafał Fit spełnia wymagania określone w art. 8b ustawy z 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2019 r. poz. 1117). W związku z powyższym Krajowa Komisja Kwalifikacyjna orzeka jak w treści decyzji.

Pouczenie
Strona niezadowolona z niniejszej decyzji może zwrócić się do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej w terminie 14 dni od dnia doręczenia decyzji z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy. Jeżeli strona nie chce skorzystać z prawa do zwrócenia się z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy, może wniesić do Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie skargę na decyzję w terminie 30 dni od dnia doręczenia decyzji stronie. Skargę wnosi się za pośrednictwem Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej. Wpływ skargi wynosi 200 złotych. Strona posiada możliwość składania się o zwolnienie od kosztów albo przysięganie prawa pomocy. Zgodnie z treścią art. 127a w zw. z art. 144 ustawy Kodeks postępowania administracyjnego: § 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję. § 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczną i prawomocną. W przypadku złożenia przez odpornego oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do złożenia odwołania od decyzji, Stronie nie przysługuje prawo do złożenia wniosku o ponowne rozpatrzenie sprawy.

Skład Orzekający Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej:
Wojciech Biliński
Wiceprzewodniczący Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej
Jacek Kołodziej
Stefan Szalkowski

Orzeka: 1. Pan Rafał Fit, ul. Kochanowskiego 4, 05-220 Zielonka, 2. Mazowiecka Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna, 3. M.A.

Pan Rafał Fit uiszczył opłatę w kwocie 10 zł (dziesięć złotych) na rachunek bankowy Urzędu Dzielnicy Śródmieście m.st. Warszawy zgodnie z ustawą z dnia 16 listopada 2006 r. o opłacie skarbowej (Dz. U. z 2021 r. poz. 1923, z późn. zm.).

00-793 Warszawa, ul. Kujawska 1, tel. +48 22 828-31-89, fax +48 22 827-07-51, www.pib.org.pl, e-mail: biuro@pib.org.pl

MAZOWIECKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Warszawa, dnia 20 czerwca 2011 r.

sygn. akt. MAZ/7132/61/11/K

DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz architekto- (Dz. U. z 2001 r. nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 2-5 oraz ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 2, ust. 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 17 ust. 1 pkt 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83 poz. 578 późn. zm.)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:
nadaje

Panu Rafałowi Fit
magistrowi inżynierowi
urodzonemu dnia 30 marca 1985 roku w Wołominie, synowi Mieczysława

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr MAZ/0039/OWOK/11

do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Szczegółowy zakres uprawnień

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 2-5, art. 13 ust. 1 pkt 2 oraz ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

1. kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
2. kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
3. wykonywania nadzoru inwestorskiego,
4. sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 17 ust. 1 pkt 2 w zw. z pkt 1 i § 16 ust. 1 pkt 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym w odniesieniu do konstrukcji obiektu i architektury obiektu.

MAZOWIECKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Warszawa, dnia 30 czerwca 2017 r.

sygn. akt. MAZ/7131/61/17/K

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 1, 5, ust. 2, 3 i 4 pkt 1, art. 13 ust. 1 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 290) oraz § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan mgr inż. Rafał Fit
ur. dnia 30 marca 1985 roku w Wołominie
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny MAZ/0377/PBKb/17
do projektowania
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
bez ograniczeń

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.
mgr inż. Irena Churska
mgr inż. Krzysztof Karol Booss

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Zaświadczenie
o numerze ewidencyjnym
MAZ-HLD-6CP-U14 *

Pan RAFAŁ FIT o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0452/11
adres zamieszkania ul. KOCHANOWSKIEGO 4, 05-220 ZIELONKA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym sformatowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-01-16 roku przez:
Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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

MAZOWIECKA OKRĘGOWA I Z B A INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

MAZOWIECKA OKRĘGOWA I Z B A INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Warszawa, dnia 25 czerwca 2014 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 2-5 oraz ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 2, ust. 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 17 ust. 1 pkt 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 83 poz. 578 późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pani Kamila Anna Owczarska
magister inżynier
ur. dnia 7 sierpnia 1987 roku w Warszawie
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr MAZ/0162/OWOK/14
do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Szczegółowy zakres uprawnień

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 2-5, art. 13 ust. 1 pkt 2 oraz ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1/ kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- 2/ kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- 3/ wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- 4/ sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 17 ust. 1 pkt 2 w zw. z pkt 1 i § 16 ust. 1 pkt 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym w odniesieniu do konstrukcji obiektu i architektury obiektu.

MAZOWIECKA OKRĘGOWA I Z B A INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

MAZOWIECKA OKRĘGOWA I Z B A INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Warszawa, dnia 28 czerwca 2018 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, ust. 2, 3 i 4 pkt 1, art. 13 ust. 1 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2017 r., poz. 1332) oraz § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pani mgr inż. Kamila Anna Owczarska
ur. dnia 7 sierpnia 1987 roku w Warszawie
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny MAZ/0477/PBKb/18
do projektowania
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
bez ograniczeń

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia. Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2017 r. poz. 1257 t.j.): § 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję. § 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się praw do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna prawomocna. W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługują prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.
mgr inż. Irena Charska
mgr inż. Krzysztof Karol Boos

POLSKA I Z B A INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAZ-SKP-N9S-UPR *

Pani KAMILA ANNA OWCZARSKA o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0383/14
adres zamieszkania [REDAKOWANE]
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-18 11:37:27 roku przez:
Roman Lulis, Przewodniczącą Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 781 k.c.
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

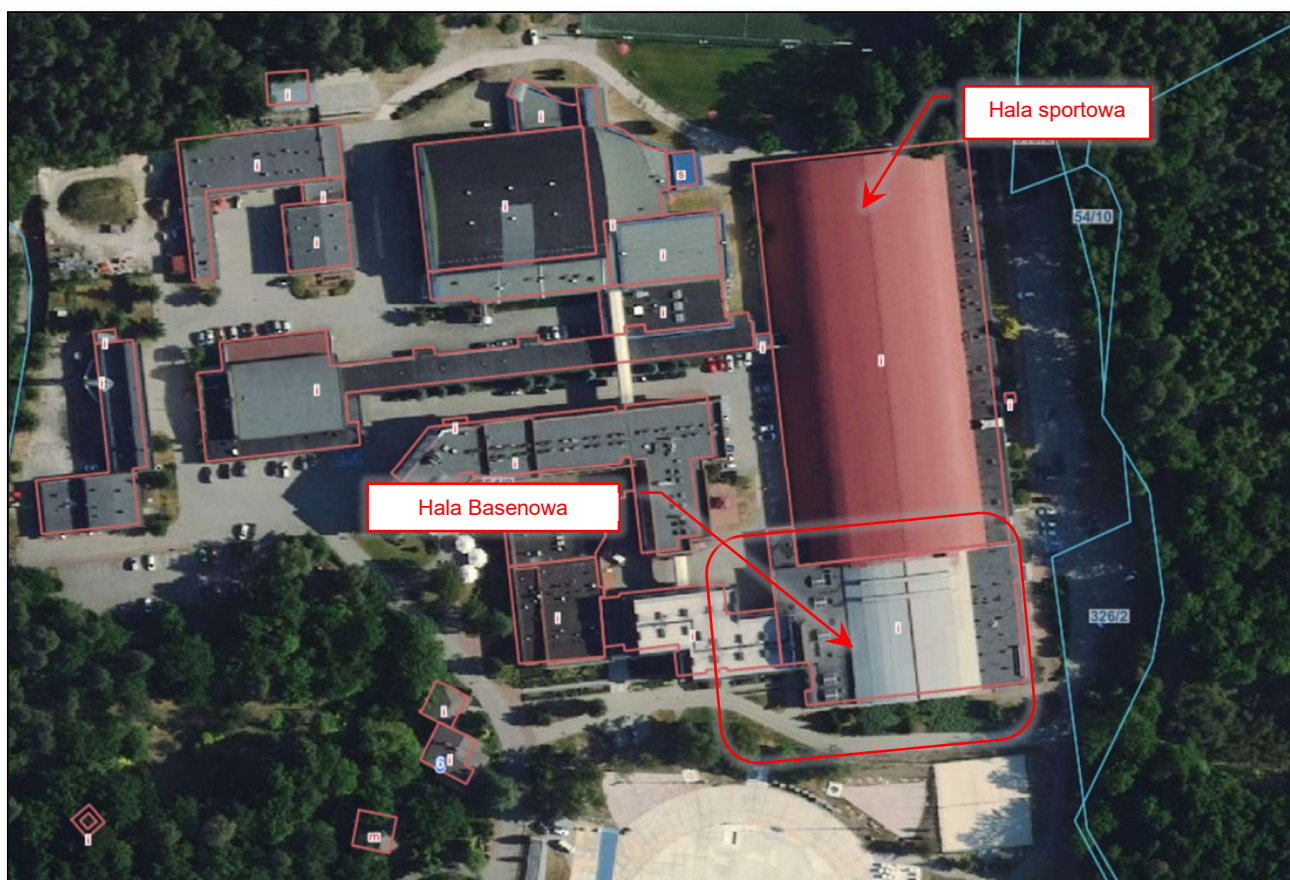
* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

4 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest budynek pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale.



Fot. 1. Widok ogólny budynku objętego opracowaniem. (fot. Rafał Fit)



Fot. 2. Zakres opracowania. (<https://iablonna.e-mapa.net/>)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
rafal.fit@ekspertyzybud.pl
M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
M: 698 870 381

5 CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem niniejszej ekspertyzy budowlano-konstrukcyjnej jest ocena stanu technicznego obiektu oraz opracowanie zaleceń dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich. Przedmiotowy obiekt znajduje się przy Al. Prezydenta I. Mościckiego 6, 97-215 Spała.

Zakres opracowania obejmował w szczególności:

- a) analizę posiadanej przez Zamawiającego dokumentacji, zarówno archiwalnej, jak również z bieżącego użytkowania obiektu oraz wszelkich innych dokumentów, które związane są z przedmiotowym obiektem i przedmiotem zamówienia, w szczególności wykonane opracowanie: *Ekspertyza techniczna budowlano-konstrukcyjnej wraz z istotnymi warunkami dla oceny stanu technicznego i zaleceniami dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale, etap II*, autorstwa dr inż. Jerzego Sendkowskiego, dr inż. Anny Tkaczyk, dr inż. Łukasza Traczyk, z dnia 15.01.2021,
- b) przeprowadzenie wizji lokalnych,
- c) przeprowadzenie, wymaganych na cele ekspertyzy, inwentaryzacji budynku oraz pomiarów i badań metodami nieniszczącymi takimi jak: pomiary, badania termowizyjne, badania nieniszczące występowania zbrojenia, charakterystyka energetyczna budynku, pomiary wilgotności i temperatur,
- d) wykonanie dokumentacji fotograficznej: zdjęcia lotnicze (dron), zdjęcia cyfrowe,
- e) analiza obliczeniowa,
- f) szacunkowe ustalenia trwałości poszczególnych elementów budynku,
- g) weryfikacja i ustalenia istniejących wad i uszkodzeń wraz z oceną zużycia poszczególnych elementów budynku,
- h) przedstawienie oceny możliwości dalszego, bezpiecznego eksploataowania obiektu wraz z ewentualnym wskazaniem zakresu wykonania prac remontowych zabezpieczających możliwość dalszej, czasowej eksploatacji obiektu a także
- i) sporządzenie kalkulacji kosztów wykonania prac remontowych

6 PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania są:

1. Umowa z Zamawiającym nr 9/2025/PU z dnia 05.02.2025 roku,
2. Przeprowadzone wizja lokalna budynku i terenów przyległych w dniach 06.02.2025 oraz 26.02.2025 roku,
3. Pomiary i badania makroskopowe elementów składowych budynku, wykonane podczas wizji lokalnych,
4. Ustawa z dnia 07.07.1994 r. „Prawo budowlane” t.j.: Dz.U.21.2351;
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 75 z dnia 15 czerwca 2002 r., poz. 690. z późniejszymi zmianami,
6. Projekty i inne opracowania dotyczące przedmiotowego obiektu, w szczególności:
 - a. Dokumentacja powykonawcza z czasów budowy obiektu,

- b. „Ekspertyza techniczna budowlano-konstrukcyjnej wraz z istotnymi warunkami dla oceny stanu technicznego i zaleceniami dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale, etap II”, autorstwa dr inż. Jerzego Sendkowskiego, dr inż. Anny Tkaczyk, dr inż. Łukasza Traczyk, z dnia 15.01.2021

7. Normy i wytyczne branżowe,

- a. PN-B-02000: 1982 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- b. PN-B-02001: 1982 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- c. PN-B-02003: 1982 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne i montażowe.
- d. PN-B-02011: 1977 Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie wiatrem.
- e. PN-B-02011: 1977/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie wiatrem.
- f. PN-80/B-02010: Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenie śniegiem
- g. PN-90/B-03200: Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
- h. PN-B-03264:1999: Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
- i. PN-88/B-06250: Beton zwykły,
- j. PN-82/B-02020: Ochrona cieplna budynków,
- k. PN-91/B-02020: Ochrona cieplna budynków – wymagania i obliczenia,
- l. PN-EN 1990:2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.
- m. PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- n. PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- o. PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

8. Badania i analizy własne

- a. Analiza dokumentacji archiwalnej i literatury przedmiotu.
- b. Ocena stanu technicznego konstrukcji budynku.

9. Literatura branżowa

- a. J. Kobiak, W. Stachurski – konstrukcje żelbetowe t.1 Warszawa 1984
- b. J. Kobiak, W. Stachurski – konstrukcje żelbetowe t.2 Warszawa 1987
- c. K. Grabiec i in. – Obliczenia przekrojów w elementach z betonu – Warszawa 2002

- d. J. Łaguna K.Łypacewicz – Połączenia śrubowe i nitowane – Warszawa 1986
- e. W. Starosolski – Konstrukcje żelbetowe t. 1 i 2 Warszawa wydania 1995 i 2000
- f. Wytoczne ITB, w tym Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych.
- g. Poradnik inżyniera i technika budowlanego tom 3 wydawnictwo Arkady 1998
- h. Ochrona konstrukcji żelbetowych Zbigniew Ściślewski wydawnictwo Arkady 1999

7 DANE TECHNICZNE O OBIEKCIE

W obrębie budynku można wyróżnić następujące części funkcjonalne:

Hala basenowa	jednonawowa, o konstrukcji drewnianej, szkieletowej, z wbudowaną od strony północnej dwukondygnacyjną antresolą o konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej.
Zaplecze wschodnie	jednokondygnacyjne, dobudowane od strony wschodniej, o konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej.
Zaplecze zachodnie i stacja uzdatniania wody	zlokalizowane od strony zachodniej, obejmuje dwukondygnacyjne zaplecze techniczne kanału basenowego oraz jednokondygnacyjną stację uzdatniania wody.

Konstrukcja hali basenowej

Podstawową konstrukcję nośną hali stanowią trójprzegubowe łuki z drewna klejonego warstwowo o rozpiętości osiowej 36 m, rozmieszczone co 4,80 m. Wysokość osiowa łuku wynosi 8 m. Łuki mocowane są do żelbetowych bloków fundamentowych na poziomie +0.60 m za pomocą stalowych przegubów w formie widelca ze sworzniami fi 45 mm ze stali 18G2AV.

Każdy łuk składa się z dwóch połówek, których dolna krawędź ma krzywiznę zbliżoną do łuku koła. Długość po osi półłuku wynosi 21 361 mm, szerokość 180 mm, a wysokość zmienia się od 1 116 mm (na podporze), przez 1 364 mm (w miejscu największej krzywizny), do 744 mm (w kalenicy).

Pomiędzy łukami rozmieszczono płatwie z drewna klejonego warstwowo o przekrojach 140×310 mm oraz 160×310 mm, w rozstawach osiowych: 1 660 mm, 2 140 mm, 2 150 mm, 2 160 mm i 3 140 mm. Płatwie osadzono 250 mm poniżej górnej krawędzi dźwigara. Do mocowania blachy fałdowej (T55x188–750, gr. 0,75 mm) zastosowano listwy 50×40 mm.

Płatwie mocowane są do dźwigarów za pomocą stalowych, ocynkowanych uchwytów ("butów ciesielskich") grubości 2 mm oraz gwoździ 40×110 mm i 3,5×90 mm.

Drewno klejone wykonano z tarcicy iglastej klasy III i IV, z desek grubości 31 mm po struganiu, klejonych klejem rezorcynowym, zgodnie z wytycznymi systemu DK opracowanymi przez BISTYP.

Styku hali basenowej z halą sportową dokonano za pomocą drewnianych wieszaków przegubowych, opartych na łuku hali basenu oraz podwieszonych do łuku hali sportowej przy pomocy 4 śrub M12. Płaszczyznę płatwiową ułożono poziomo.

Stężenia połaciowe wykonano ze skrzyżowanych ściąągów stalowych fi 16 i fi 20 (stal A-0), natomiast stężenia pionowe – z rur gorącowalcowanych fi 38×5 mm i łączników blaszanych.

Antresola (północna część hali)

Antresola została zaprojektowana jako dwukondygnacyjna konstrukcja żelbetowa prefabrykowana. Jej nośną strukturę stanowią prefabrykowane ramy żelbetowe rozmieszczone co 6 m.

- Słupy: przekrój 30×30 cm, beton B20, stal A-II i A-0.
- Rygle: przekroje 30×50 cm lub 30×30 cm, nadbeton B15 gr. 16 cm (pomieszczenia mokre) lub 24 cm (pozostałe).
- Rygle spawane są do okuć słupów, co przy zachowaniu ciągłości zbrojenia nadbetonu umożliwia ich częściowe zamocowanie.

Stropy antresoli zaprojektowano jako prefabrykowane płyty żelbetowe gr. 16 cm (indywidualne) lub typowe płyty typu „Żerań”.

Słupy ram mocowane są w kielichach monolitycznych stóp fundamentowych z betonu B15, zbrojonych stalą A-0.

Ściana oporowa między halami

Ścianę oporową pomiędzy halą sportową a halą basenową wykonano z prefabrykowanych płyt żelbetowych (typ PM-1 i PM-2), opartych na skrajnych słupach ramy antresoli. Grubość płyt wynosi 20 cm, materiał: beton B20, stal A-0.

Ramki prefabrykowane wokół basenu

Wokół niecki basenu zaprojektowano prefabrykowane żelbetowe ramki (jednokondygnacyjne) służące do podparcia stropu technicznego.

- Słupy: przekrój 25×25 cm
- Rygle: przekrój 25×30 cm
- Elementy wykonano z betonu B20 i mocowano w kielichach stóp dylatacyjnych.

Konstrukcja przybudówki wschodniej (zaplecze)

Jednokondygnacyjna przybudówka została wykonana z prefabrykowanych ram żelbetowych:

- Rozpiętość rygli: 4,80 m
- Rozstaw ram: 6,0 m
- Słupy: 30×30 cm
- Rygle: 30×50 cm z nadbetonem 18×24 cm

Ze względu na brak podpiwniczenia zaprojektowano indywidualne prefabrykaty ścian oporowych typu S0–1 z betonu B20, zbrojone stalą A-0. Grubość ścian i podeszw: 25–30 cm, szerokość prefabrykatów: 90 cm, wysokość: 3,85 m.

Dach: stropodach wentylowany z płyt typu "Żerań" oraz płyty korytkowe zamknięte, oparte na ażurowych ściankach murowanych.

Stacja uzdatniania wody

Budynek stacji to obiekt jednokondygnacyjny, murowany. Dach wykonano z płyt korytkowych zamkniętych, opartych na stalowych dźwigarach rozmieszczonych co 3 m.

Nad miejscem montażu filtrów basenowych przewidziano podwójne dźwigary stalowe o rozpiętości 14,80 m i 11,05 m, wysokości 1,25 m, przystosowane do punktowego obciążenia 8 ton.

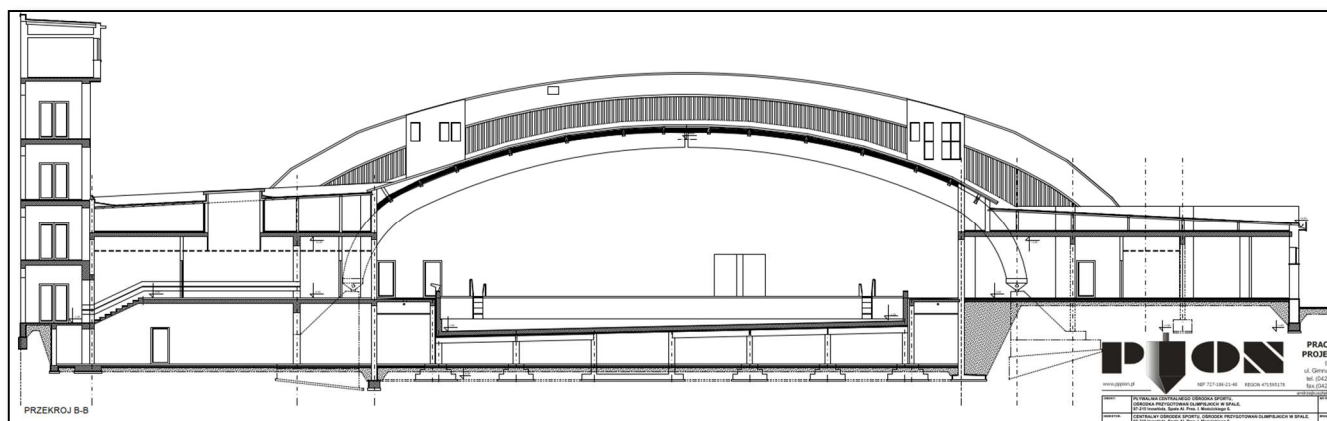
- Pas górny: 2×L 80×80×8
- Pas dolny: 2×L 60×60×6
- Krzyżulce: 2×C45
- Stężenia pionowe: L 60×60×6

Zbiornik przelewowy: żelbetowy, monolityczny, częściowo zagłębiony w ziemi.

- Wymiary: 3,80×5,10 m, wysokość 5,25 m
- Grubość ścian i dna: 30 cm
- Hydroizolacja: laminat epoksydowy (wewnątrz), papa (dno), Abizol R+P (ściany kontaktujące się z gruntem), farba chlorokauczukowa (ściany powyżej poziomu posadzki)

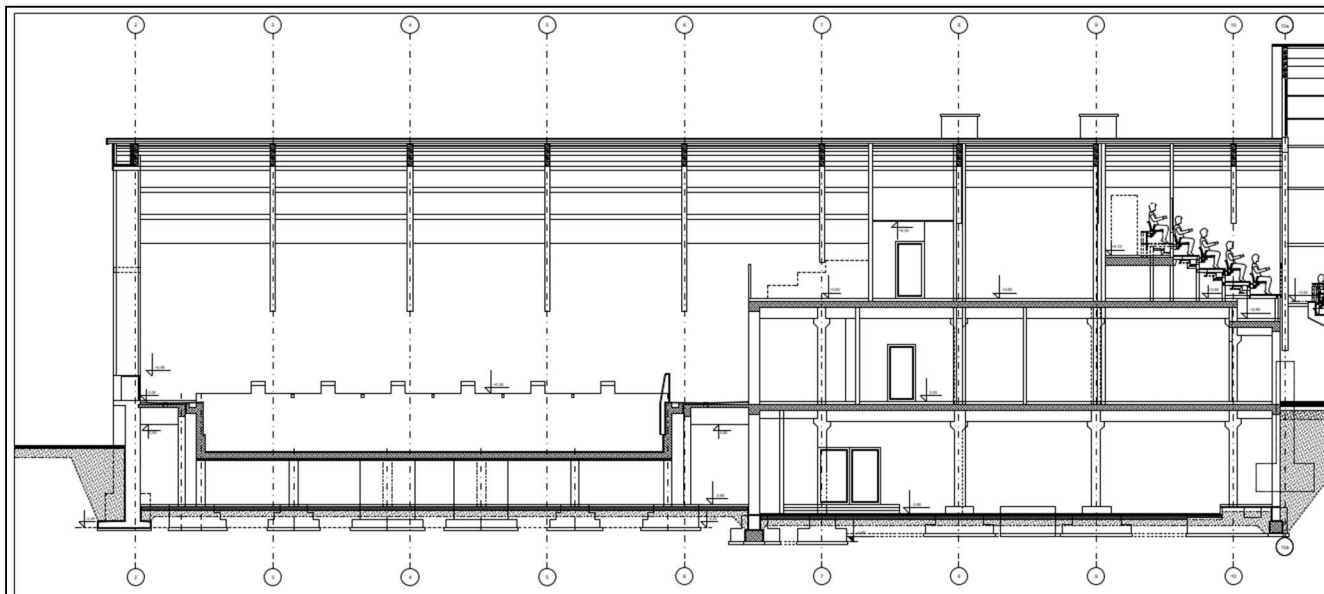
Zabezpieczenia antykorozyjne

- Drewno klejone i lite: dwukrotna impregnacja preparatem MELMIX lub INTROX S (bezbarwne), dodatkowo czoła wiązarów i płatwi malowane dwukrotnie emalią olejno-żywiczną ogólnego stosowania.

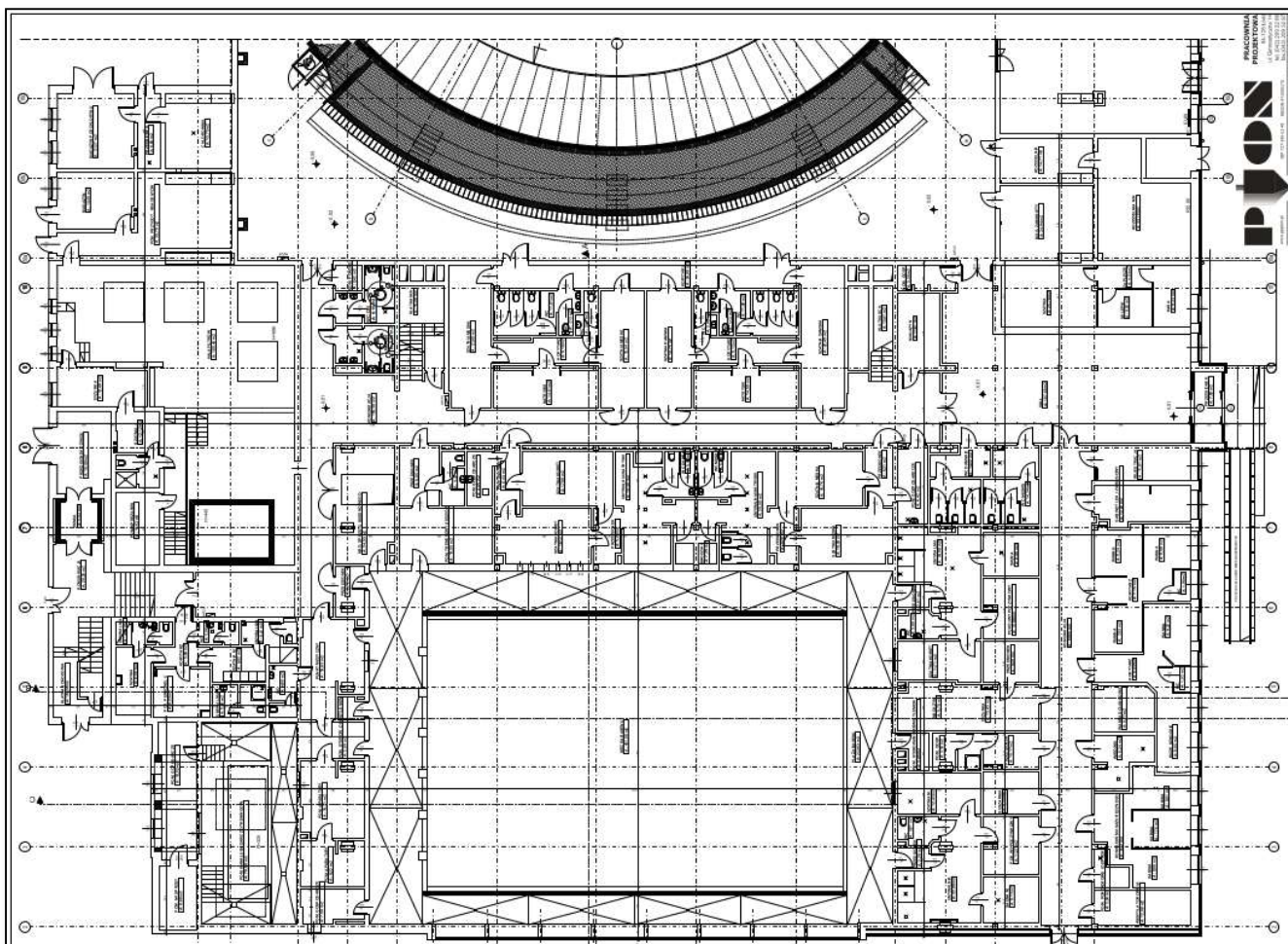


3. Przekrój poprzeczny budynku pływalni

Fot.



Fot. 4. Przekrój podłużny budynku pływalni



Fot. 5. Rzut parteru i układ funkcjonalny budynku pływalni

8 TRWAŁOŚĆ OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

8.1 Pojęcia trwałości

Każdy budynek i obiekt budowlany podlega stopniowej degradacji na skutek oddziaływania środowiska, w którym się znajduje. Jeszcze do niedawna zagadnienie trwałości było w procesie projektowania uwzględniane jedynie w ograniczonym zakresie. Koszty budowy i eksploatacji traktowano rozdzielnie, a nacisk kładziono przede wszystkim na zapewnienie bezpieczeństwa użytkownikom. Aspekt kosztów utrzymania obiektów budowlanych był w dużej mierze pomijany.

Dla właściciela budynku istotne jest jednak nie tylko zapewnienie odpowiednich warunków użytkowania, ale również minimalizacja kosztów związanych z jego utrzymaniem. Obecnie trwałość obiektów budowlanych zyskała na znaczeniu i jest traktowana z dużą powagą.

Koncepcja właściwości użytkowych, przyjęta przez Unię Europejską, umożliwia formułowanie nowych, bardziej kompleksowych wymagań wobec budynków. Ma ona bezpośredni wpływ również na kwestie trwałości. Zakłada się, że obiekt budowlany – zarówno jako całość, jak i jego poszczególne elementy – przez cały okres użytkowania powinien wykazywać określone właściwości użytkowe. Wynikają one z oczekiwań użytkownika, które muszą zostać spełnione, by obiekt mógł być uznany za funkcjonalny i efektywny. Należy przy tym rozróżniać pojęcia inwestora i użytkownika.

Pod pojęciem właściwości użytkowych rozumie się zdolność obiektu do odpowiedniego zachowania się w warunkach codziennej eksploatacji. W analizie trwałości posługujemy się pojęciem „okres użytkowania” (ang. *service life*), a nie „czas życia” (ang. *lifetime*), ponieważ granicą trwałości jest moment, w którym budynek lub jego część osiąga stan graniczny użytkowania – niekoniecznie związany z fizycznym zniszczeniem. Czasem wystarczającym powodem do uznania budynku za niespełniającego wymagań może być jego nieakceptowalna estetyka.

Trwałość jest zatem bezpośrednio powiązana z okresem użytkowania. Oznacza on czas, w którym budynek spełnia wymagania w zakresie właściwości użytkowych, a jego eksploatacja i ewentualne naprawy nie generują nadmiernych kosztów. Koszty utrzymania budynku mogą – w niektórych przypadkach – przewyższyć koszty jego budowy, dlatego optymalizacja wydatków wiąże się bezpośrednio z dbałością o trwałość obiektu.

Zakończenie okresu użytkowania nie musi oznaczać fizycznego zniszczenia budynku. Wystarczy, że przestanie on spełniać wymagania użytkowników. W takiej sytuacji właściciel, opierając się na analizach ekonomicznych, musi podjąć decyzję: rozbiórka czy modernizacja.

Zgodnie z dyrektywą Rady Wspólnot Europejskich 89/106/EEC [6], obiekty budowlane muszą spełniać podstawowe wymagania w zakresie:

- nośności i stateczności,
- bezpieczeństwa pożarowego,
- higieny, zdrowia i ochrony środowiska,
- bezpieczeństwa użytkowania,
- ochrony przed hałasem,
- oszczędności energii i izolacyjności termicznej.

Wymagania te powinny być spełnione przez cały **ekonomicznie uzasadniony okres użytkowania**, przy założeniu normalnej konserwacji. Kwestie trwałości zostały także uwzględnione w polskim **Prawie budowlanym**, w art. 5 ust. 1, co dodatkowo podkreśla ich wagę w nowoczesnym podejściu do projektowania i eksploatacji budynków.

8.2 Trwałość obiektu budowlanego i jego części

Powszechnie przyjmuje się, że podstawowe elementy konstrukcyjne budynku, decydujące o jego bezpieczeństwie, a także elementy niedostępne dla użytkownika, powinny zachowywać swoje właściwości użytkowe przez cały wymagany okres eksploatacji. Ich trwałość powinna być równa trwałości całego obiektu budowlanego.

Jednakże stosowanie tej samej zasady do wszystkich elementów budynku prowadziłoby do konieczności użycia wyłącznie materiałów o bardzo wysokiej trwałości, co wiązałoby się z istotnym wzrostem kosztów realizacji inwestycji. Dlatego przyjmuje się, że niektóre części obiektu lub poszczególne wyroby budowlane mogą mieć krótszą trwałość niż cały budynek i będą wymagały okresowej wymiany, naprawy lub konserwacji. Celem jest osiągnięcie optymalnego kompromisu między trwałością a racjonalnym poziomem kosztów budowy i eksploatacji.

W obrębie obiektu budowlanego możliwe jest wyodrębnienie jego części według pełnionej funkcji i narażenia na określone oddziaływania środowiskowe. Podobną klasyfikację można zastosować wobec wyrobów budowlanych, przypisując im konkretne role w funkcjonowaniu budynku lub jego segmentów – np. ściany nośne, przegrody wewnętrzne czy elementy instalacyjne.

W przypadkach, gdy istnieje techniczna możliwość utrzymania funkcji użytkowych danego elementu, o jego rzeczywistym okresie eksploatacji mogą decydować koszty związane z naprawą lub konserwacją. Wyjątek stanowią obiekty zabytkowe, w których względy historyczne i

Podział elementów budynku według trwałości

Z technicznego punktu widzenia elementy budynku można podzielić na trzy kategorie trwałości:

Kategoria I: elementy o krótszym okresie użytkowania niż cały budynek, przeznaczone do planowej wymiany:

- Dotyczy to w szczególności elementów instalacyjnych i mechanicznych (np. zaworów, filtrów, urządzeń), które muszą być wymieniane w określonych odstępach czasu, zanim dojdzie do ich awarii.
- Do tej grupy mogą należeć również elementy konstrukcyjne, których trwałość jest znacząco niższa od trwałości całego budynku, a ich długotrwała ochrona byłaby zbyt kosztowna – np. płyty korytkowe w halach przemysłowych, narażone na działanie agresywnych czynników środowiskowych.

W dokumentacji projektowej należy określić przewidywany termin wymiany tych elementów w celu zapewnienia ciągłości użytkowania obiektu.

Kategoria II: elementy o trwałości mniejszej niż trwałość całego budynku, lecz możliwe do utrzymania w wymaganym stanie dzięki regularnym działaniom konserwacyjnym:

- Należą do nich m.in. tynki zewnętrzne i wewnętrzne, stolarka okienna i drzwiowa, izolacje przeciwwodne oraz zabezpieczenia antykorozyjne.
- Elementy te mogą zachować swoje właściwości funkcjonalne pod warunkiem systematycznego wykonywania odpowiednich zabiegów ochronnych i naprawczych.

Kategoria III elementy krytyczne z punktu widzenia bezpieczeństwa konstrukcji, których uszkodzenie może spowodować poważne konsekwencje techniczne i wysokie koszty naprawy:

- Przykładowo: fundamenty, główne elementy nośne konstrukcji.
- Ich trwałość powinna być równa trwałości całego obiektu, ponieważ ich wymiana jest nieopłacalna lub technicznie niemożliwa.

Zastosowanie klasyfikacji w procesie projektowym

Zaszeregowanie poszczególnych elementów budynku do odpowiednich kategorii trwałościowych oraz określenie planowanego okresu ich użytkowania powinno nastąpić na etapie opracowywania założeń projektowych. Informacje te powinny stanowić integralną część dokumentacji projektowej.

Zabiegi konserwacyjne i planowe naprawy

W ramach utrzymania obiektu należy przewidzieć zarówno bieżące drobne naprawy (np. lokalna wymiana elementów instalacyjnych), jak i planowe działania konserwacyjne lub renowacyjne. Działania te są niezbędne do zachowania wymaganych właściwości użytkowych i powinny być ujęte w programie eksploatacji budynku estetyczne mogą mieć priorytet nad rachunkiem ekonomicznym.

Kategoria	Opis	Okres użytkowania	Przykłady
I	naprawy doraźne	Czynności ograniczone do przywrócenia elementowi (po wystąpieniu uszkodzenia) zdolności do spełniania założonych funkcji	wymiana uszkodzonych zaworów w instalacji, uzupełnianie szyb w oknach
II	naprawy planowe	zabiegi konserwacyjne prowadzone w z góry ustalonych odstępach czasu, określonym zakresie, z założoną regularnością itp.	malowanie co 5 lat zewnętrznej powierzchni odnawianie co 5 lat powłoki odbijającej promienie słoneczne na pokryciu dachowym
III	zabiegi związane z warunkami użytkowania	wykonanie prac wynikających z wiedzy o sanie elementów (na podstawie wyników badań)	okresowe badania zabytkowych kościołów, stanowiące podstawę do planowania zakresu prac remontowych

8.3 Czynniki działające na obiekt budowlany i jego części

Obiekty budowlane, jak również ich poszczególne elementy, poddawane są działaniu wielu czynników środowiskowych i użytkowych, które w sposób istotny wpływają na ich stan techniczny, właściwości użytkowe oraz trwałość eksploatacyjną. Do podstawowych czynników należą m.in. oddziaływania mechaniczne, termiczne, chemiczne, biologiczne oraz elektromagnetyczne.

Zmiany zachodzące pod wpływem wymienionych czynników mogą prowadzić do: degradacji materiałowej, zawilgocenia, odkształceń sprężystych i trwałych, a także do zmian geometrycznych elementów konstrukcyjnych. Skala i charakter degradacji uzależnione są od rodzaju i parametrów materiałów zastosowanych w danym obiekcie, a także od specyfiki i intensywności oddziaływań środowiskowych.

W procesie oceny trwałości konstrukcji budowlanych należy uwzględniać zarówno oddziaływania bezpośrednie, jak i pośrednie, wynikające z pracy konstrukcji, a także interakcje między materiałami budowlanymi o różnych właściwościach fizykochemicznych. Szczególne znaczenie mają tu lokalne warunki środowiskowe, projektowe oraz eksploatacyjne, które determinują zakres i intensywność czynników oddziałujących.

Rodzaj, zakres i wartości oddziaływań muszą być ustalane indywidualnie w odniesieniu do konkretnego obiektu, z uwzględnieniem:

Zgodnie z postanowieniami normy EN 1992-1-1 (EC2), trwałość konstrukcji żelbetowych powinna być oceniana również z uwzględnieniem zmian zachodzących w czasie eksploatacji, takich jak: zarysowania, odkształcenia pełzaniowe, skurcz betonu czy migracja wilgoci.

Zależność oddziaływań od lokalizacji elementu

Charakterystyka i intensywność oddziaływań na elementy konstrukcyjne są zróżnicowane w zależności od ich lokalizacji i funkcji:

- fundamenty oraz elementy stykające się z gruntem — podlegają wpływowi środowiska gruntowego i wód gruntowych,
- elementy zewnętrzne (ściany zewnętrzne, stropodachy, zadaszenia) — narażone na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych,
- elementy wewnętrzne (ściany działowe, stropy wewnętrzne) — oddziaływania wynikające z mikroklimatu wnętrza oraz użytkowania pomieszczeń.

W konstrukcjach z materiałów podatnych na degradację biologiczną (np. drewno), w szczególności w środowiskach o podwyższonej wilgotności, należy obligatoryjnie uwzględniać czynniki biologiczne (działanie grzybów, pleśni, owadów technicznych). W konstrukcjach podziemnych istotne mogą być również oddziaływania korzeni roślin.

Czynniki oddziałujące na obiekt budowlany lub jego część

Pochodzenie	Czynnik
Grunt	<ul style="list-style-type: none">– wody gruntowe– agresywne związki chemiczne– ruch cieczy (współczynnik filtracji)– odparowanie z powierzchni– zanieczyszczenie– ciśnienie– wody
Atmosfera zewnętrzna	<ul style="list-style-type: none">– temperatura– zmiany temperatury– wilgotność powietrza mgła– agresywne gazy i pyły opady atmosferyczne– promieniowanie– zamrażanie i odmrażanie– mgła solna– czynniki powodujące ścieranie czynniki powodujące kawitację
Środowisko wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none">– temperatura– szoki termiczne– wilgotność powietrza– kondensacja pary wodnej– agresywne gazy, pyły i aerozole powstające w wyniku użytkowania cieczy produkcyjne– składowane ciała stałe– czynniki powodujące ścieranie
Środowisko biologiczne	<ul style="list-style-type: none">– mikroorganizmy insekty– inne zwierzęta– rośliny
Oddziaływania mechaniczne	<ul style="list-style-type: none">– odkształcenia (zarysowanie)– odkształcenia wymuszone– obciążenia użytkowe
Inne	<ul style="list-style-type: none">– niedostosowanie materiałów

8.4 Wymagany okres użytkowania

Podstawą do projektowania budynków i obiektów budowlanych jest założenie właściwego czasu użytkowania, zgodnego z wymaganiami użytkownika. Okres ten powinien być ustalany przez inwestora w porozumieniu z projektantem i dotyczyć zarówno budynku, jak i jego części.

W przypadku gdy inwestor nie przedstawi własnych oczekiwań w tym zakresie, wymagany okres użytkowania budynku (lub jego części) może być ustalany na podstawie odpowiednich przepisów dotyczących trwałości, o ile takie istnieją. Orientacyjne wymagane okresy użytkowania podano w tablicy poniżej

Wymagany okres użytkowania budynków

Kategoria	Opis	Okres użytkowania, lat	Przykłady
1	budynki tymczasowe	do 10	tymczasowe obiekty na placu budowy, budynki mieszczące okresowe wystawy
2	budynki o malej trwałości	min.10	budynki przemysłowe dla krótkotrwałych procesów produkcyjnych, tymczasowe magazyny i składowiska
3	budynki o średniej trwałości	min.30	większość budynków przemysłowych, budynki remontowane
4	budynki o normalnej trwałości	min.70	nowe budynki dla służby zdrowia i mieszkalne oraz monumentalne obiekty publiczne
5	budynki i obiekty budowlane o dużej trwałości	min.120	budowle inżynierskie i inne budynki monumentalne spełniające ważną rolę społeczną

Przedmiotowy budynek hali basenowej należy zaliczyć do 3-ciej kategorii, gdzie okres użytkowania eksploatacyjnego wynosi minimum 30 lat.

8.5 Przewidywany okres użytkowania

W procesie projektowania budynku o wymaganej trwałości kluczowe znaczenie ma wiedza na temat trwałości wyrobów budowlanych, z których ma on zostać wykonany. Należy przy tym pamiętać, że w przypadku wyrobów budowlanych nie istnieje pojęcie trwałości absolutnej. Zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, obiekty, w których dane wyroby zostaną zastosowane, muszą spełniać określone wymagania w zakresie właściwości użytkowych. Choć wymagania te nie odnoszą się bezpośrednio do samych wyrobów, to powinny one zapewniać prawidłowe funkcjonowanie obiektu budowlanego lub jego części przez cały zakładany okres użytkowania.

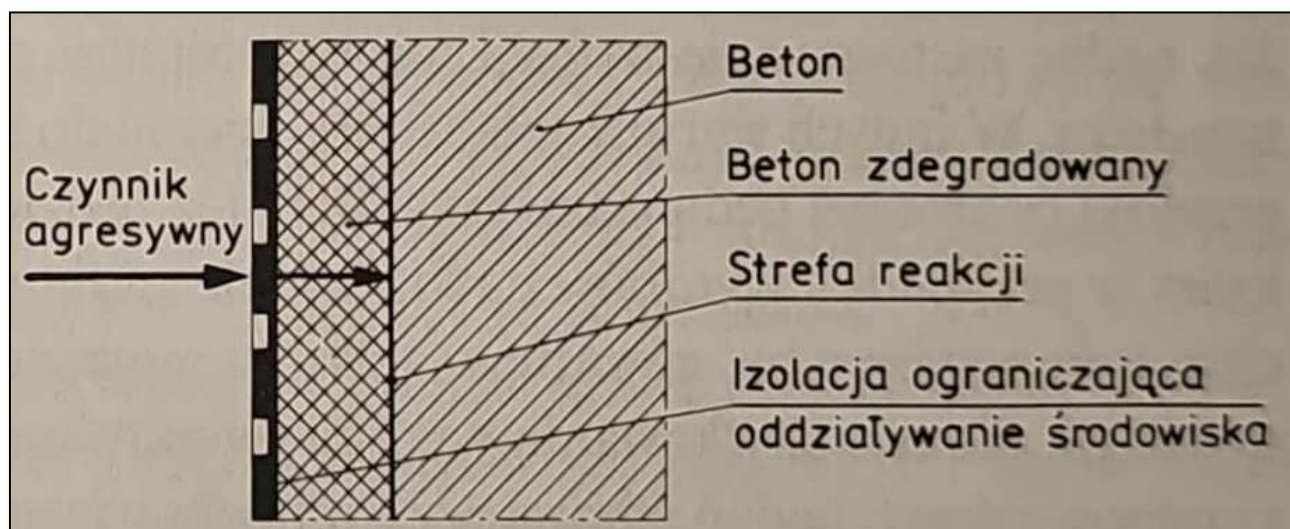
Właściwości użytkowe mogą być opisane jedną lub kilkoma cechami fizycznymi lub technicznymi materiału. Postępująca degradacja materiału, prowadząca do pogorszenia tych cech, wpływa bezpośrednio na obniżenie jakości użytkowej elementów budowlanych. Pogorszenie to może następować w określonych granicach, których przekroczenie powoduje, że wyrób przestaje spełniać swoją funkcję w danym zastosowaniu.

Przewidywany okres użytkowania wyrobu określa się na podstawie jego wpływu na właściwości użytkowe obiektu budowlanego w konkretnych warunkach eksploatacyjnych. Okres ten może być również ustalony na podstawie wyników badań laboratoryjnych – dostarczonych przez producenta lub zawartych w odpowiednich dokumentach technicznych (np. aprobacie technicznej).

Trwałość wyrobu zależna od warunków środowiskowych

Trwałość wyrobów budowlanych musi być zawsze rozpatrywana w kontekście ich konkretnego zastosowania oraz wpływu warunków środowiskowych. Przykładowo, projektując konstrukcję żelbetową narażoną na agresywne środowisko chemiczne, konieczne jest zastosowanie powłoki ochronnej zapobiegającej przenikaniu szkodliwych substancji do betonu. Powłoka ta musi spełniać określone wymagania techniczne, w szczególności dotyczące szczelności oraz odporności na degradację w czasie.

Degradacja materiału powłokowego prowadzi do obniżenia jego szczelności, co z kolei umożliwia wnikanie agresywnych związków do otuliny zbrojenia. Jeżeli właściwości ochronne powłoki spadną poniżej poziomu dopuszczalnego przed końcem zakładanego okresu użytkowania konstrukcji, konieczne będą działania konserwacyjne. Brak odpowiedniej konserwacji może doprowadzić do skrócenia trwałości całego elementu konstrukcyjnego.



Fot. 6. Wpływ izolacji na trwałość konstrukcji

Rozpatrzmy to na przykładzie degradacji konstrukcji żelbetowej. W środowisku agresywnym niezabezpieczona izolacją konstrukcja bardzo szybko ulegnie zniszczeniu. Zastosowanie środków ochrony powierzchniowej znacznie wydłuża okres użytkowania konstrukcji. Powłoka ochronna powinna się charakteryzować odpowiednią szczelnością, która jednak będzie malała wraz z postępującą degradacją. Najczęściej obniżenie właściwości ochronnych powłoki poniżej wartości dopuszczalnej następuje w czasie krótszym niż założony okres użytkowania konstrukcji. Dlatego też powłoka będzie wymagała co pewien czas konserwacji. Jeżeli z powodu zaniedbań lub braku konserwacji właściwości ochronne izolacji będą ulegały obniżeniu poniżej dopuszczalnego poziomu, to okres użytkowania konstrukcji może ulec skróceniu.

8.6 Projektowany okres użytkowania

Projektowany okres użytkowania obiektu lub jego części jest ustalany przez projektanta na podstawie danych dotyczących przewidywanego okresu użytkowania zastosowanych wyrobów budowlanych. Przy jego określaniu uwzględnia się również jakość wykonania robót oraz potencjalne skutki, jakie mogłoby nieść zniszczenie poszczególnych elementów dla całego obiektu.

W przypadku całego budynku lub obiektu budowlanego projektowany okres użytkowania powinien co do zasady być równy okresowi wymaganemu. Jednak w uzasadnionych przypadkach – z uwzględnieniem charakterystyki obiektu i oddziaływań na jego poszczególne części – dopuszcza się odstępstwa od wartości podanych przez producentów lub zawartych w aprobatkach technicznych. W takich sytuacjach stosuje się odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa.

Generalne zasady ustalania projektowanego okresu użytkowania są następujące:

- Nie powinien być krótszy niż wymagany okres użytkowania całego obiektu lub jego części.
- Powinien być krótszy od przewidywanego okresu użytkowania danego wyrobu, zwłaszcza w odniesieniu do tych elementów, których uszkodzenie może prowadzić do awarii całej konstrukcji. Przykładowo, projektowany okres użytkowania pokrycia dachowego powinien być krótszy niż okres użytkowania łączników służących do jego mocowania.

Projektowanie z uwzględnieniem trwałości obejmuje:

- określenie wymaganego okresu użytkowania obiektu budowlanego i jego części,
- wybór wyrobów budowlanych o znanym przewidywanym okresie użytkowania,
- ustalenie projektowanego okresu użytkowania obiektu i jego poszczególnych elementów.

Na etapie opracowywania założeń technicznych niezbędne jest ustalenie wymaganego okresu użytkowania zarówno dla całego obiektu, jak i jego kluczowych części. Projektant powinien również, w porozumieniu z inwestorem, określić:

- oczekiwany poziom utrzymania i sposób użytkowania obiektu,
- czynniki ekonomiczne mające wpływ na wybór materiałów,
- dopuszczalne zmiany w wyglądzie i funkcjonalności poszczególnych elementów.

Rzetelność i precyzja ustaleń podjętych w początkowej fazie projektowania mają kluczowe znaczenie dla dalszego przebiegu prac projektowych i wykonawczych. W ramach tych ustaleń należy:

- określić okres użytkowania całego obiektu lub jego części, w tym cykle remontowe i planowane wymiany elementów,

- określić poziom utrzymania dla części obiektu, materiałów i wyrobów,
- sprecyzować warunki środowiskowe i inne czynniki zewnętrzne, które będą oddziaływać na konstrukcję,
- zdefiniować funkcje, jakie mają pełnić poszczególne części obiektu oraz zakres dopuszczalnych zmian tych funkcji w czasie użytkowania (np. wymagania cieplne dla ścian zewnętrznych i ich ewentualne modyfikacje w przyszłości).

Na tej podstawie projektant powinien zebrać informacje o przewidywanym okresie użytkowania materiałów i wyrobów planowanych do zastosowania. Projektowany okres użytkowania obiektu oraz jego elementów powinien wynikać z tych danych, przy jednoczesnym uwzględnieniu:

- wymagań inwestora,
- warunków realizacji budowy,
- jakości wykonawstwa,
- oraz oczekiwanego poziomu utrzymania obiektu po oddaniu do użytkowania.

Projektowany czas użytkowania konstrukcji zależy także od:

- wzajemnego oddziaływania zastosowanych materiałów i wyrobów,
- oraz zastosowania współczynników bezpieczeństwa, których wielkość uzależniona jest m.in. od ryzyka związanego z uszkodzeniem danego elementu.

Konsekwencje zniszczenia części budynku

Kategoria	Konsekwencje powstałych zniszczeń	Przykłady
I/A	zagrożenie życia	nagłe zniszczenie konstrukcji, odpadnięcie części elementu
I/B	ryzyko zranienia	uszkodzenie krawędzi stopnia schodów
I/C	niebezpieczeństwo dla zdrowia	zawilgocenie, przemarzanie
I/D	możliwość zanieczyszczenia środowiska	uszkodzenie izolacji pod posadzką, w zbiorniku
II/A	kosztowna naprawa	konieczność stosowania rozbudowanych rusztowań
II/B	kosztowna naprawa z uwagi na częstotliwość	wymiana osprzętu drzwi
II/C	przerwa w użytkowaniu	wymiana tynków izolacji ochronnych
III	obniżenie poczucia bezpieczeństwa	ugięcia, zarysowanie, uszkodzenie drzwi wejściowych
IV	mało odczuwalne	malowanie

Podczas ustaleń trzeba wprowadzić pewien zapas bezpieczeństwa w przewidywanym okresie użytkowania części budynku lub wyrobu, w zależności od konsekwencji wynikających z ich zniszczenia. Dotyczy to zwłaszcza przypadków, gdy degradacja jakiegoś elementu może powodować zagrożenie dla ludzi, lub gdy naprawa związana jest z wysokimi nakładami finansowymi.

Jeżeli zniszczenie części obiektu budowlanego może być groźne dla życia lub zdrowia ludzi (albo przyczynić się do destrukcji lub utraty stateczności konstrukcji), to wymiana tej części powinna być dokonana, zanim wystąpi awaria. Trzeba wówczas odpowiednio skrócić projektowany okres użytkowania.

9 TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH

9.1 Degradacja konstrukcji żelbetowych i ochrona zbrojenia

Prawidłowo wykonane konstrukcje żelbetowe cechują się dużą trwałością, jednak również one ulegają stopniowej degradacji na skutek oddziaływania szkodliwych czynników zewnętrznych (środowiskowych), jak i tych wynikających z pracy samej konstrukcji. Do zniszczenia może dojść wskutek korozji zbrojenia lub betonu – nierzadko oba te procesy zachodzą jednocześnie. W praktyce, szczególnie w środowiskach gazowych, najczęstszą przyczyną uszkodzeń konstrukcji jest korozja zbrojenia. Inne mechanizmy degradacji również mogą występować, jednak mają mniejsze znaczenie praktyczne.

Zbrojenie w konstrukcjach żelbetowych najlepiej chroni beton – zapewnia on długotrwałą ochronę przed korozją, pod warunkiem że został wykonany zgodnie z wymaganiami jakościowymi, takimi jak odpowiednia szczelność otuliny i właściwie dobrane składniki mieszanki betonowej. W większości środowisk taka konstrukcja skutecznie zabezpiecza stal przez cały okres użytkowania.

Ciecz znajdująca się w porach betonu ma odczyn zasadowy ($\text{pH} > 12,6$), co sprzyja tworzeniu się na powierzchni stali warstwy pasywnej, chroniącej ją przed korozją. Proces korozji może rozpocząć się dopiero wówczas, gdy betonowa otulina utraci swoje właściwości ochronne. Najczęściej dzieje się tak w wyniku karbonatyzacji, czyli reakcji dwutlenku węgla z powietrza z wodorotlenkami zawartymi w cemencie, co prowadzi do obniżenia pH do poziomu około 11,8 – wartość ta powoduje rozpad warstw pasywnych i umożliwia rozwój korozji. Podobne zjawisko może wywołać działanie innych kwaśnych gazów, jednak to karbonatyzacja odgrywa najważniejszą rolę ze względu na wysokie stężenie CO_2 w powietrzu.

Innym czynnikiem inicjującym korozję zbrojenia jest penetracja chlorków przez otulinę betonową. Po dotarciu do powierzchni stali chlorki niszczą warstwy pasywne, co prowadzi do korozji, nawet jeśli beton nie uległ jeszcze zubożeniu. Ponadto uszkodzenia mechaniczne lub wcześniejsze procesy degradacji betonu mogą ułatwiać wnikanie agresywnych substancji w głąb konstrukcji.

Etapy degradacji konstrukcji żelbetowej

W przebiegu degradacji konstrukcji żelbetowej – od jej wykonania do momentu zniszczenia – można wyróżnić pewne stadia.

1. **Etap inicjacji** – zbrojenie pozostaje chronione przez beton i nie ulega degradacji.
2. **Etap propagacji** – beton traci właściwości ochronne, a stal zaczyna korodować.

Jednak z praktycznego punktu widzenia, lepsze zrozumienie procesu niszczenia umożliwi podział na **trzy etapy**

1. **Etap I – zubożenie lub skażenie otuliny:**

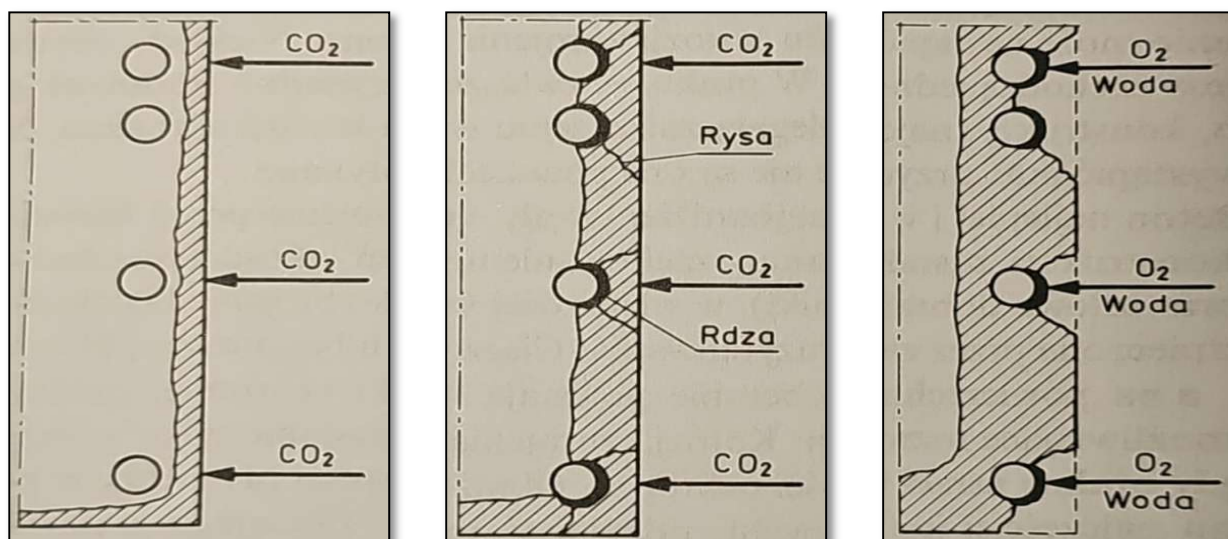
Betonowa otulina ulega karbonatyzacji lub zanieczyszczeniu agresywnymi substancjami. Może też wystąpić jej korozja. Etap ten trwa najdłużej – nawet wiele lat.

2. Etap II – korozja zbrojenia i uszkodzenia otuliny:

Po utracie właściwości ochronnych przez otulinę, stal zaczyna korodować. Produkty korozji mają większą objętość niż stal, co powoduje naprężenia, pękanie i odpadanie betonu. Zbrojenie zostaje odsłonięte.

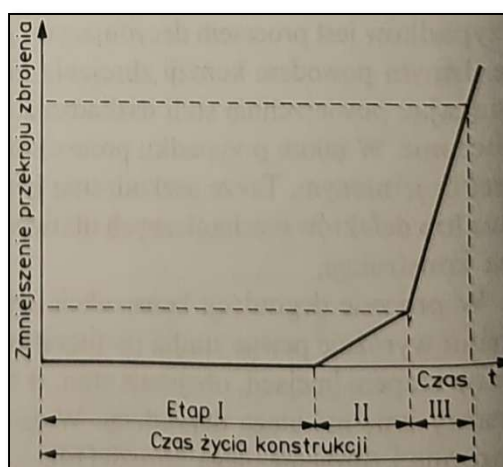
3. Etap III – zaawansowana korozja zbrojenia:

Odsłonięta stal intensywnie koroduje, prowadząc do spadku nośności konstrukcji aż do osiągnięcia jej stanu granicznego. Czas trwania tego etapu, czyli czas życia konstrukcji jest trudny do precyzyjnego określenia, ponieważ zależy od wielu zmiennych środowiskowych i technologicznych.



Fot. 7. Etapy niszczenia żelbetu w wyniku oddziaływania środowiska

W etapie pierwszym zbrojenie nie ulega zniszczeniu. Jego długość zależy głównie od tempa zubożniania betonu lub przenikania substancji agresywnych. W drugim etapie, nawet niewielkie uszkodzenia stali powodują powstawanie rys wzdłuż prętów zbrojeniowych. Czas trwania tego stadium zależy od jakości betonu, warunków środowiskowych oraz podatności konstrukcji na zawilgocenie. Jeśli beton ulegnie zawilgoceniu, korozja może postępować znacznie szybciej. Trzeci etap jest najtrudniejszy do oceny. W tym stadium może dojść do tak znacznego uszkodzenia zbrojenia, że konstrukcja osiągnie stan graniczny nośności. W praktyce nie wolno dopuścić do tego etapu podczas użytkowania obiektu – dlatego tak ważne jest monitorowanie i odpowiednie utrzymanie konstrukcji żelbetowych.



Fot. 8. Niszczenie zbrojenia w poszczególnych etapach czasu życia konstrukcji

9.2 Okres użytkowania konstrukcji

Definicja trwałości konstrukcji betonowych została określona w normie europejskiej ENV 1992-1-1 (EC 2-1-1). Zgodnie z jej zapisami, konstrukcję uznaje się za trwałą, jeżeli przez zakładany okres eksploatacji spełnia swoje funkcje pod względem użytkowości, nośności i stateczności, bez wyraźnego pogorszenia właściwości użytkowych oraz bez konieczności ponoszenia nieprzewidzianych kosztów utrzymania.

Trwałość konstrukcji żelbetowej jest bezpośrednio powiązana z założonym okresem użytkowania, który różni się od całkowitego czasu życia konstrukcji. Okres użytkowania odnosi się bowiem do osiągnięcia stanu granicznego użytkowości, a nie stanu granicznego nośności. Definiują go dwa główne warunki:

- zachowanie wymaganych właściwości użytkowych przez cały okres eksploatacji, bez ich degradacji poniżej dopuszczalnego poziomu,
- utrzymanie konstrukcji na odpowiednim poziomie użytkowym bez nadmiernych kosztów konserwacji.

Procesy degradacyjne

Kluczowym czynnikiem prowadzącym do degradacji konstrukcji żelbetowej jest transport masy – przede wszystkim wody oraz zawartych w niej związków chemicznych. Dotyczy to zarówno substancji obecnych w betonie już na etapie jego wytworzenia, jak i tych, które przedostają się z otoczenia. W wyniku zjawisk fizycznych, chemicznych, biologicznych, a także elektrochemicznej korozji zbrojenia, następuje stopniowe pogarszanie właściwości użytkowych konstrukcji.

Bezpośrednio po wykonaniu – przy spełnieniu normowych wymagań i odpowiedniej jakości robót – konstrukcja posiada pełne właściwości użytkowe. Z czasem, w wyniku zachodzących procesów, mogą wystąpić zmiany wpływające na nośność, sztywność, estetykę, a co za tym idzie – także bezpieczeństwo użytkowania. **Przekroczenie dopuszczalnego poziomu degradacji oznacza koniec okresu użytkowania.**

Decyzje po okresie użytkowania

Po zakończeniu projektowanego okresu użytkowania właściciel konstrukcji powinien przeprowadzić analizę, na podstawie której zostanie podjęta decyzja o rozbiórce lub remoncie, mającym na celu przywrócenie pierwotnych właściwości użytkowych. W dużym stopniu o takiej decyzji decydują względy ekonomiczne – czyli koszt przywrócenia konstrukcji do stanu początkowego. Zazwyczaj okres użytkowania jest krótszy niż rzeczywisty czas życia konstrukcji.

Sposoby zapewnienia wymaganej trwałości:

- Wysoka jakość początkowa konstrukcji.
- Regularne i zaplanowane remonty.

Możliwe podejścia projektowe:

- konstrukcja jest zaprojektowana tak, aby odpowiednia grubość i szczelność otuliny zapewniały ochronę zbrojenia przez cały okres użytkowania, bez potrzeby dodatkowej konserwacji,
- zastosowano cieńszą lub mniej szczelną otulinę – w takim przypadku wymagane są dodatkowe zabezpieczenia powierzchniowe,
- dopuszcza się lokalne uszkodzenia betonu i początkową korozję zbrojenia, przy czym planowane są okresowe naprawy,

- zakłada się możliwość uszkodzenia nie tylko otuliny, ale również zbrojenia – w takim przypadku konieczne mogą być gruntowne remonty lub wymiana fragmentów konstrukcji.

Projektowanie konstrukcji pod kątem trwałości

Elementy betonowe powinny być zaprojektowane tak, aby przez cały przewidywany okres użytkowania nie doszło do korozji zbrojenia. Można to osiągnąć poprzez:

- właściwy dobór składu betonu,
- wysoką jakość wykonania i pielęgnacji,
- odpowiednią grubość otuliny,
- stosowanie dodatkowych zabezpieczeń w środowiskach agresywnych chemicznie.

Przewidywanie trwałości konstrukcji znajdującej się w II etapie degradacji (zaawansowana korozja) jest trudne. W przypadku istniejących obiektów może być bardziej opłacalne pozostawienie konstrukcji do końca jej życia bez interwencji, zamiast podejmowania kosztownych i niepewnych napraw. Brakuje jednak skutecznych metod oceny szybkości korozji w tym stadium.

Pomimo braku jednoznacznych regulacji, normy takie jak ENV 206 oraz przepisy obowiązujące w Polsce domyślnie przyjmują okres użytkowania konstrukcji betonowych na 50 lat.

Zgodnie z ENV 1991-1 proponuje się zróżnicowanie okresów użytkowania konstrukcji w zależności od ich klasy. Należy przy tym pamiętać, że okres użytkowania konstrukcji budowlanych zazwyczaj odpowiada okresowi użytkowania całych obiektów – z wyjątkiem elementów wymiennych, które mogą być zastępowane w trakcie eksploatacji.

Klasyfikacja okresu użytkowania konstrukcji

Klasa	Wymagany projektowany okres użytkowania, (lat)	Przykład
1	1-5	konstrukcje tymczasowe
2	25	wymienialne części konstrukcji, np. łożyska
3	50	konstrukcje budowlane
4	100	konstrukcje budynków monumentalnych, mosty i inne obiekty inżynierskie

10 ANALIZA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ NIECKI BASENOWEJ

10.1 Warunki gruntowo-wodne

Teren Centralnego Ośrodka Sportu w Spale położony jest morfologicznie na wyżynie tarasu akumulacyjnego w dolinie rzeki Gać. W podłożu występują głównie drobne piaski czwartorzędowe, a na większych głębokościach — piaski średnie, grube oraz pospółki. W trakcie prac wiertniczych stwierdzono obecność jednego swobodnego poziomu wód gruntowych, nachylonego około 6% w kierunku ujścia rzeki Gać do Pilicy. Poziom wody gruntowej w rejonie zlokalizowanego budynku basenu wynosi około 154,80 m n.p. Wisły. Przeprowadzone badania próbek wody wskazały na jej słabo agresywny do agresywnego wpływ na beton ($\text{pH} = 7,0$).

10.2 Opis konstrukcji basenu

Basen kąpielowy zaprojektowano w sposób umożliwiający dostęp kontrolny do niecki od spodu. Niecka opiera się na prefabrykowanych ryglach żelbetowych, podpartych słupami. Wewnętrzne wymiary basenu wynoszą:

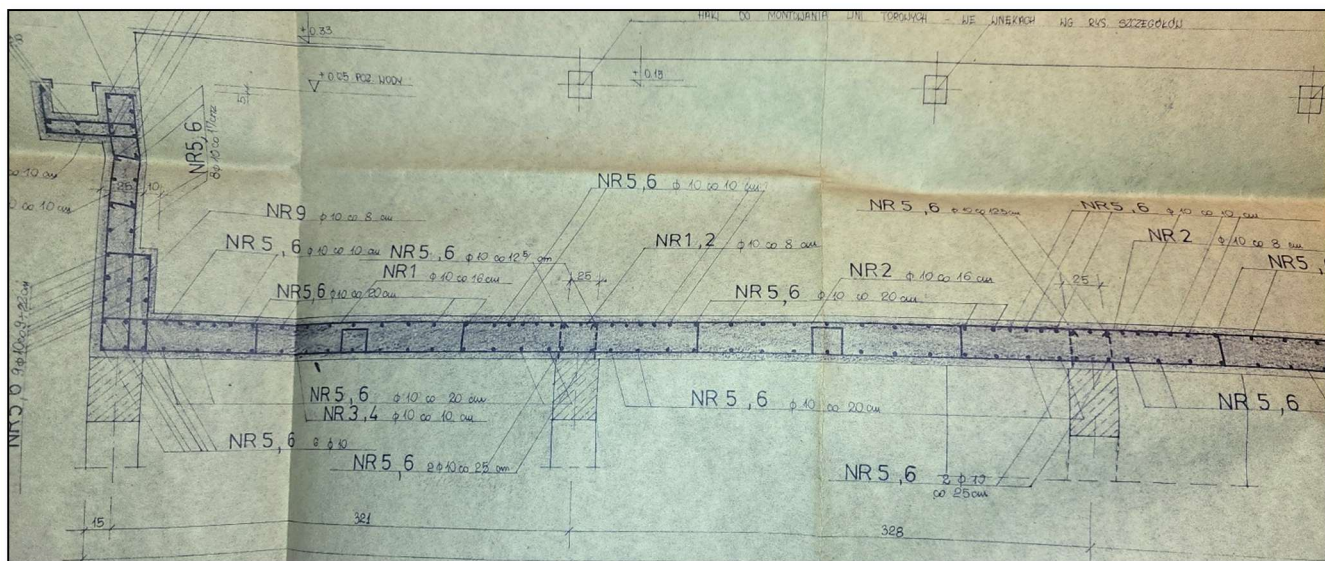
- długość: 25,06 m
- szerokość: 16,06 m
- głębokość: od 1,63 m do 1,86 m

Nieckę wykonano z betonu klasy B-25 zbrojonego stalą klasy A-0. Grubość dna wynosi 30 cm, a grubość ścian bocznych to:

- 25 cm (od poziomu -1,20 m)
- 35 cm (poniżej tego poziomu)

Zastosowano beton wodoszczelny klasy B-25 W6.

Niecka basenu opiera się jednokierunkowo na prefabrykowanych ryglach o długości ok. 4,2 m, rozmieszczonych co ok. 3,2 m, tworzących układ uźebrowanych płyt dennych. Rygle są powiązane z płytą denną za pomocą prętów zbrojeniowych, co zabezpiecza przed rozwarstwieniem betonu w strefie ich połączenia. Przekrój prefabrykowanego rygla wynosi 30×40 cm. Rygle są połączone na podporach za pomocą blach o grubości 10 mm, do których przyspawane są okucia.



Fot. 9. Schemat zbrojenia niecki basenu. Dokumentacja archiwalna. (fot. Rafał Fit)

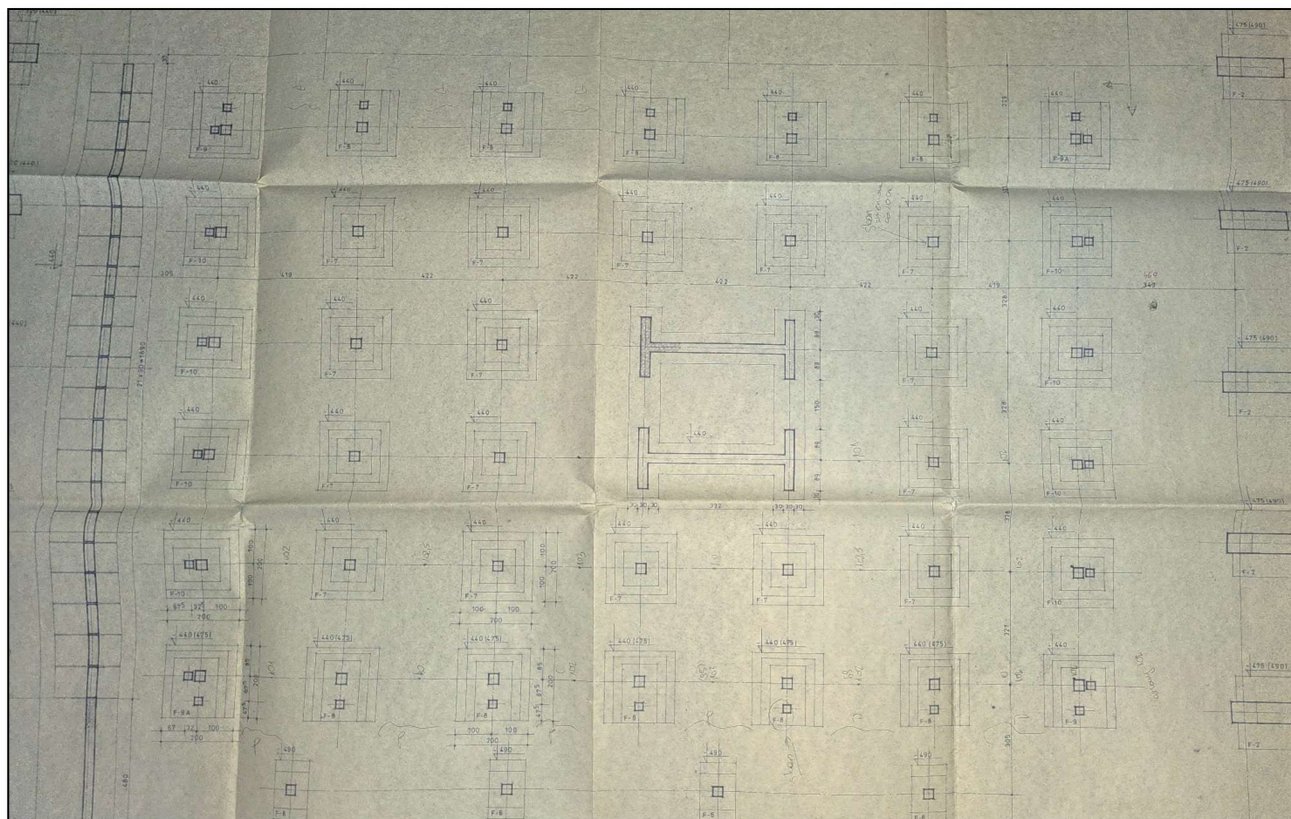
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
rafal.fit@ekspertyzybud.pl
M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
M: 698 870 381

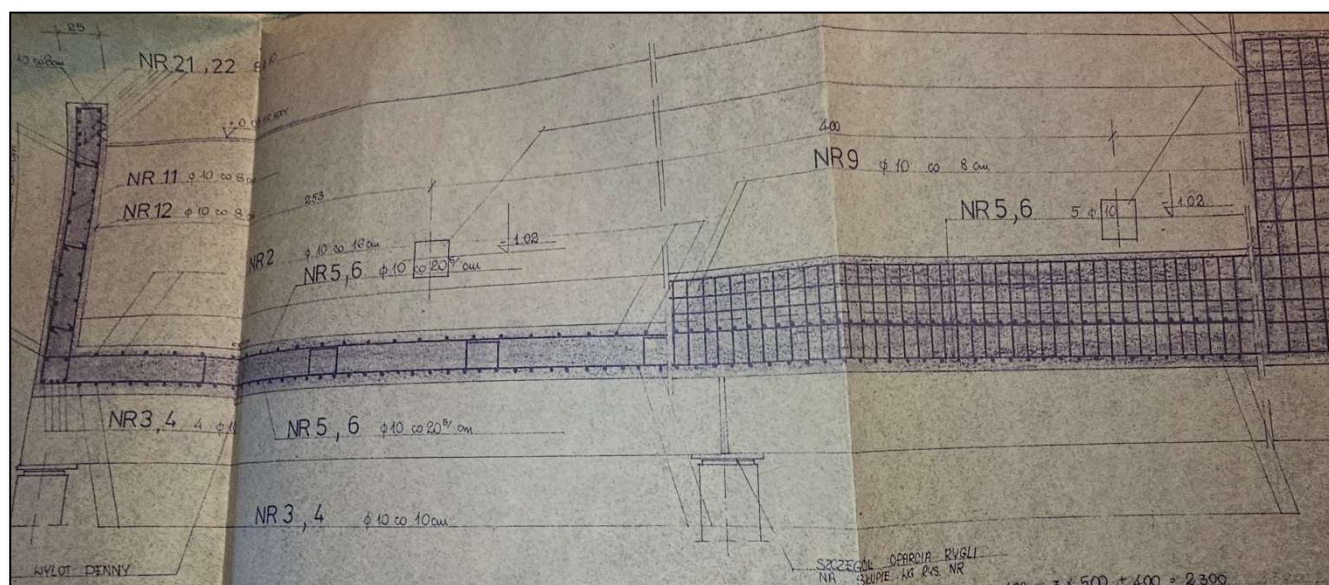
Podporami dla rygli są prefabrykowane słupy żelbetowe o przekroju 30×30 cm. Zarówno słupy, jak i rygle wykonano z betonu klasy B-20 zbrojonego stalą A-II i A-0.

Środkowa część konstrukcji wsporczej została zaprojektowana jako monolityczny trzon żelbetowy z betonu klasy B-15 i stali A-0, który zastępuje układ rygli i słupów w tej strefie. Trzon pełni funkcję punktu stałego, ograniczającego termiczne odkształcenia niecki basenu w sposób symetryczny.



Fot. 10. Schemat geometryczny podparcia niecki basenowej – dokumentacja archiwalna. (fot. Rafał Fit)

W projekcie przewidziano możliwość przesuwu rygli na głowicach słupów. Płaszczyznę poślizgu stanowi grafitowy proszek ułożony na stalowych okucich słupów, po których przesuwają się również okute rygle.



Fot. 11. Schemat podparcia niecki basenowej za pomocą zespolonych rygli z płytą żelbetową. Dokumentacja archiwalna. (fot. Rafał Fit)

Słupy basenu zamocowano w monolitycznych stopach żelbetowych, zaprojektowanych według dokumentacji z 1986 r., wykonanych z betonu klasy B-15 i zbrojonych stalą A-0.

Zabezpieczenie antykorozyjne

Wykończenie niecki stanowi okładzina z płytek ceramicznych szkliwionych o grubości 10 mm, ułożonych na 3-milimetrowej warstwie kitu epoksydowego, który znajduje się na laminacie epoksydowym o grubości 3 mm.

Elementy stalowe (słupy i rygle) zostały zabezpieczone antykorozyjnie poprzez:

- dwukrotne malowanie farbą olejną gruntującą typu minia,
- dwukrotne malowanie farbą olejno-żywiczną ogólnego stosowania.

Elementy żelbetowe znajdujące się poniżej poziomu terenu zabezpieczono dwoma warstwami powłok hydroizolacyjnych typu Abizol R + P.

10.3 Badanie konstrukcji żelbetowej niecki basenowej

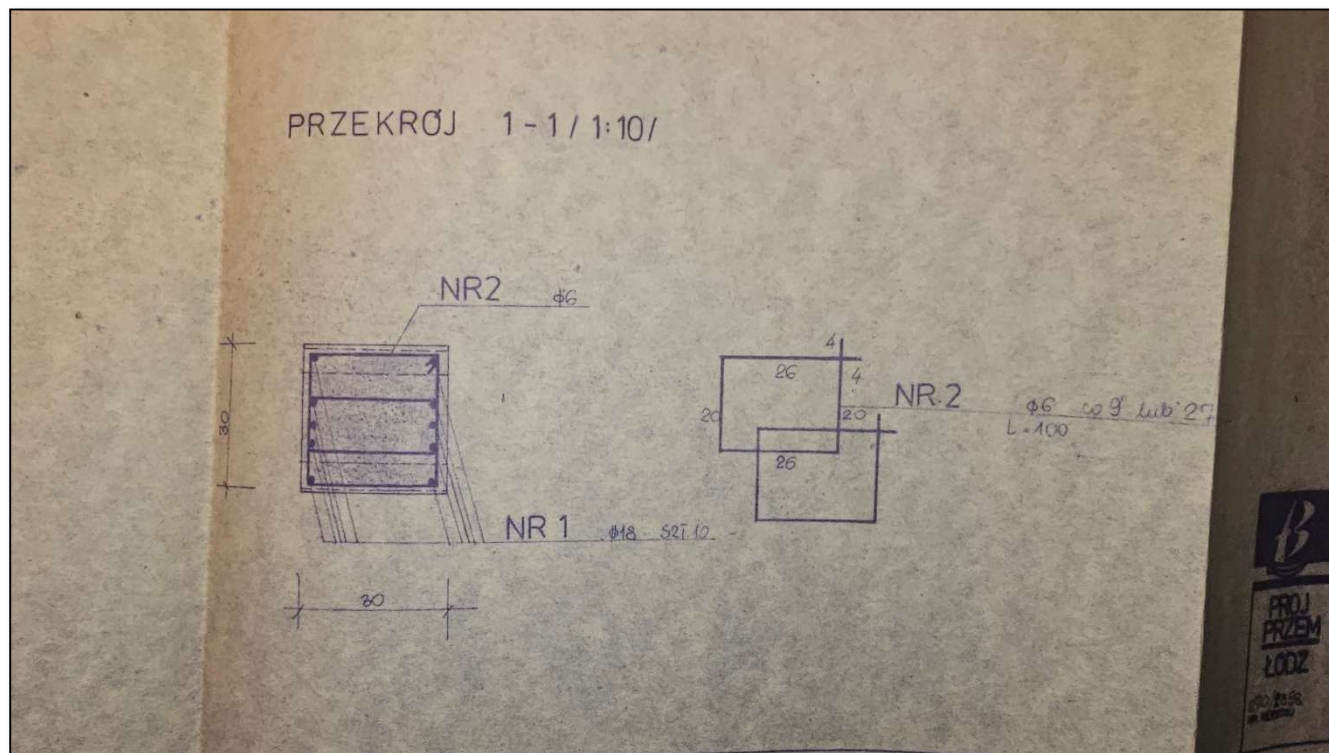
W ramach przeprowadzonych prac sprawdzono przyjęte w dokumentacji schematy statyczne oraz ich zgodność z rzeczywistym wykonaniem obiektu. Przeanalizowano także przekroje geometryczne elementów konstrukcyjnych, stopień ich zbrojenia oraz klasę wytrzymałościową betonu.

Zakres szczegółowego badania konstrukcji żelbetowej niecki basenowej obejmował:

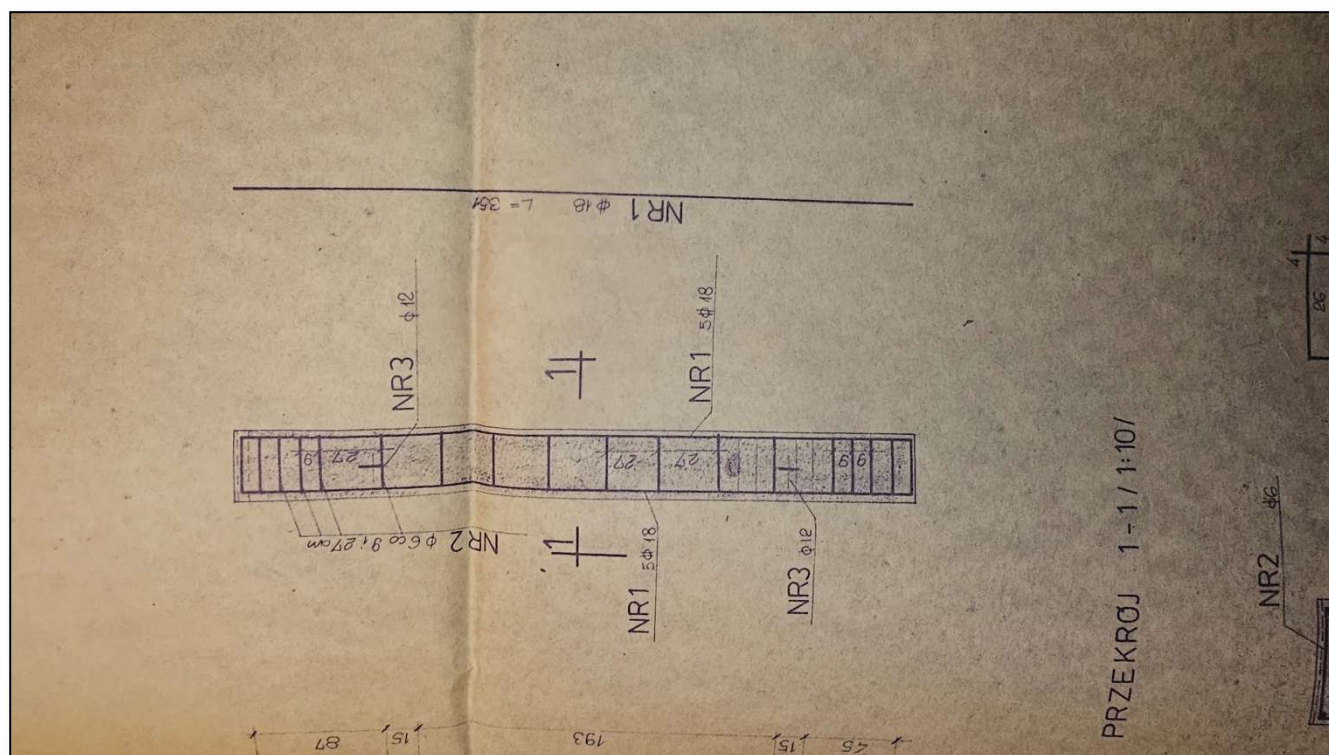
- analizę dokumentacji projektowej, powykonawczej oraz porównanie jej z realizacją na obiekcie,
- ocenę oddziaływania warunków środowiskowych na elementy konstrukcji,
- analizę ciepło-wilgotnościową,
- wstępną ocenę konstrukcji pod kątem przekroczenia stanów granicznych nośności oraz stanów granicznych przydatności do użytkowania,
- identyfikację miejsc sprzyjających rozwojowi procesów korozyjnych w elementach żelbetowych,
- wykonanie odkrywek w celu określenia ilości, rozmieszczenia i stanu technicznego prętów zbrojeniowych belek i słupów podpierających oraz pomiar grubości otuliny prętów głównych,
- przeprowadzenie badań nieniszczących — skanowanie zdrowych słupów w celu weryfikacji zgodności zbrojenia z dokumentacją,
- wykorzystanie kamery termowizyjnej do lokalizacji miejsc przecieków,
- identyfikację obszarów potencjalnego zagrożenia korozyjnego.

Na podstawie zebranych danych dokonano oceny stopnia zaawansowania korozji oraz przeprowadzono prognozę trwałości konstrukcji. Wskazano również zakres niezbędnych prac remontowych mających na celu przywrócenie pełnej funkcjonalności i bezpieczeństwa użytkowania obiektu

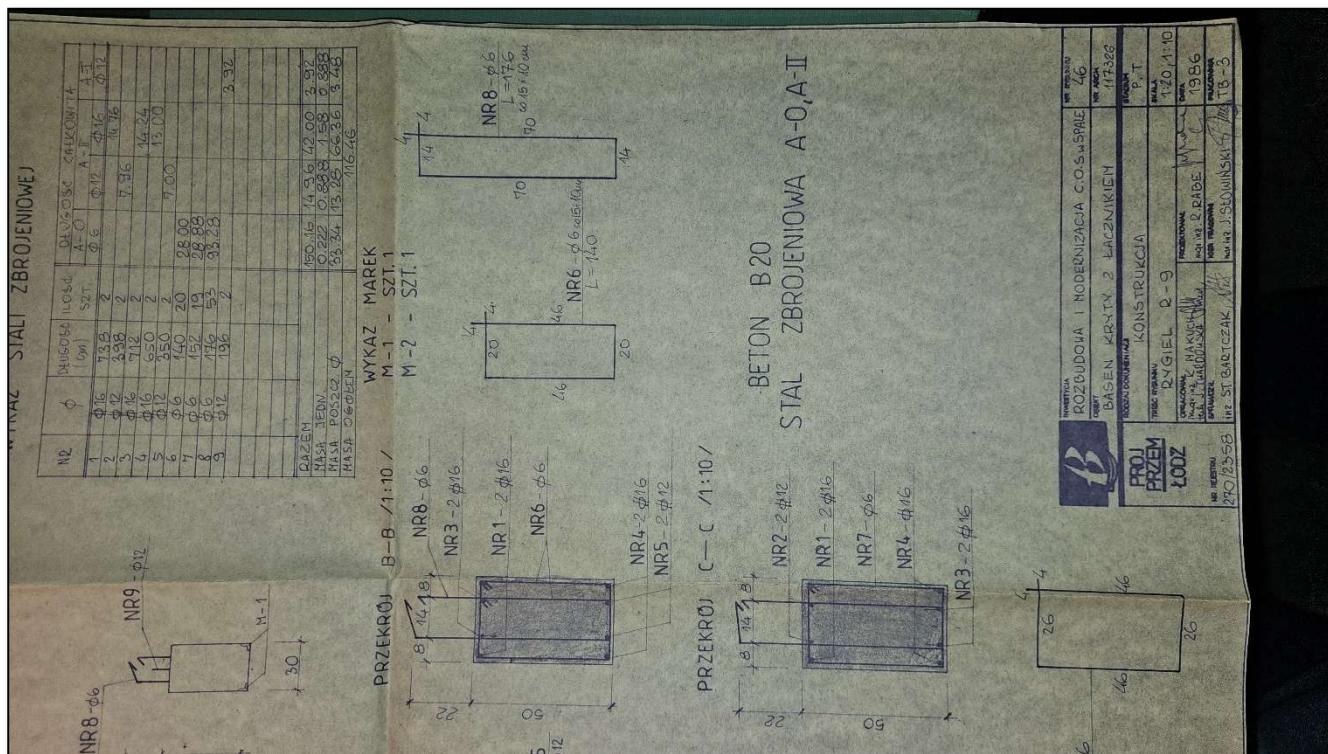
10.4 Analiza grubości otulenia prętów słupów i podciągów



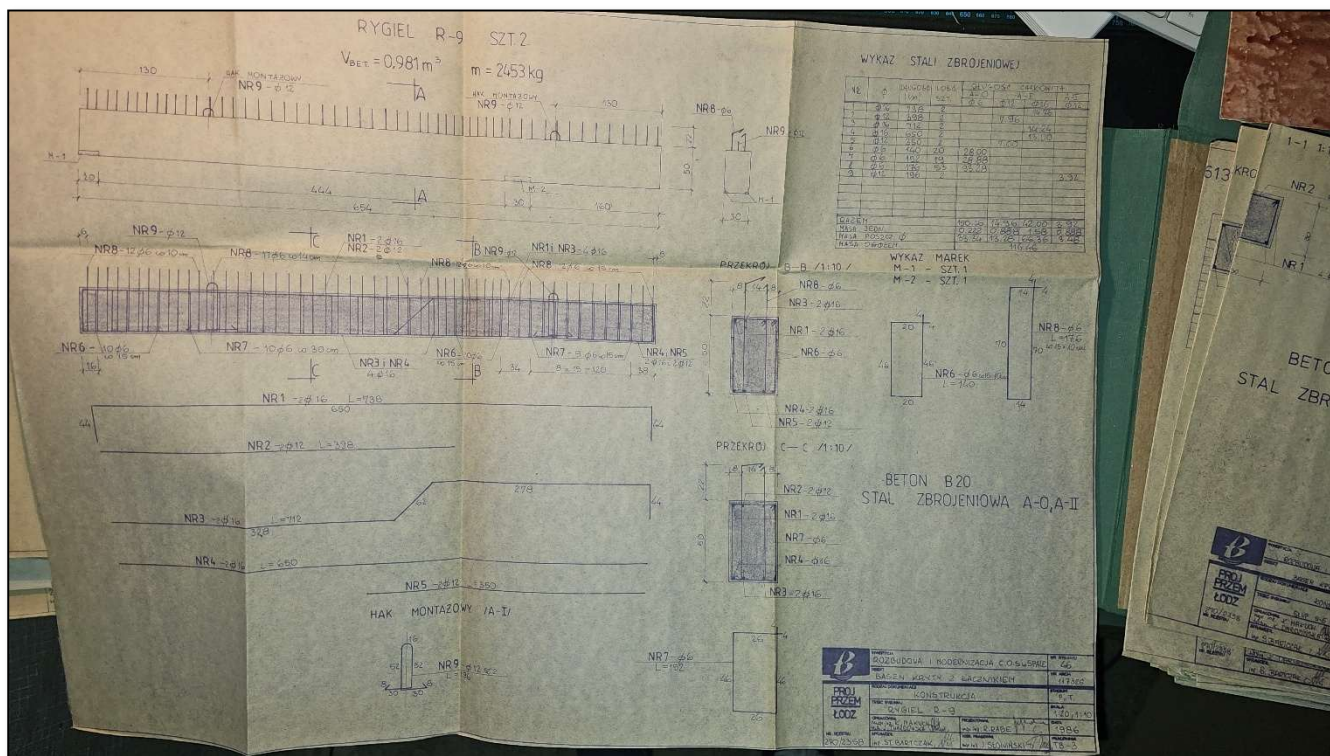
Fot. 12. Fragment dokumentacji archiwalnej zbrojenia słupów podporowych. Otulina projektowa: $0,5 \times (30\text{cm} - 26\text{cm} + 2 \times 0,6) = 2,6\text{cm}$ do lica zbrojenia głównego



Fot. 13. Fragment dokumentacji archiwalnej zbrojenia słupów podporowych. Otulina projektowa: $0,5 \times (30\text{cm} - 26\text{cm} + 2 \times 0,6) = 2,6\text{cm}$ do lica zbrojenia głównego



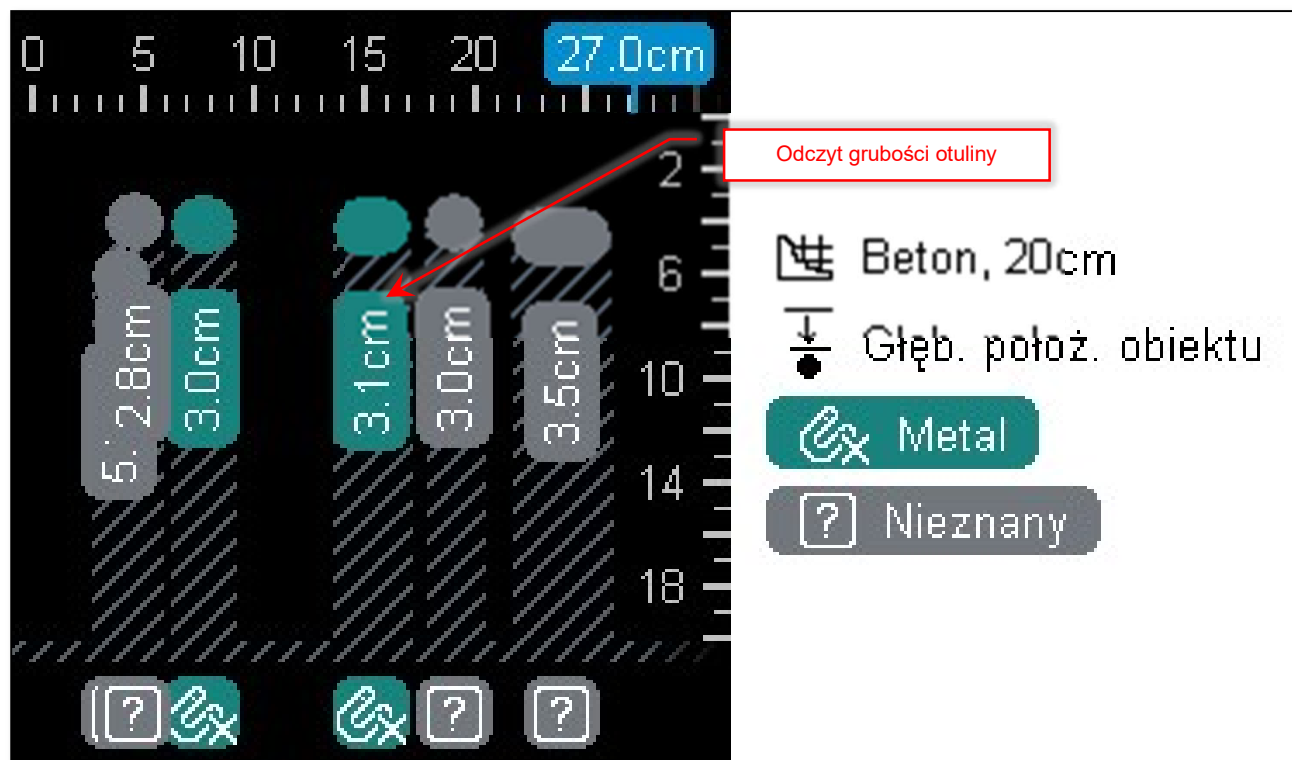
Fot. 14. Fragment dokumentacji archiwalnej zbrojenia belek zespolonych ze stropem niecki. Otulina projektowa: $0,5 \times (30\text{cm} - 26\text{cm} + 2 \times 0,6) = 2,6\text{cm}$ do lica zbrojenia głównego



Fot. 15. Fragment dokumentacji archiwalnej zbrojenia belek zespolonych ze stropem niecki. Otulina projektowa: $0,5 \times (30\text{cm} - 26\text{cm} + 2 \times 0,6) = 2,6\text{cm}$ do lica zbrojenia głównego



Fot. 16. Skanowanie słupów celem potwierdzenia ilości zbrojenia i grubości otuliny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 17. Wyniki zbrojenia słupa pod niecką basenową odczytane z detektora BOSCH Professional D-Tect 200 C. (fot. Rafał Fit)



Fot. 18. Obraz ferromagnetyczny występowania zbrojenia w z detektora BOSCH Professional D-Tect 200 C. (fot. Rafał Fit)



Fot. 19. Widok odsłoniętych prętów zbrojeniowych. Właściwości pasywne betonu w stosunku do stali zbrojeniowej zachowane. Karbonatyzacja ograniczona do miejsca gdzie beton miał dłuższy kontakt z agresywną wodą. (fot. Rafał Fit)

10.5 Otulina zbrojenia – zgodność z dokumentacją

Zgodnie z dokumentacją projektową, grubość otuliny betonowej powinna wynosić 26 mm do lica prętów zbrojenia głównego. Na podstawie skanowania pięciu losowo wybranych słupów potwierdzono zgodność ilości zbrojenia z projektem. Średnicę prętów zweryfikowano za pomocą dokumentacji fotograficznej zawartej w udostępnionych ekspertyzach oraz pomiarów przeprowadzonych na elementach odsłoniętych i uszkodzonych, co również potwierdziło zgodność z założeniami projektowymi.

W wyniku przeprowadzonych odkrywek i badań nieinwazyjnych ustalono, że średnia rzeczywista grubość otuliny wynosi około 30 mm, co należy traktować jako korzystne z punktu widzenia trwałości konstrukcji.

10.6 Analiza SGU i SGN – ugięcia, zarysowania, uszkodzenia

Dokonano szczegółowej oceny stanu technicznego elementów żelbetowych, w tym przekroczeń stanów granicznych użytkowalności (SGU) i nośności (SGN). Pomiary objęły:

- Strzałki ugięcia belek wieloprzęsłowych (w środkowych rozpiętościach),
- Zwichrzenia, skręcenia oraz wyboczenia słupów żelbetowych,
- Zarysowania powierzchniowe i ewentualne oznaki odspojień faktury betonu.

Pomiarów dokonano przy użyciu laserów wielopłaszczyznowych, oceny wzrokowej oraz lupą stojącą z 10x powiększeniem z dokładnością podziałki do 0,1mm. Wszystkie słupy pod niecką basenową posiadają przekrój 30×30 cm, co jest zgodne z dokumentacją. Wykończone są tynkiem cementowo-wapiennym. Połączenia prefabrykowanych kolumn z podciągami wykonano jako przesuwne – nie zaobserwowano śladów pracy poziomej. Z uwagi na ograniczoną przestrzeń techniczną, przy ocenie geometrii uwzględniono możliwość błędów wynikających z jakości wykonania tynków.



Fot. 20. Inwentaryzacja ugięć i zarysowań belek wieloprzęsłowych – stan techniczny dobry, brak oznak ugięć oraz rys w przęsłach i nad podporami. (fot. Rafał Fit)



Fot. 21. Inwentaryzacja ugięć i zarysowań belek wieloprzęsłowych – stan techniczny dobry, brak oznak ugięć oraz rys w przęsłach i nad podporami. (fot. Rafał Fit)



Fot. 22. Inwentaryzacja ugięć i zarysowań belek wieloprzęsłowych – stan techniczny dobry, brak oznak ugięć oraz rys w przęsłach i nad podporami. (fot. Rafał Fit)



Fot. 23. Inwentaryzacja ugięć i zarysowań belek wieloprzęsłowych – stan techniczny dobry, brak oznak ugięć oraz rys w przęsłach i nad podporami. (fot. Rafał Fit)



Fot. 24. Inwentaryzacja ugięć i zarysowań belek wieloprzęsłowych – stan techniczny dobry, brak oznak ugięć oraz rys w przęsłach i nad podporami. (fot. Rafał Fit)



Fot. 25. Inwentaryzacja ugięć i zarysowań belek wieloprzęsłowych – stan techniczny dobry, brak oznak ugięć oraz rys w przęsłach i nad podporami. (fot. Rafał Fit)

10.7 Ocena klasy wytrzymałości betonu

Szacunkową klasę betonu określono na podstawie wieloletniego doświadczenia inżynierskiego oraz badań wizualnych i dotykowych. Analizie poddano m.in.:

- Zachowanie betonu przy uderzeniu młotkiem ciesielskim,
- Zarysowania powierzchni ostro zakończonym narzędziem,
- Rozpad spoiwa cementowego,
- Barwę, strukturę i skład ziarnisty powierzchni,
- Porowatość powietrzną.

Na tej podstawie przyjęto z dużym prawdopodobieństwem minimalną klasę betonu jako B20.

Zrezygnowano z zastosowania młotka Schmidta ze względu na jego ograniczoną wiarygodność w ocenie rdzenia konstrukcji (pomiar dotyczy wyłącznie warstwy powierzchniowej, ok. 2–3 cm). Dodatkowo, dokładność wyników może być zaburzona przez: wilgotność betonu, gładkość powierzchni oraz kierunek pomiaru. Wymagana kalibracja urządzenia i walidacja metodą niszczącą (pobór rdzeni) nie została uznana za konieczną, ponieważ brak jest oznak przekroczenia stanów granicznych SGU i SGN, mimo ponad 35-letniego okresu eksploatacji.

10.8 Ocena prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych

Na podstawie dokumentacji technicznej oraz stanu zachowania przyjęto, że słupy i podciągi zostały wykonane z betonu klasy B20, w warunkach produkcji kontrolowanej (hala prefabrykacji, beton towarowy, deklaracje zgodności). Stan betonu oceniono jako dobry – nie stwierdzono:

- Odspojeń tynków wskazujących na nadmierne naprężenia,
- Odprysków świadczących o przeciążeniu materiału,
- Rys diagonalnych lub podłużnych wzdłuż zbrojenia (typowych dla zaawansowanej karbonatyzacji).

10.9 Ocena niecki basenowej i przyległych elementów

Niecka basenowa oraz ściany boczne, do których zapewniony jest swobodny dostęp kontrolny, nie wykazują oznak uszkodzeń ani nieciągłości konstrukcyjnych. Otulina betonowa została zachowana – brak widoczności zbrojenia na powierzchni deskowania, co potwierdzają skany kontrolne. Nie stwierdzono rys ani pęknięć na spodzie stropu niecki basenowej. Hydroizolacja (pozioma i pionowa) pozostaje szczelna – brak przecieków pod dnem basenu.



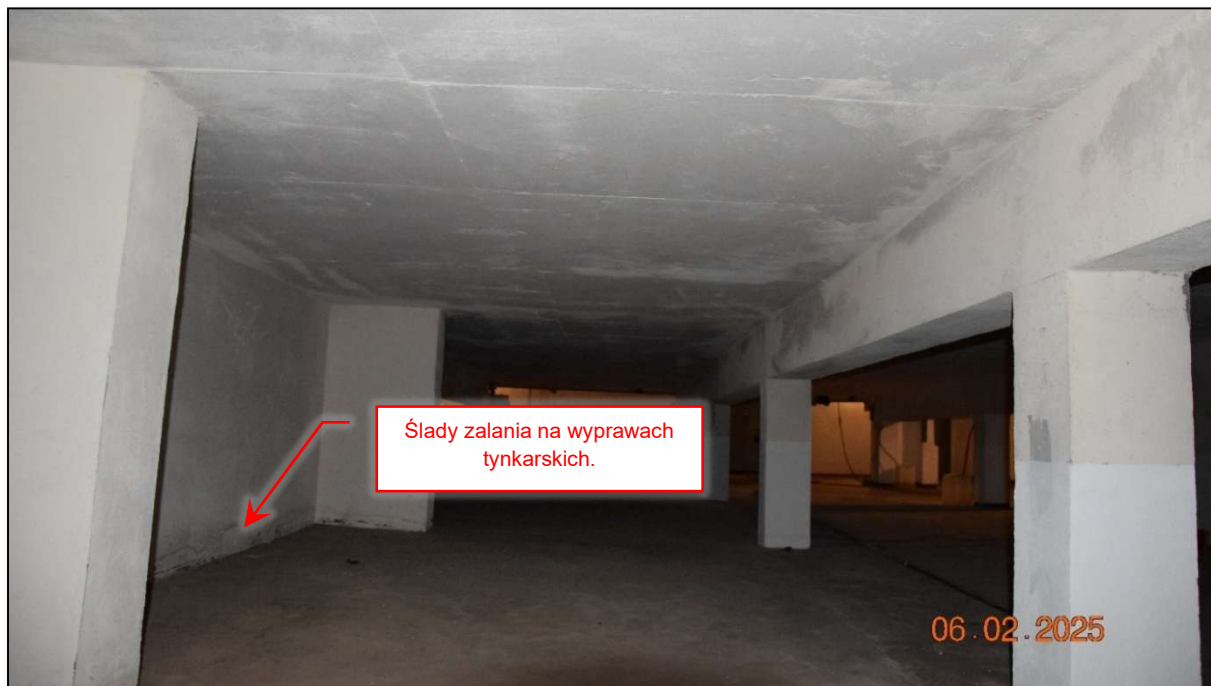
Fot. 26. Brak widocznych śladów nieszczelności płyty stropowej basenu – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 27. Brak widocznych śladów nieszczelności płyty stropowej basenu – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)

10.10 Obserwacje lokalnych zawilgoceń

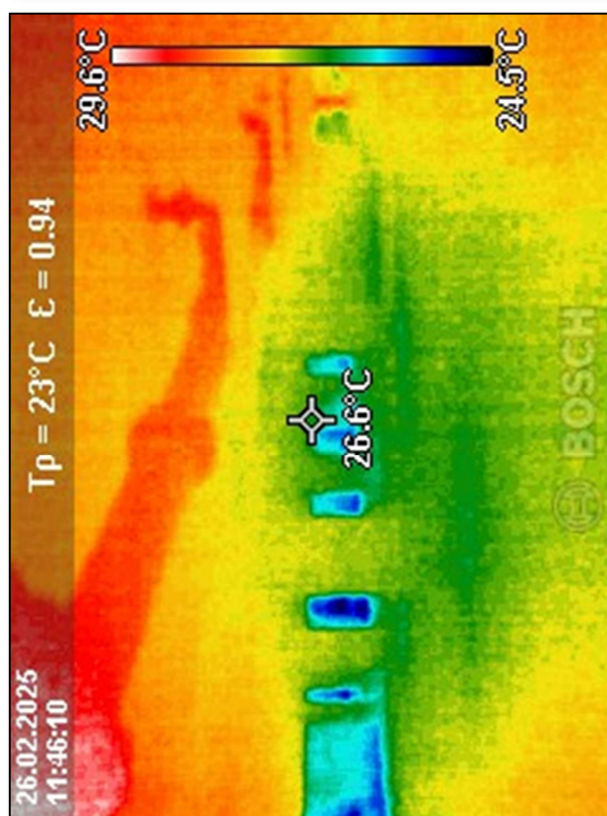
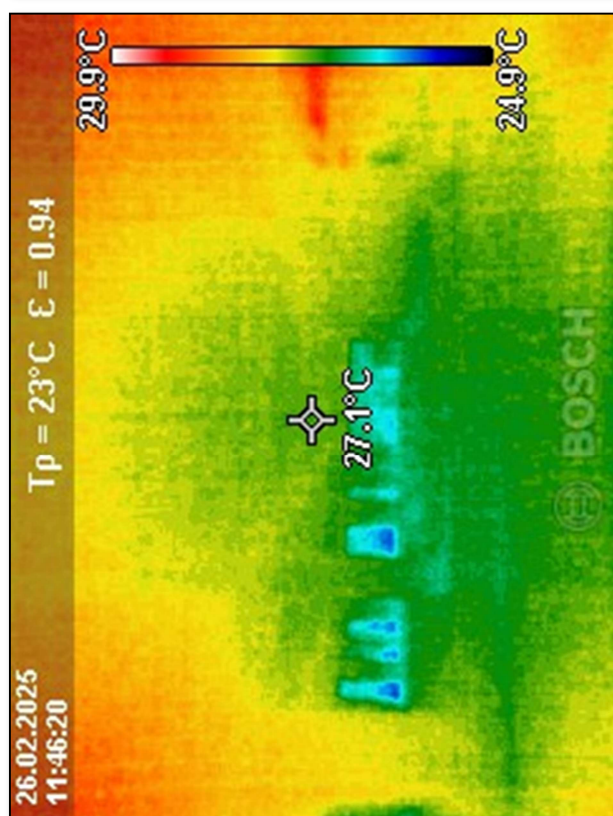
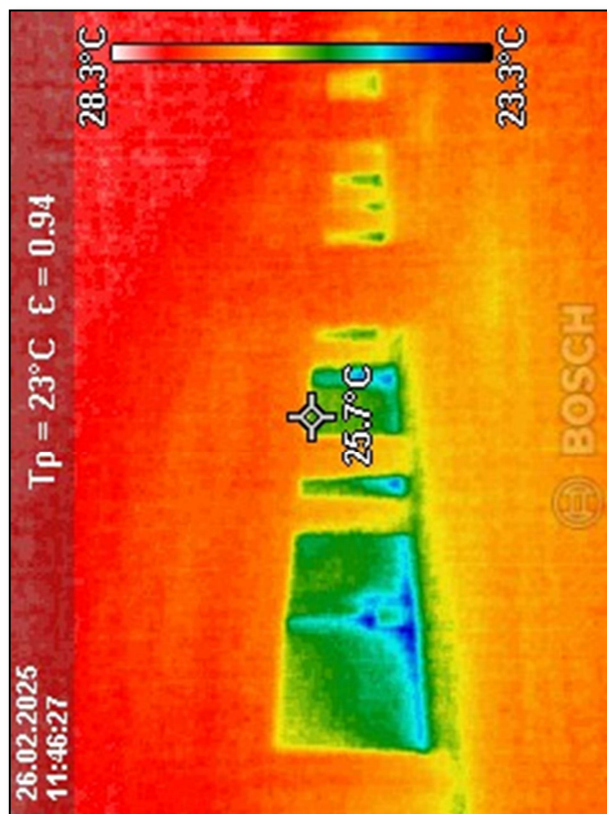
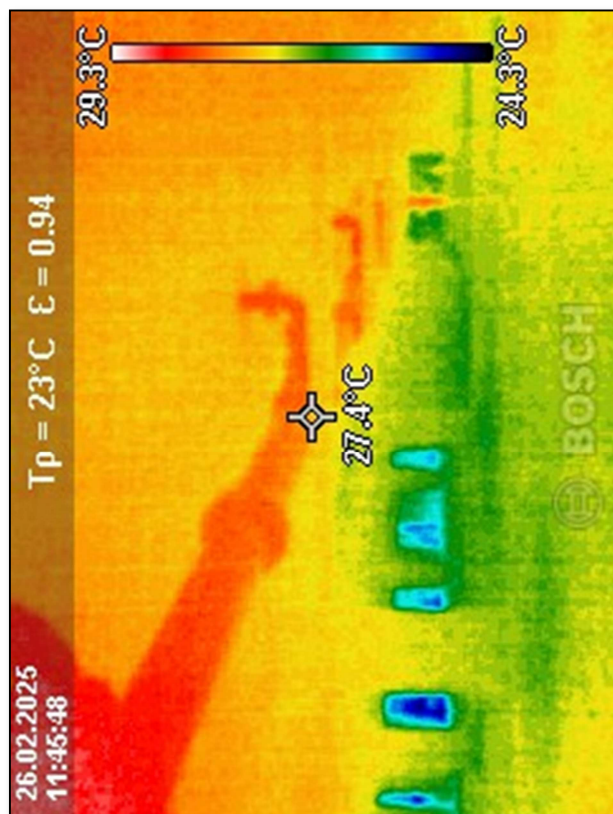
Zarejestrowano ślady zawilgocenia na wysokości 10–15 cm ponad poziomem posadzki. Jednak pomiary wilgotności nie potwierdziły obecności aktualnego zawilgocenia – prawdopodobnie ślady te pochodzą z wcześniejszej awarii instalacji lub zalania powierzchni posadzki.



Fot. 28. Brak widocznych śladów nieszczelności płyty stropowej basenu – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 29. Brak widocznych śladów nieszczelności płyty stropowej basenu – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)

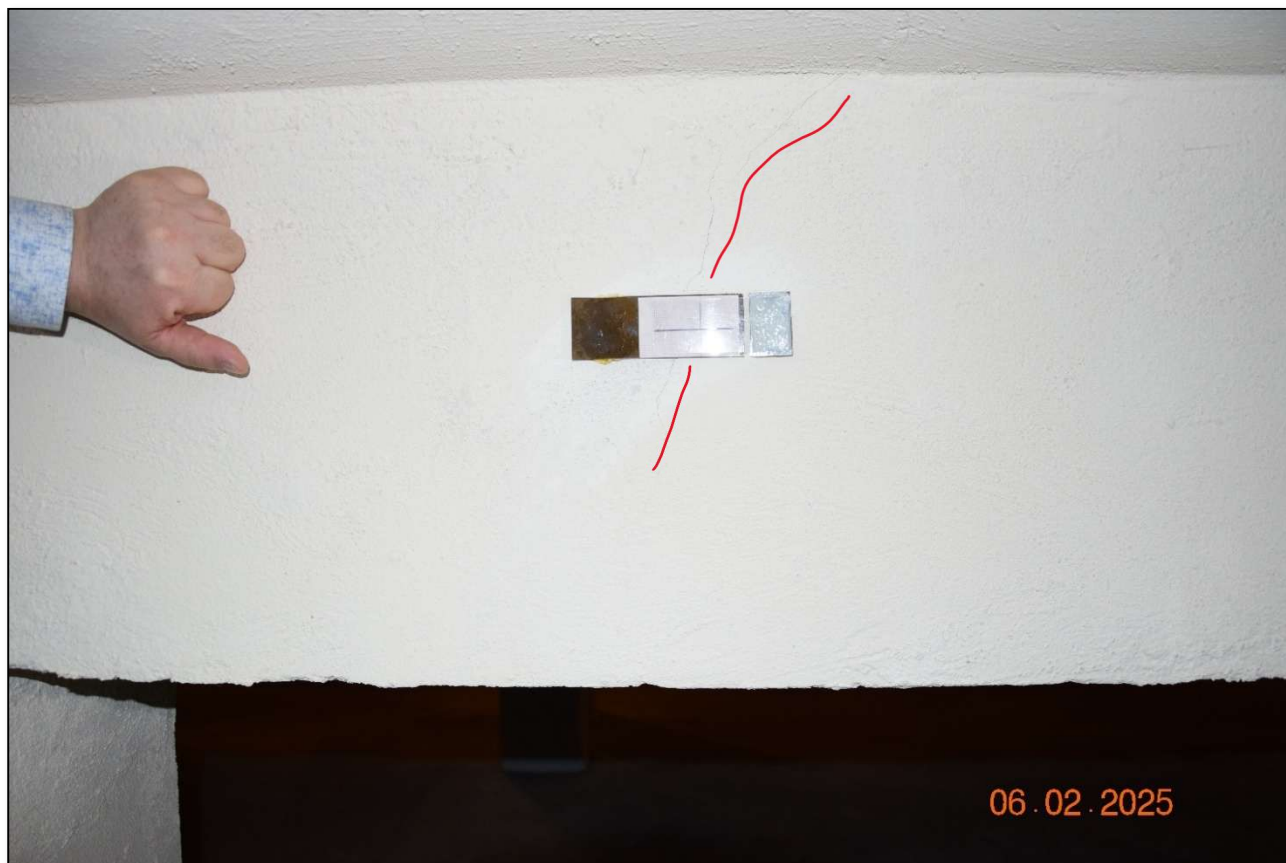


Fot. 30. Brak widocznych śladów nieszczelności płyty stropowej basenu – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)

10.11 Analiza stwierdzonego zarysowania belki wieloprzęsłowej

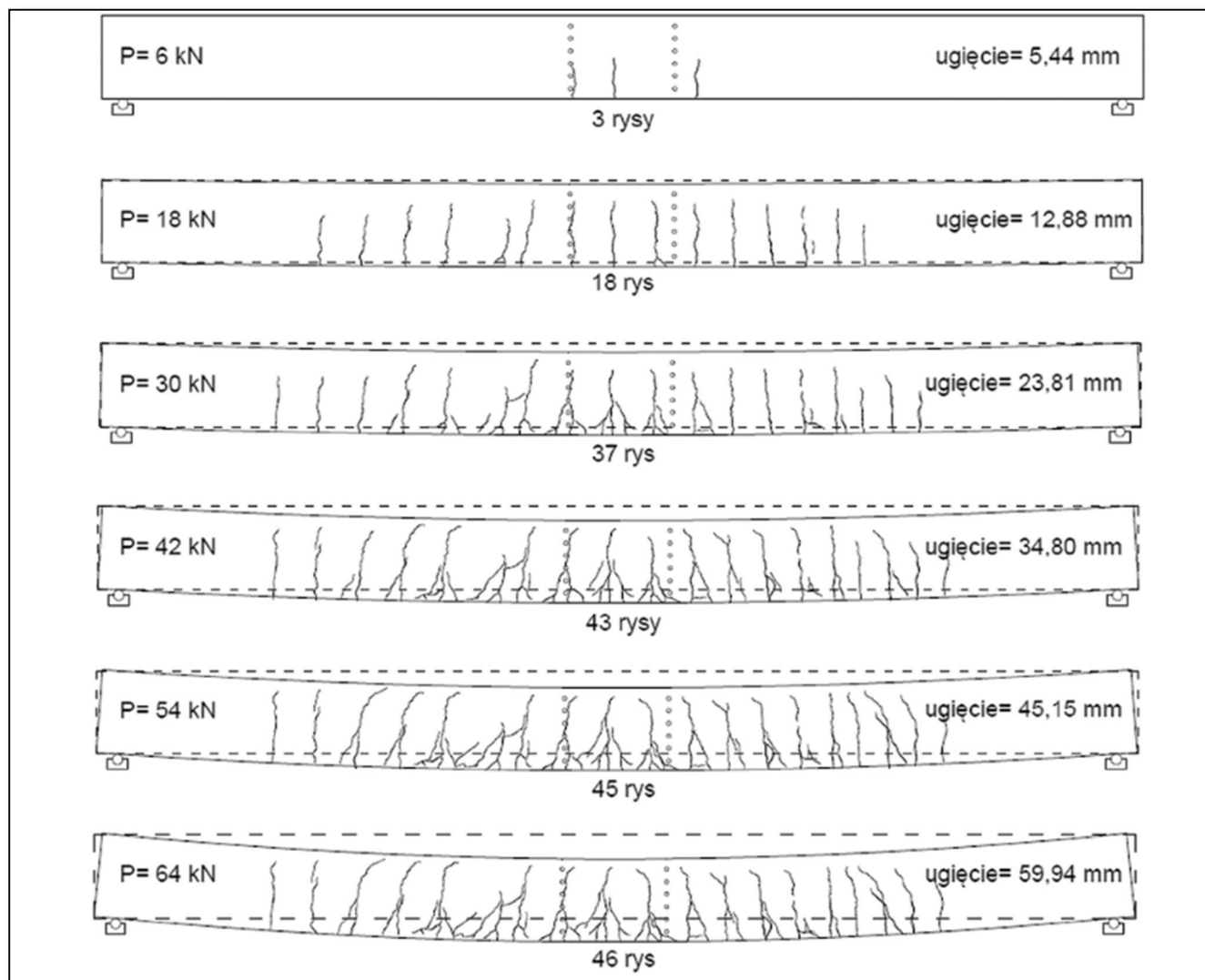
Na podstawie informacji przekazanych przez Zamawiającego ustalono, że wcześniej przeprowadzono pomiary ugięć belek oraz ocenę występujących zarysowań.

Stwierdzona rysa zlokalizowana jest wyłącznie w warstwie wyprawy tynkarskiej. W miejscu jej przebiegu wyprawa pozostaje trwale związana z powierzchnią betonu, co wskazuje, że zarysowanie to nie przenika do struktury konstrukcyjnej elementu. Z dużym prawdopodobieństwem jest to rysa skurczowa, powstała na skutek naprężeń własnych w warstwie tynku, a nie efekt pracy konstrukcyjnej.



Fot. 31. Inwentaryzacja rysy na belce podporowej niecki basenu. (fot. Rafał Fit)

W przypadku rzeczywistej utraty nośności lub przekroczenia stanów granicznych użytkowalności (SGU), typowe rysy zginające przy równomiernym obciążeniu belek pojawiają się przede wszystkim w środkowej części przęsła – obszarze maksymalnych momentów zginających. Rzadziej mogą występować przy podporach, gdzie dominują siły tnące. Ilustrację typowego układu zarysowań przedstawia poniższy szkic.



Fot. 32. Rozwój ugięcia i propagacja zarysowania belki przy różnych wartościach obciążenia. (fot. Rafał Fit)

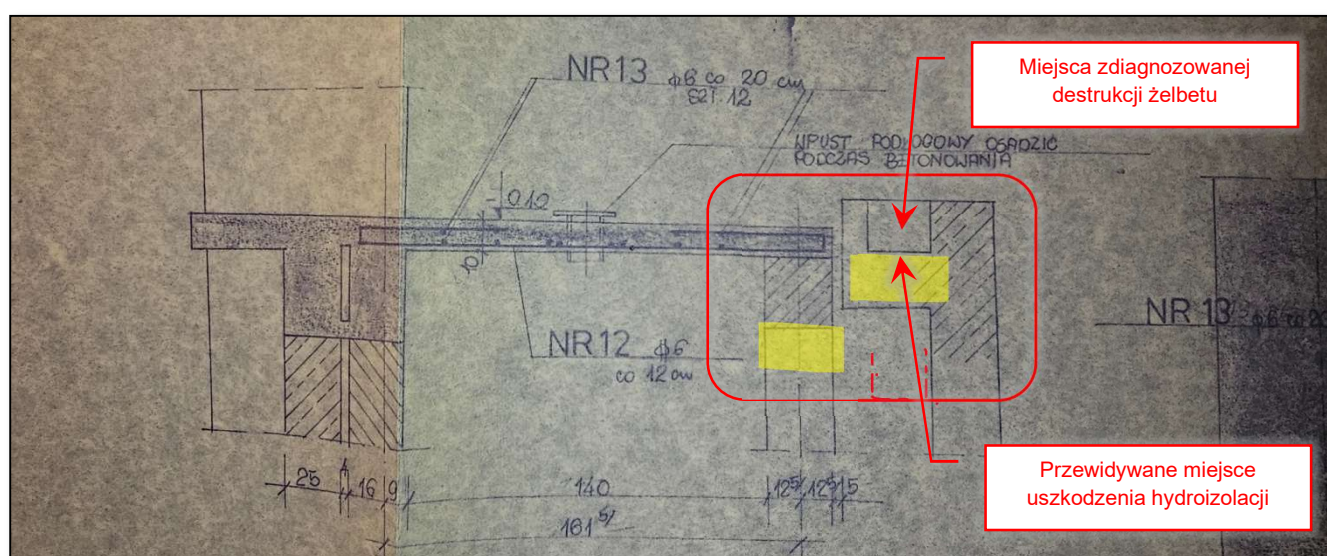
W związku z powyższym, zaobserwowane zarysowanie nie stanowi zagrożenia dla bezpieczeństwa konstrukcji i najprawdopodobniej jest wynikiem wykonania wyprawy tynkarskiej w warunkach podwyższonej temperatury i ograniczonej wilgotności powietrza – parametry charakterystyczne dla klimatu panującego w przestrzeni podbasenia.

10.12 Lokalizacja rzeczywistych problemów

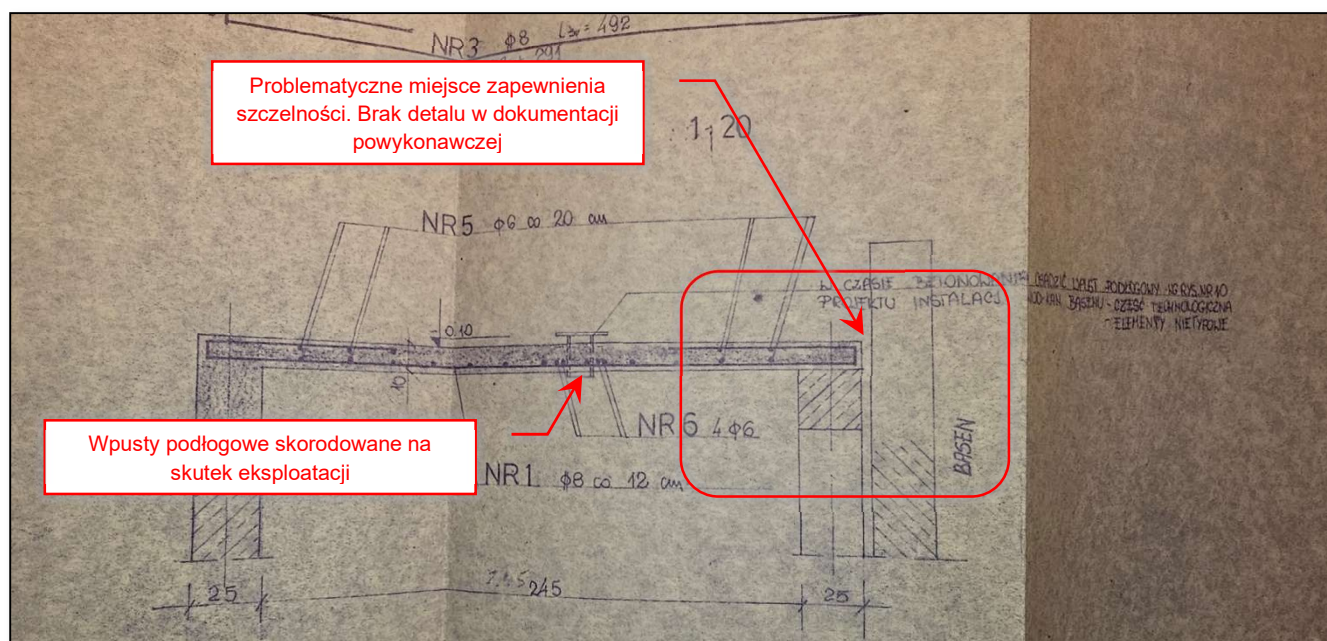
Problemy zarysowań oraz postępującej degradacji materiałowej dotyczą głównie krótkich wsporników oraz stropów żelbetonowych oddylatowanych od niecki basenowej. Dokładne lokalizacje uszkodzeń zostały przedstawione na załączonych fotografiach.

W wyniku przeprowadzonych wcześniej prac remontowych, związanych z wymianą rusztów przelewowych, doszło do uszkodzenia istniejącej hydroizolacji, którą stanowił sztywny laminat z żywicy epoksydowej o grubości 3 mm. Naruszenie ciągłości laminatu spowodowało migrację wody do szczeliny dylatacyjnej, co w konsekwencji doprowadziło do przyspieszonej degradacji betonu oraz korozji stali zbrojeniowej w strefie kontaktu z wodą.

Zaistniała sytuacja ma istotny charakter techniczny – skuteczna naprawa wymaga całkowitego opróżnienia niecki basenowej, demontażu części instalacji technologicznych oraz usunięcia i odtworzenia zdegradowanych fragmentów konstrukcji żelbetowej wraz z warstwami wykończeniowymi, w tym okładzinami ceramicznymi.



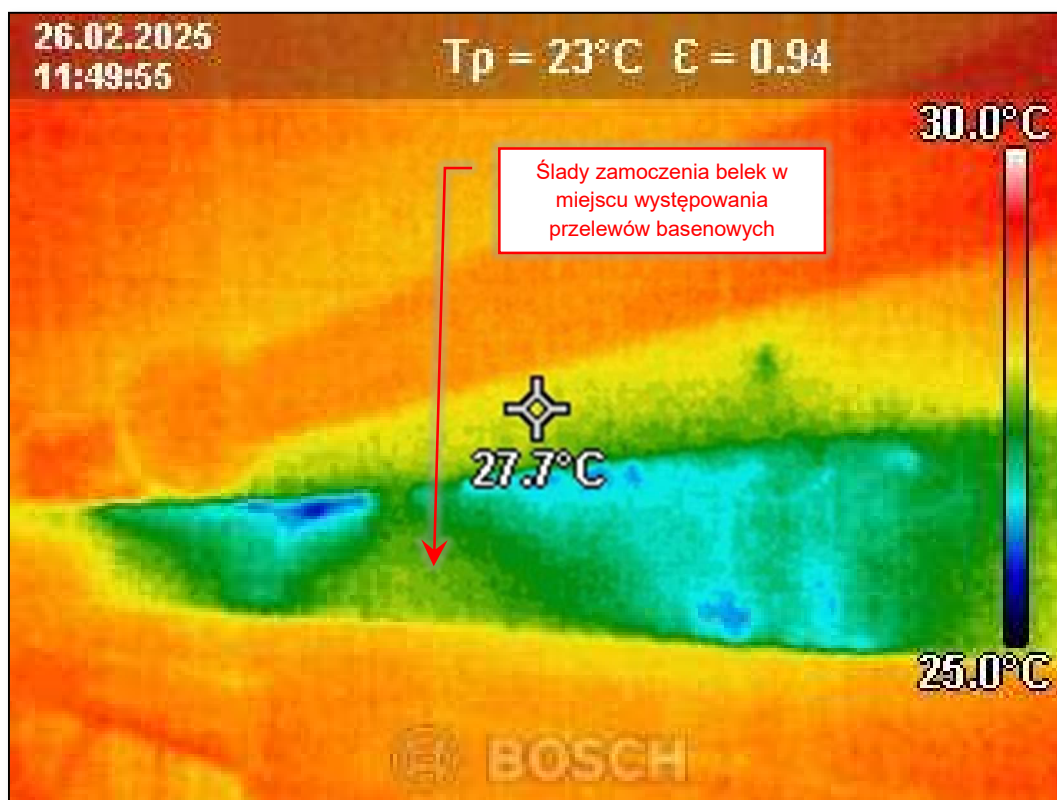
Fot. 33. Lokalizacja uszkodzonych elementów żelbetowych na skutek uszkodzenia hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 34. Detal oddylatowanie niecki basenowej od stropów pomostów. (fot. Rafał Fit)



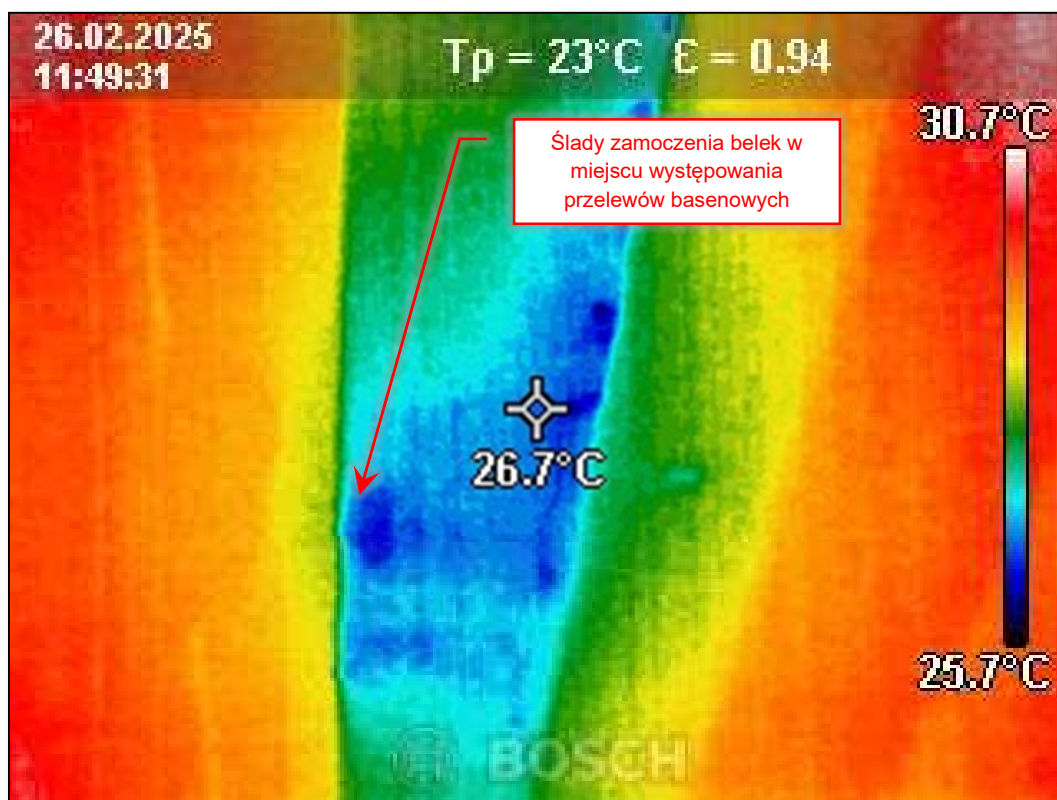
Fot. 35. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 36. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



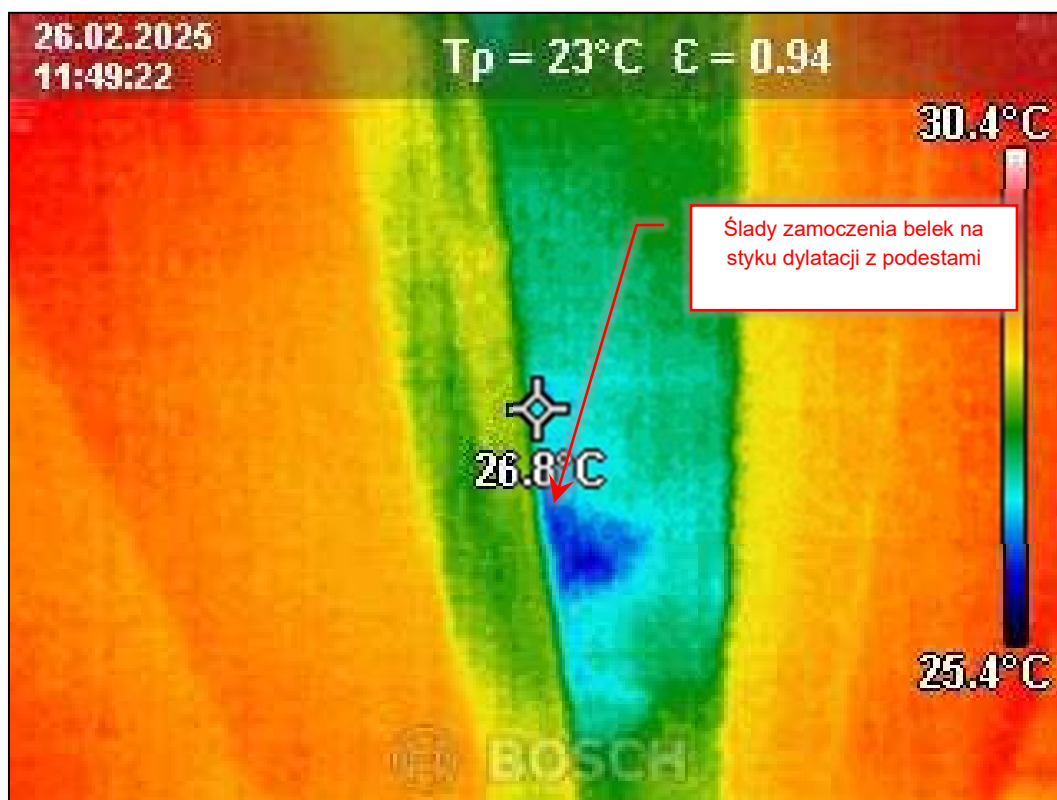
Fot. 37. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



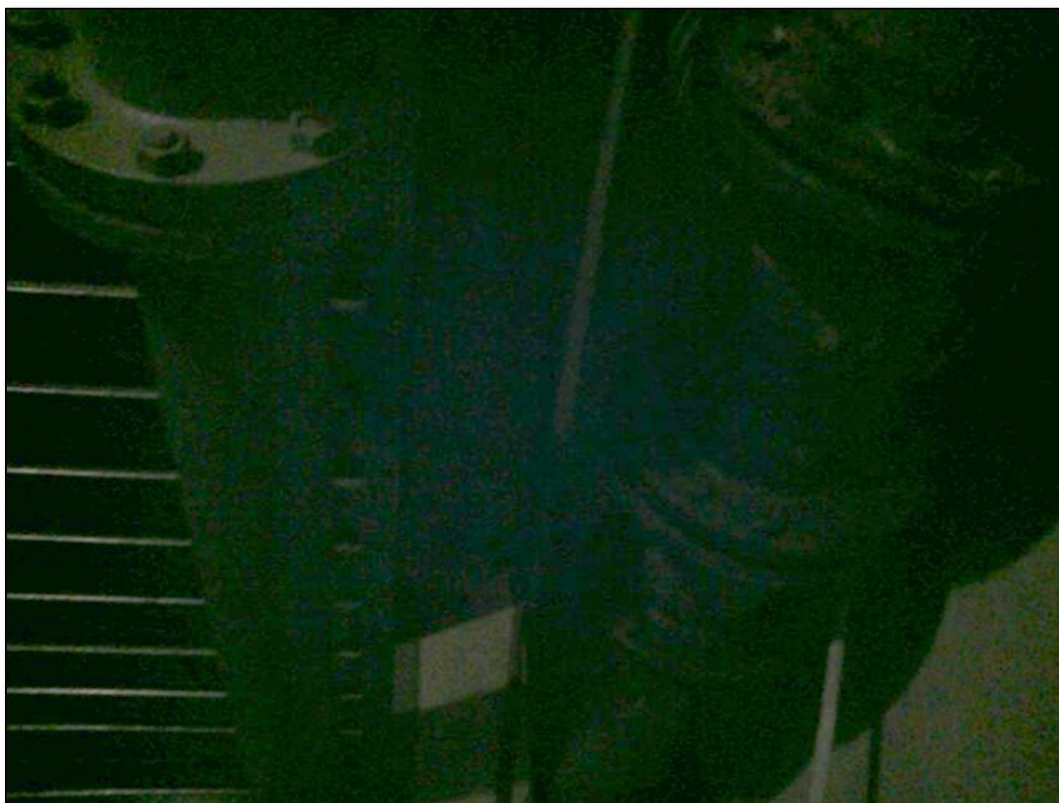
Fot. 38. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



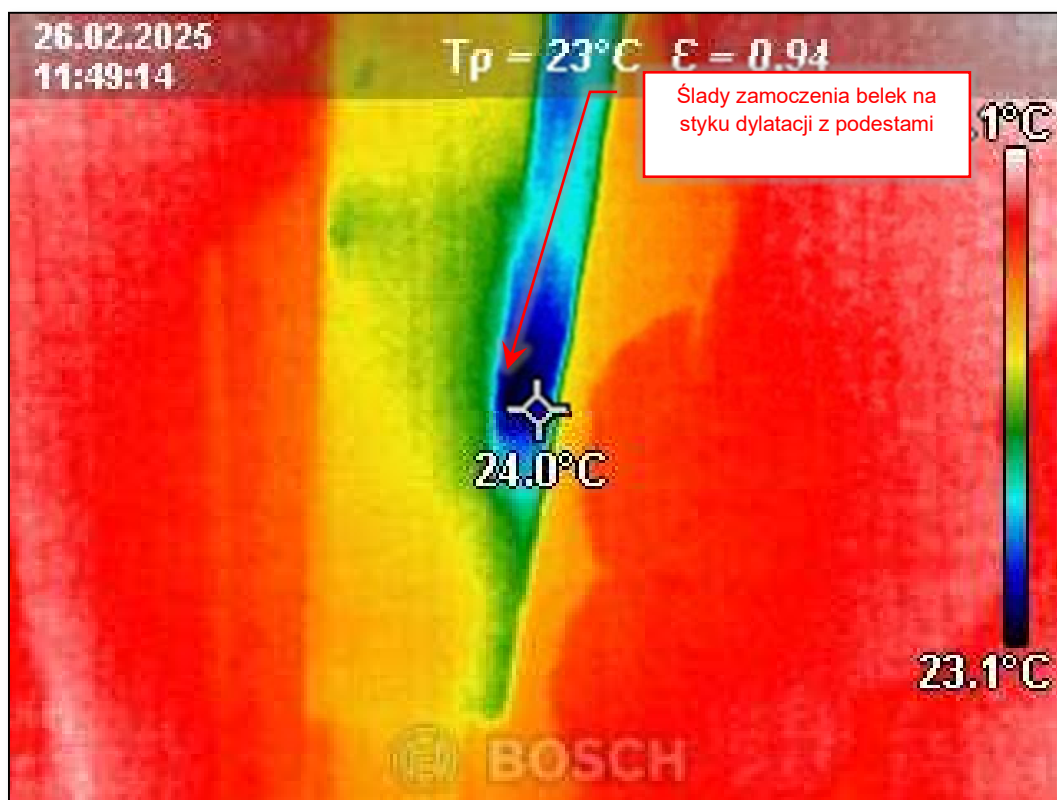
Fot. 39. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 40. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



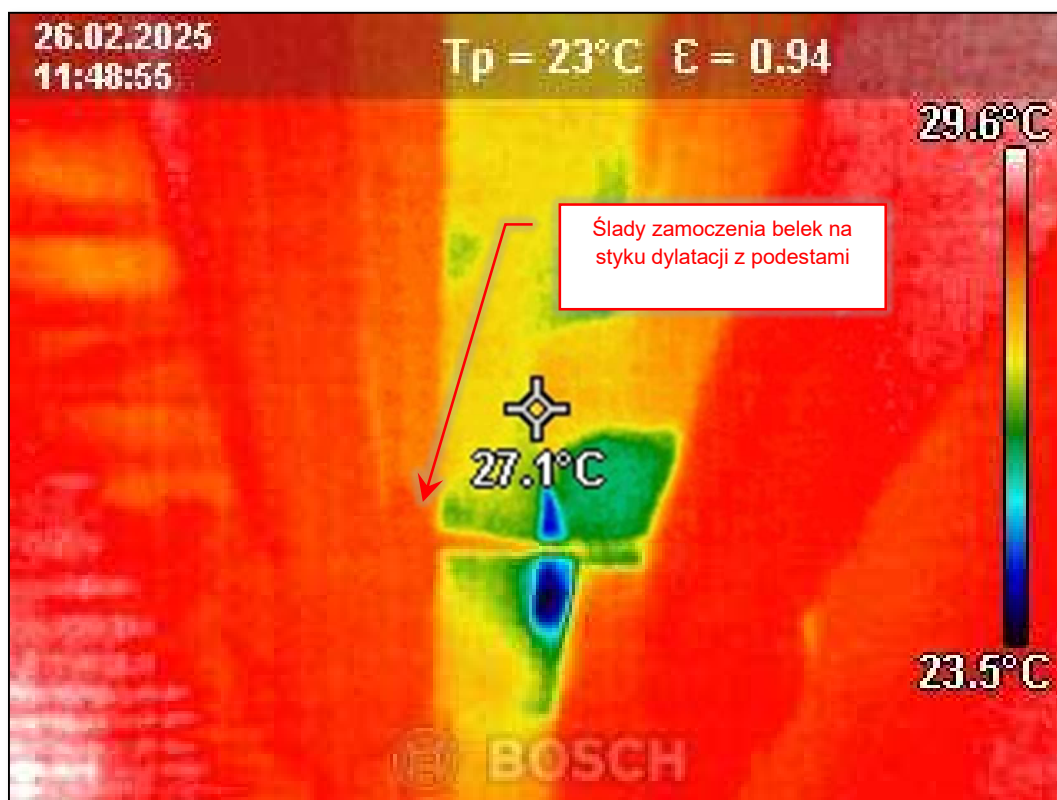
Fot. 41. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 42. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



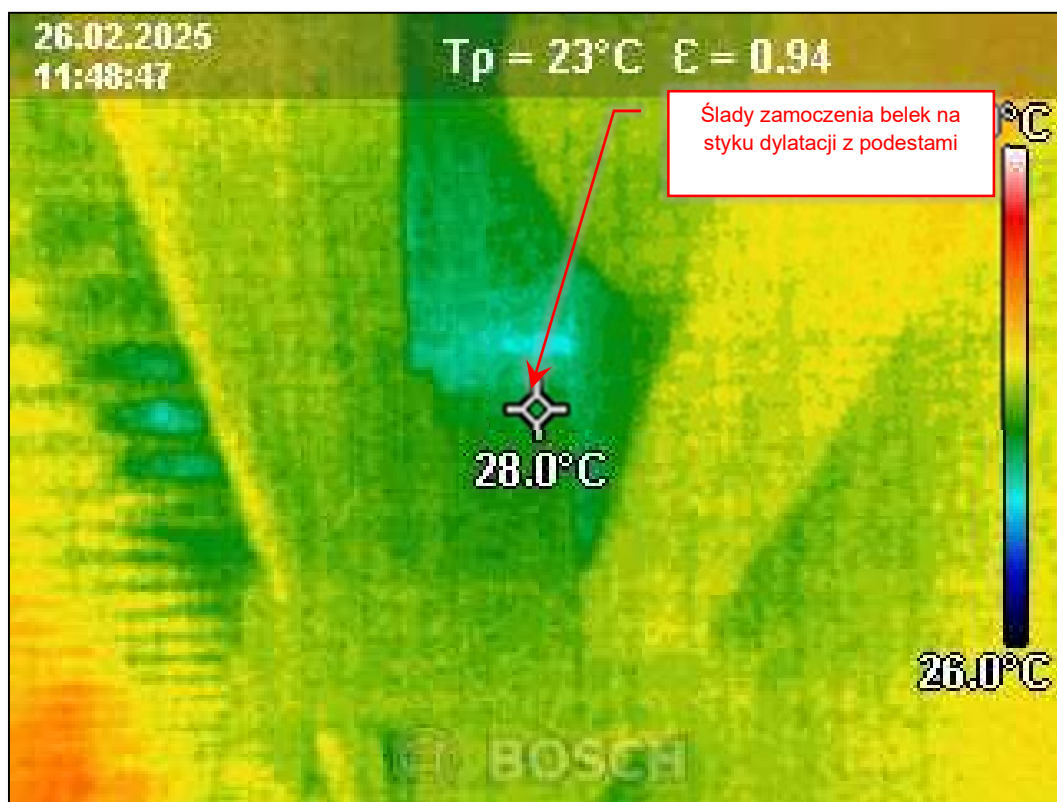
Fot. 43. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 44. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



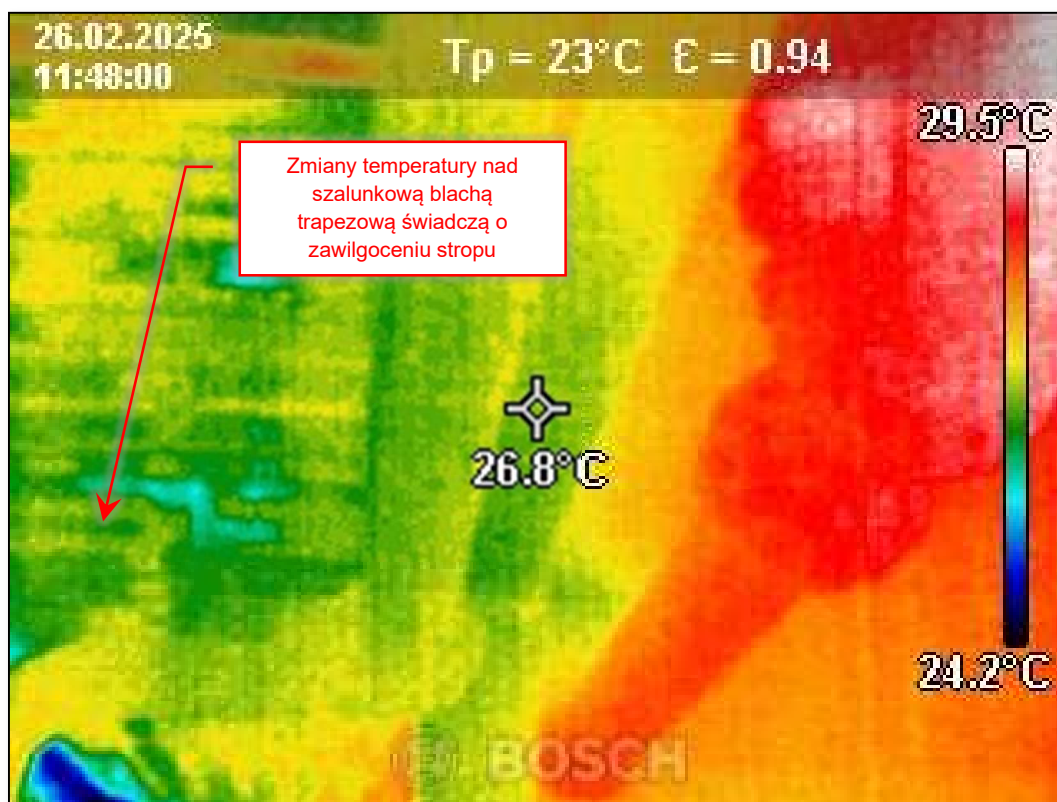
Fot. 45. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



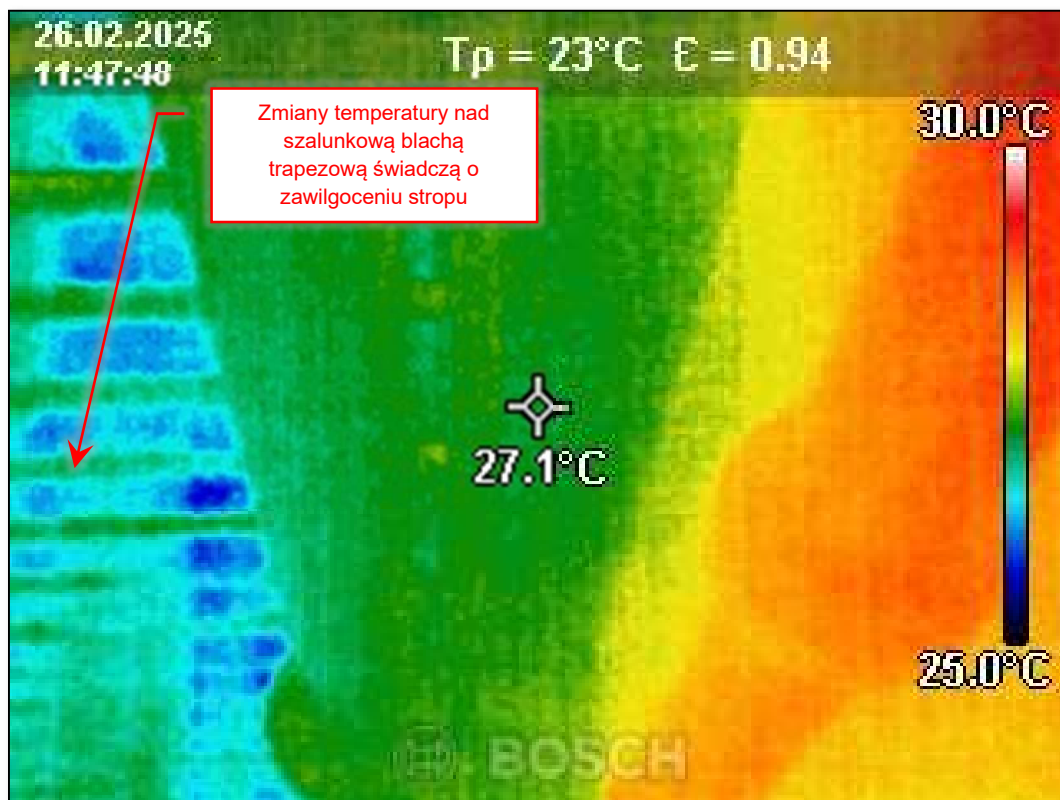
Fot. 46. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



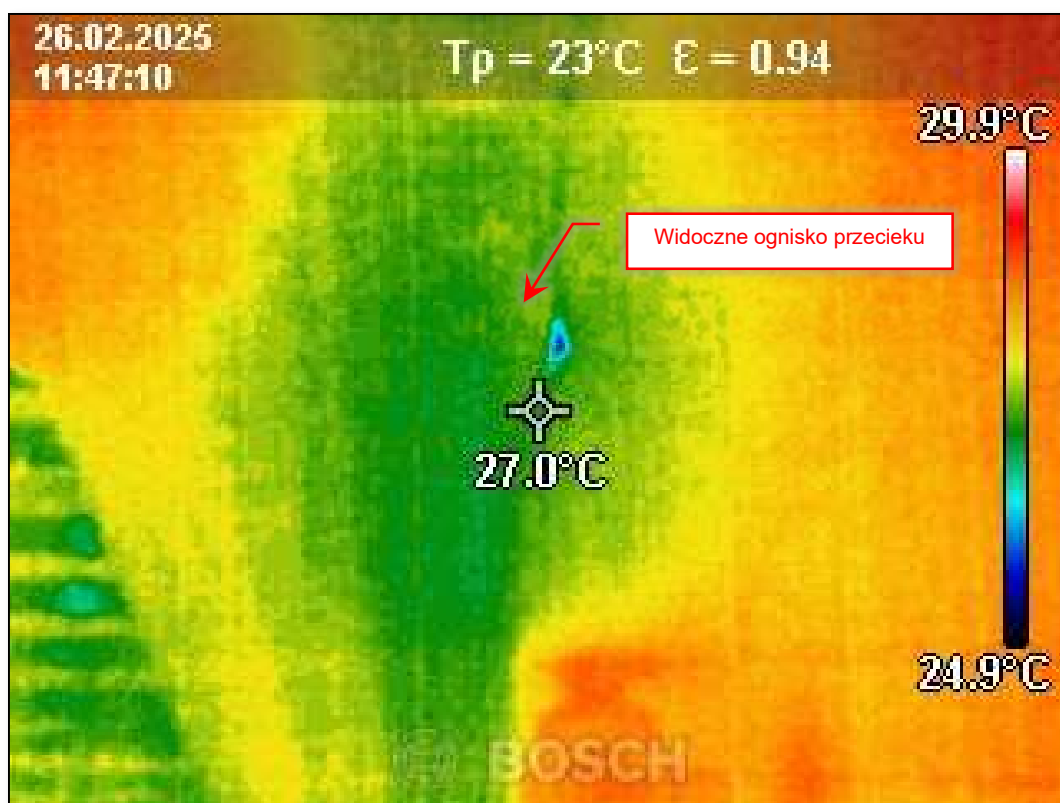
Fot. 47. Inwentaryzacja zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



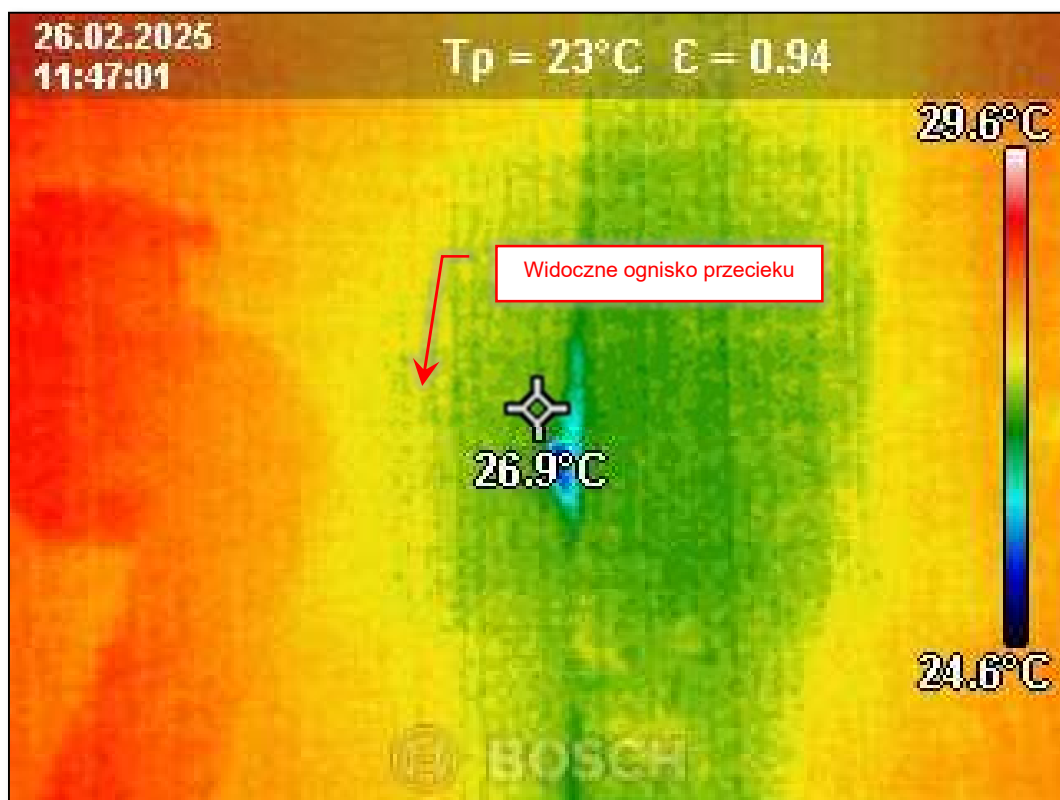
Fot. 48. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



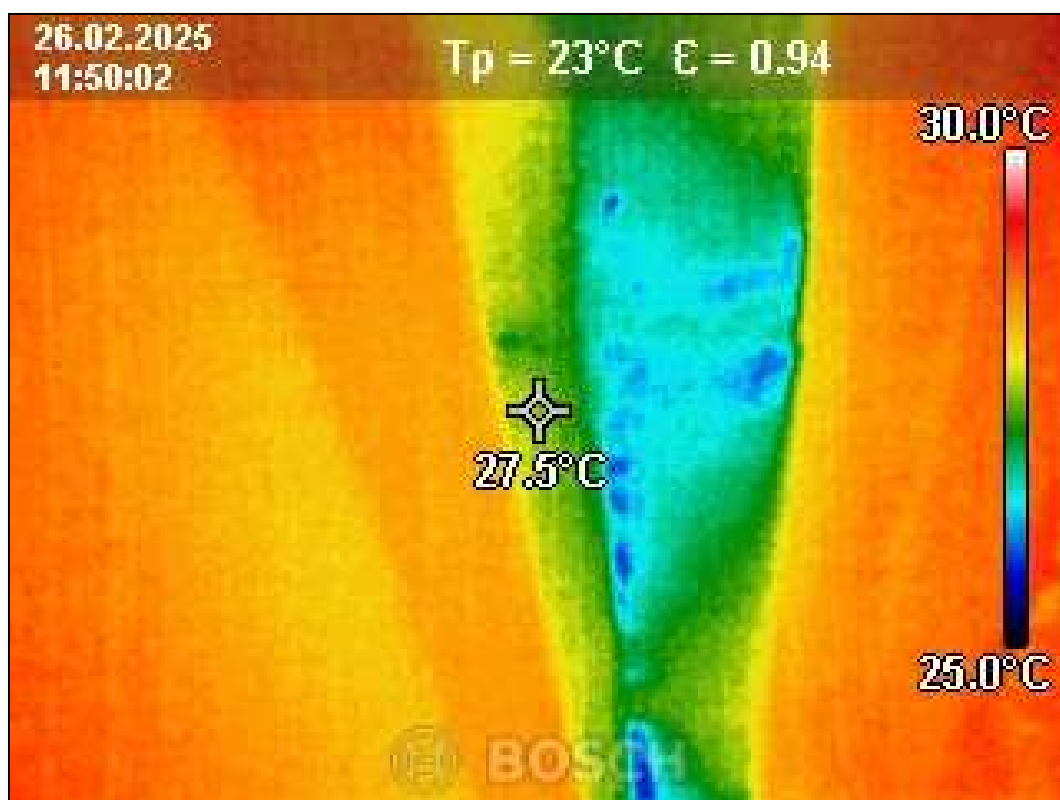
Fot. 49. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



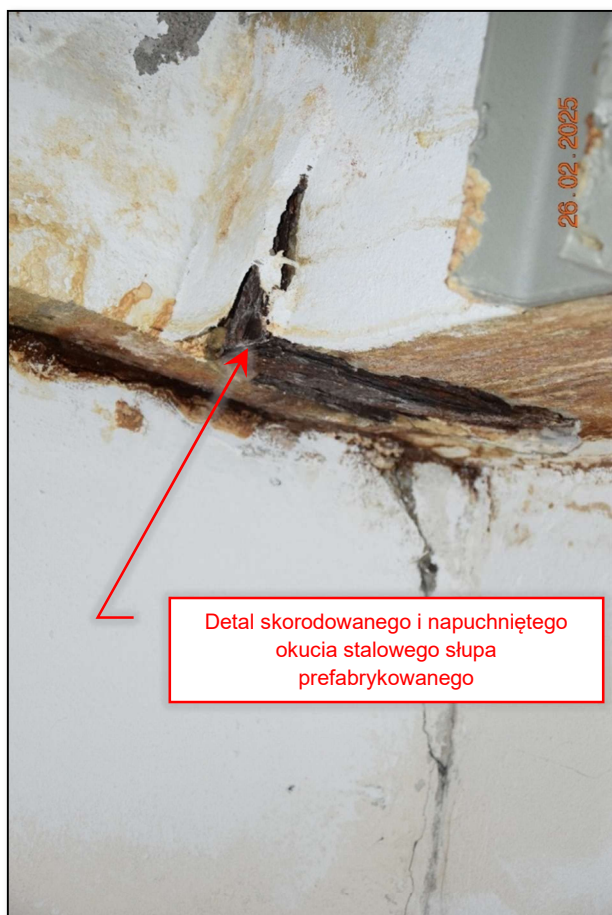
Fot. 50. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 51. Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 52 Obraz termowizyjny zawilgocenia konstrukcji na skutek przerwania hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 55. Inwentaryzacja destrukcji elementów żelbetowych spowodowana oddziaływaniem wody basenowej (fot. Rafał Fit)



Fot. 56. Inwentaryzacja destrukcji elementów żelbetowych spowodowana oddziaływaniem wody basenowej (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Fot. 57. Inwentaryzacja destrukcji elementów żelbetowych spowodowana oddziaływaniem wody basenowej (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Fot. 58. Inwentaryzacja destrukcji elementów żelbetowych spowodowana oddziaływaniem wody basenowej (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzbud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzbud.pl
 M: 698 870 381

10.13 Badania analityczne słupów żelbetowych niecki basenowej

W celu weryfikacji rzeczywistego stanu zachowania konstrukcji przeprowadzono analizy numeryczne dla różnych scenariuszy uszkodzeń najbardziej obciążonego słupa zlokalizowanego pod niecką basenową. Szczegółowej analizie poddano ten element jako najbardziej wytężony spośród składowych konstrukcji.

Obliczenia przeprowadzono przy użyciu specjalistycznego oprogramowania inżynierskiego **Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2025**, w którym zasymulowano różne warianty uszkodzeń oraz stanu technicznego analizowanego słupa.

Dodatkowo wykonano obliczenia kontrolne dla prawidłowo zaprojektowanego słupa, uwzględniając warunki środowiskowe zgodne z klasą ekspozycji **XC1 (niska agresywność środowiska – obecność wilgoci, ale bez ryzyka korozji zbrojenia)**, w celu porównania wyników z modelem rzeczywistym.

Przeprowadzono symulacje obliczeniowe dla pięciu wariantów założeń projektowo-eksploatacyjnych analizowanego słupa żelbetowego. W każdym przypadku uwzględniono siłę osiową o wartości 420 kN – wartość pobrana z opracowania „Ekspertyza techniczna budowlano-konstrukcyjna wraz z istotnymi warunkami dla oceny stanu technicznego i zaleceniami dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale” opracowana przez Biuro budowlane Ankra Sp. z o.o. Obliczeniowa wartość wynosi:

Ciężar niecki basenowej:	$4,22\text{m} \times 3,28\text{m} \times 0,3\text{m} \times 25\text{kN/m}^3$	= 104kN
Ciężar wody:	$4,22\text{m} \times 3,28\text{m} \times 1,9\text{m} \times 10\text{kN/m}^3$	= 263kN
Ciężar okładzin i izolacji c.a 50kg/m ² :	$4,22\text{m} \times 3,28\text{m} \times 0,5\text{kN/m}^2$	= 7kN
Ciężar podciągu:	$4.22\text{m} \times 0,3\text{m} \times 0,4\text{m} \times 25\text{kN/m}^3$	= 13kN
Suma: 104kN+263kN+7kN+13kN		= 387kN

Wartość obciążenia w uprzednio wykonanej ekspertyzie została powiększona dodatkowo o ok 10%

Poniżej przedstawiono szczegółowe parametry modeli obliczeniowych:

[1] Wariant referencyjny – stan rzeczywisty zgodny z dokumentacją projektową:

- Wymiary przekroju: 30 × 30 cm
- Klasa ekspozycji: X0
- Otulina: 3 cm do lica zbrojenia głównego
- Beton: klasa B20
- Stal zbrojeniowa: A-II, A-0
- Zbrojenie główne: 2 × 5 prętów Ø18 mm
- Typ elementu: słup prefabrykowany

[2] Wariant symulacyjny – korozja zbrojenia bez degradacji betonu:

- Wymiary przekroju: 30 × 30 cm
- Klasa ekspozycji: X0
- Otulina: 3 cm
- Beton: klasa B20
- Stal zbrojeniowa: A-II, A-0

- Zbrojenie główne: 2 × 4 pręty Ø10 mm
- Symulacja zakłada: utratę zbrojenia głównego wskutek korozji, bez zmian w wytrzymałości betonu ani ubytków przekroju

[3] Wariant symulacyjny – częściowa degradacja materiałowa i geometryczna:

- Wymiary przekroju: 25 × 25 cm
- Klasa ekspozycji: X0
- Otulina: 1 cm
- Beton: klasa B15
- Stal zbrojeniowa: A-II, A-0
- Zbrojenie główne: 2 × 5 prętów Ø12 mm
- Założenia: lokalna korozja zbrojenia, częściowa utrata przekroju, obniżenie klasy wytrzymałości betonu

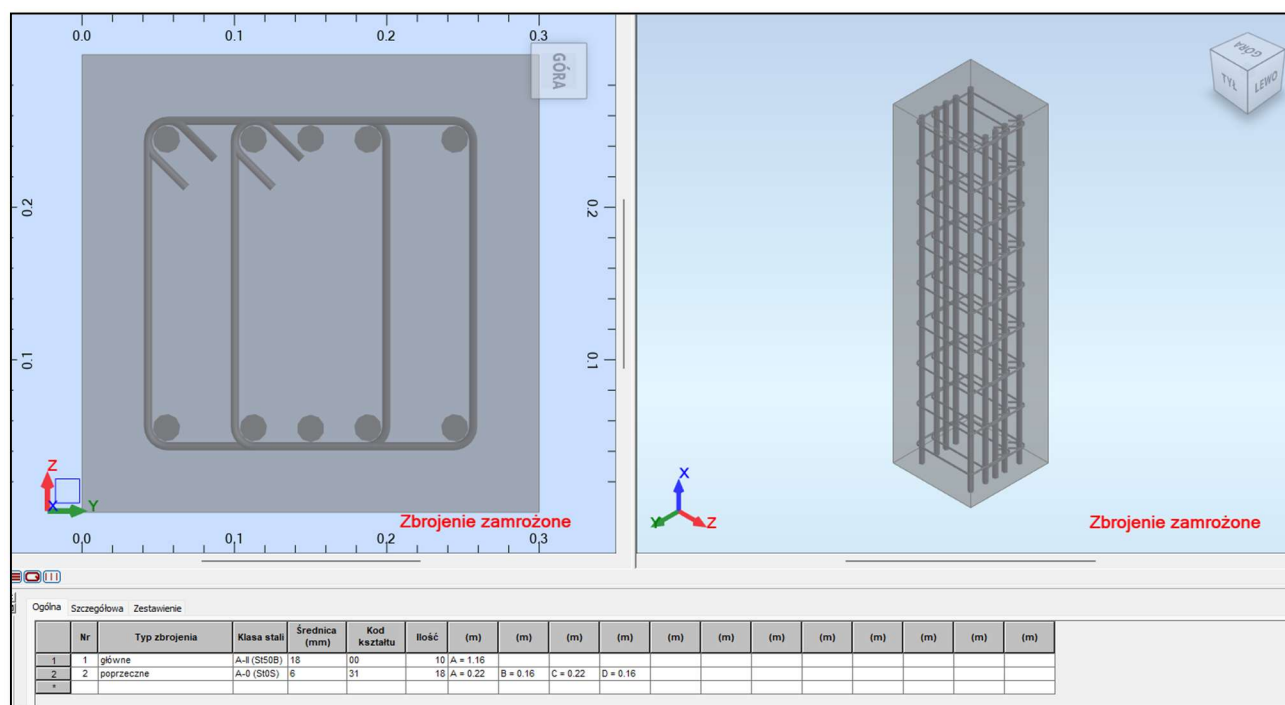
[4] Wariant krytyczny – maksymalna degradacja materiałowa i geometryczna:

- Wymiary przekroju: 25 × 25 cm
- Klasa ekspozycji: X0
- Otulina: 1 cm
- Beton: klasa B15
- Stal zbrojeniowa: A-II, A-0
- Zbrojenie główne: 2 × 5 prętów Ø10 mm
- Założenia: zaawansowana korozja, ubytek przekroju poprzecznego, lokalne odstrzelenie otuliny betonowej

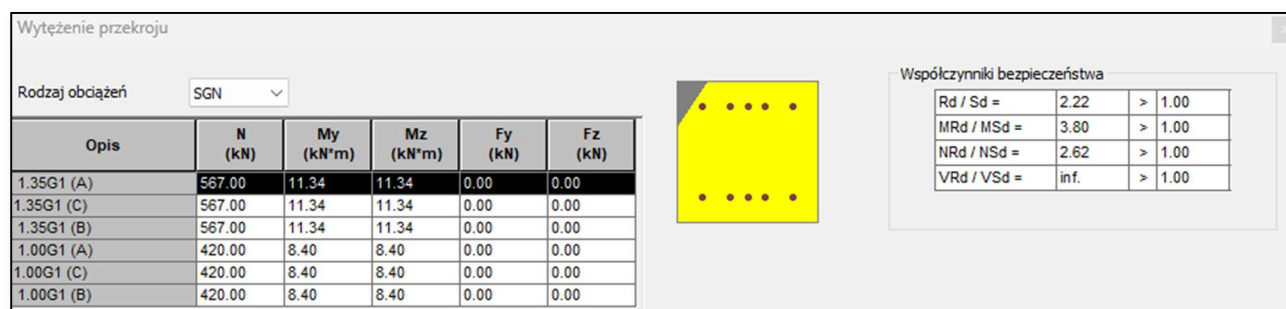
[5] Wariant optymalizacyjny – model projektowy przy założeniu poprawnej klasy ekspozycji:

- Dobór przekroju i materiałów zoptymalizowany do warunków klasy ekspozycji XC1 (niskie ryzyko karbonatyzacji i korozji zbrojenia przy obecności wilgoci)
- Symulacja uwzględnia dobór optymalny ze względu na trwałość i bezpieczeństwo konstrukcji

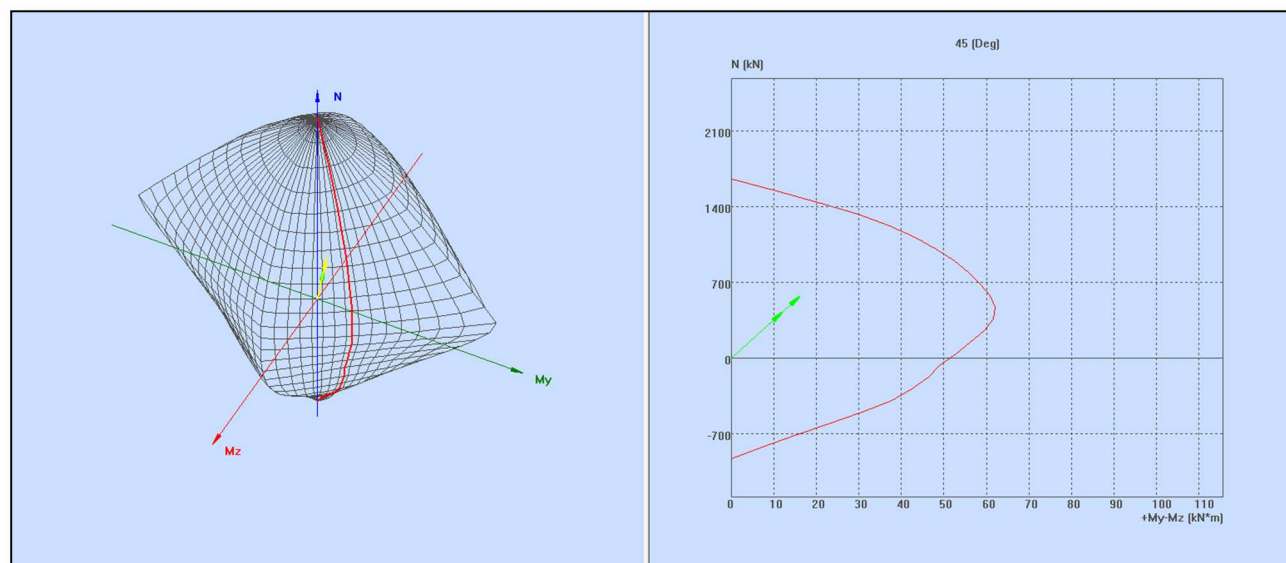
10.13.1 Wariant referencyjny – stan rzeczywisty zgodny z dokumentacją projektową [1]



Fot. 59. Dane geometryczne przekroju i przyjęte zbrojenie – wariant 1.



Fot. 60. Wyniki obliczeniowe dla wariantu 1. Przekrój jest w stanie przenieść zadane obciążenie.



Fot. 61. Wykres interakcji N-M wariant 1.

1 Poziom:

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 3.66$
- Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : X0
- Klasa konstrukcji : S5
- system zapewniania jakości (4.4.1.3(3); A.2.1(1))

2 Słup: Wariant referencyjny – stan rzeczywisty zgodny z dokumentacją projektową

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B20 $f_{ck} = 12.80$ (MPa)
- Zbrojenie podłużne: : A-II (St50B) $f_{yk} = 355.00$ (MPa)
- Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-0 (St0S) $f_{yk} = 220.00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 30.0 x 30.0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L: 1.20 (m)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/Ap3:2018-11
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : tak
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	g	N	MyA	MyB	MyC	MzA	MzB	MzC
			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
G1	stałe(Niekonstrukcyjne)		1	1.35	420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
g- współczynnik obciążenia										

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Wytrzymałość stali zbrojeniowej wykracza poza zakres dopuszczony przez normę - 3.2.2 (3)

Współczynniki bezpieczeństwa Rd/Ed = 2.22 > 1.0

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (B)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 567.00 (kN) Msdy = 0.00 (kN*m) Msdz = 0.00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł dolny

N = 567.00 (kN) N*etotz = 11.34 (kN*m) N*etoty= 11.34 (kN*m)

Mimośród:

		ez (My/N) (cm)	ey (Mz/N) (cm)
początkowy	e0:	0.0	0.0
imperfekcji	ei:	0.3	0.3
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	0.3	0.3
minimalny	eEdmin:	2.0	2.0
całkowity	eEd:	2.0	2.0

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
1.20	1.20	13.86	19.04	Stup krępy

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), pominięcie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
1.20	1.20	13.86	19.04	Stup krępy

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), pominięcie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

2.5.2 Analiza SGU

• Zarysowanie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

N = 420.00 (kN) My = 0.00 (kN*m) Mz = 0.00 (kN*m)

s(N, My, Mz) < s_{cr} (N, My, Mz, A_s = 0)

Wkmax = 0.4 (mm)

Wk = 0.0 (mm) – brak zarysowania konstrukcji

• Naprężenia w stali

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

N = 420.00 (kN) My = 0.00 (kN*m) Mz = 0.00 (kN*m)

s(N, My, Mz) < s_{cr} (N, My, Mz, A_s = 0)

ss_{lim} = 355.00 (MPa)

a_{axis} = 90.00 (Deg)

X_{axis} = 5000000.0 (cm)

ss_{max} = 80.92 (MPa)

y = 15.0 (cm)

z = 5.5 (cm)

ss_{min} = 80.92 (MPa)

y = 15.0 (cm)

z = 24.5 (cm)

ss_{lim}/ss = 4.39

- **Napężenia w betonie**

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$s_{clim} = 5.76 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$$

$$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$$

$$s_{Cmax} = 2.38 \text{ (MPa)}$$

$$s_{Cmin} = 0.00 \text{ (MPa)}$$

$$s_{Clim}/s_{Cmax} = 2.42$$

2.5.3 Zbrojenie:

Rzeczywista powierzchnia

$$A_{sr} = 25.45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$r = 2.83 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-II (St50B)):

$$10 \#18 \quad l = 1.16 \text{ (m)}$$

Zbrojenie poprzeczne: (A-0 (St0S)):

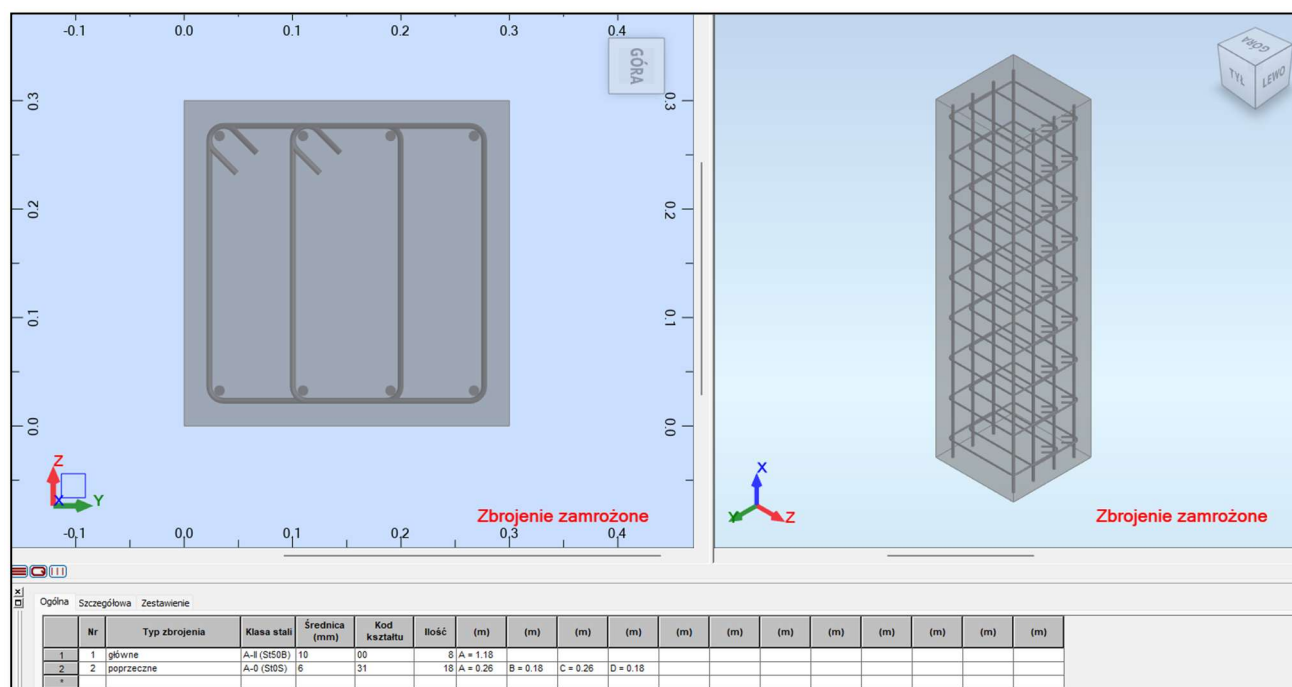
$$\text{strzemiona: } 18 \#6 \quad l = 0.82 \text{ (m)}$$

Wniosek :

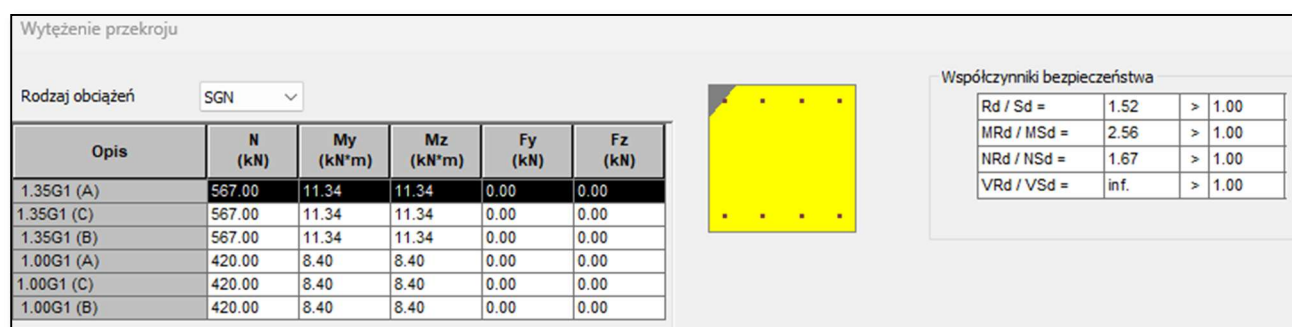
Przekrój posiada 220% zapasu bezpieczeństwa, nie występują nadmierne naprężenia w betonie mogące powodować zarysowania. Wk =

0. Przekrój jest w stanie przenieść zadane obciążenie.

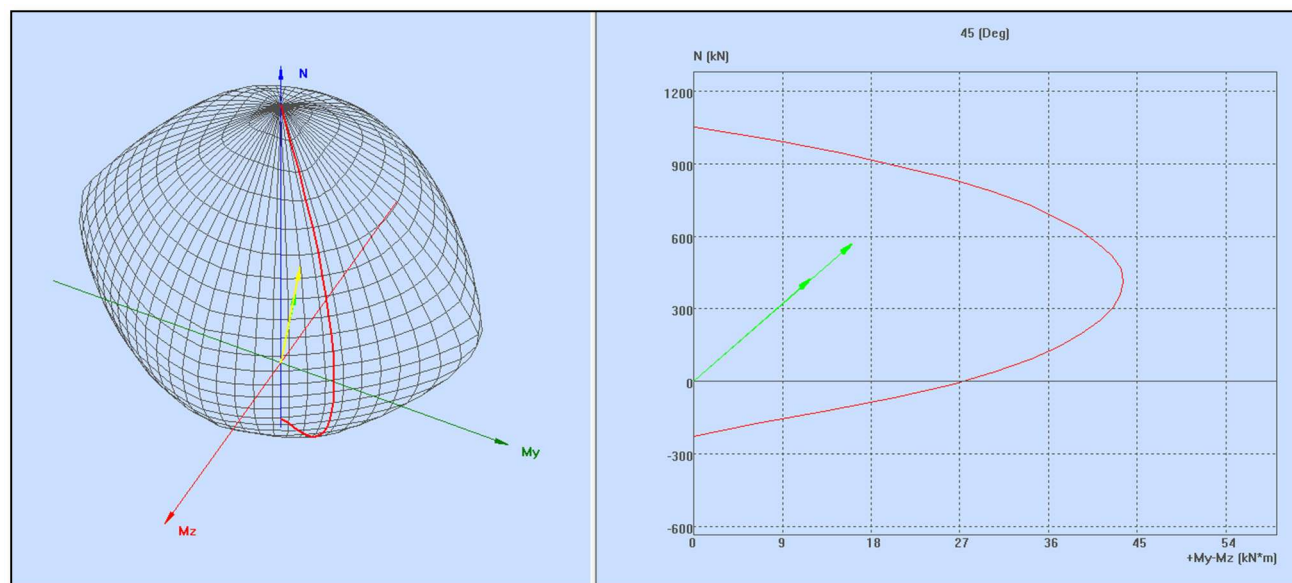
10.13.2 Wariant symulacyjny – korozja zbrojenia bez degradacji betonu [2]



Fot. 62. Dane geometryczne przekroju i przyjęte zbrojenie – wariant 2.



Fot. 63. Wyniki obliczeniowe dla wariantu 2. Przekrój jest w stanie przenieść zadane obciążenie.



Fot. 64. Wykres interakcji N-M wariant 2.

1 Poziom:

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 3.66$
- Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : X0
- Klasa konstrukcji : S5
- system zapewniania jakości (4.4.1.3(3); A.2.1(1))

2 Słup: Wariant symulacyjny – korozja zbrojenia bez degradacji betonu

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B20 $f_{ck} = 12.80$ (MPa)
- Zbrojenie podłużne: : A-II (St50B) $f_{yk} = 355.00$ (MPa)
- Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-0 (St0S) $f_{yk} = 220.00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt : 30.0 x 30.0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L: 1.20 (m)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/Ap3:2018-11
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : tak
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	g	N	MyA	MyB	MyC	MzA	MzB	MzC
			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
G1	stałe(Niekonstrukcyjne)		1	1.35	420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
g- współczynnik obciążenia										

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Wytrzymałość stali zbrojeniowej wykracza poza zakres dopuszczony przez normę - 3.2.2 (3)

Współczynniki bezpieczeństwa $Rd/Ed = 1.52 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (A)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 567.00 (kN) Msdy = 0.00 (kN*m) Msdz = 0.00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł dolny

N = 567.00 (kN) N*etotz = 11.34 (kN*m) N*etoty = 11.34 (kN*m)

Mimośród:

		ez (My/N)	ey (Mz/N)
		(cm)	(cm)
początkowy	e0:	0.0	0.0
imperfekcji	ei:	0.3	0.3
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	0.3	0.3
minimalny	eEdmin:	2.0	2.0
całkowity	eEd:	2.0	2.0

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
1.20	1.20	13.86	13.52	Stup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Metoda nominalnej sztywności

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.06$$

b = 1.23

Nb = (p^2 * EJ) / lo^2 = 13101.79 (kN)

EJ = Kc * Ecd * Jc + Ks * Es * Js = 1911.58 (kN*m2)

jef = 2.71

Jc = 67500.0 (cm4)

Js = 865.8 (cm4)

Kc = 0.01 ()

Ks = 1.00 ()

MEdmin = 11.34 (kN*m)

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Ed \min}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 11.34 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	l	l _{lim}	
1.20	1.20	13.86	13.52	Stup smukły

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Metoda nominalnej sztywności

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.10$$

b = 1.23

Nb = (p^2 * EJ) / lo^2 = 7869.94 (kN)

EJ = Kc * Ecd * Jc + Ks * Es * Js = 1148.24 (kN*m2)

jef = 2.71

Jc = 67500.0 (cm4)

Js = 484.2 (cm4)

Kc = 0.01 ()

Ks = 1.00 ()

MEdmin = 11.34 (kN*m)

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Ed \min}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 11.34 \text{ (kN*m)}$$

2.5.2 Analiza SGU

• Zarysowanie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$W_{kmax} = 0.4 \text{ (mm)}$$

Wk = 0.0 (mm) – brak zarysowania konstrukcji

• Naprężenia w stali

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$s_{lim} = 355.00 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$$

$$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$$

$$s_{max} = 128.29 \text{ (MPa)}$$

$$y = 26.7 \text{ (cm)}$$

$$z = 3.3 \text{ (cm)}$$

$$s_{min} = 128.29 \text{ (MPa)}$$

$$y = 3.3 \text{ (cm)}$$

$$z = 26.7 \text{ (cm)}$$

$$s_{lim}/s = 2.77$$

• Naprężenia w betonie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$s_{lim} = 5.76 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$$

$$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$$

$$s_{max} = 3.77 \text{ (MPa)}$$

$$s_{min} = 0.00 \text{ (MPa)}$$

$$s_{lim}/s_{max} = 1.53$$

2.5.3 Zbrojenie:

Rzeczywista powierzchnia

$$A_{sr} = 6.28 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$r = 0.70 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-II (St50B)):

$$8 \#10 \quad l = 1.16 \text{ (m)}$$

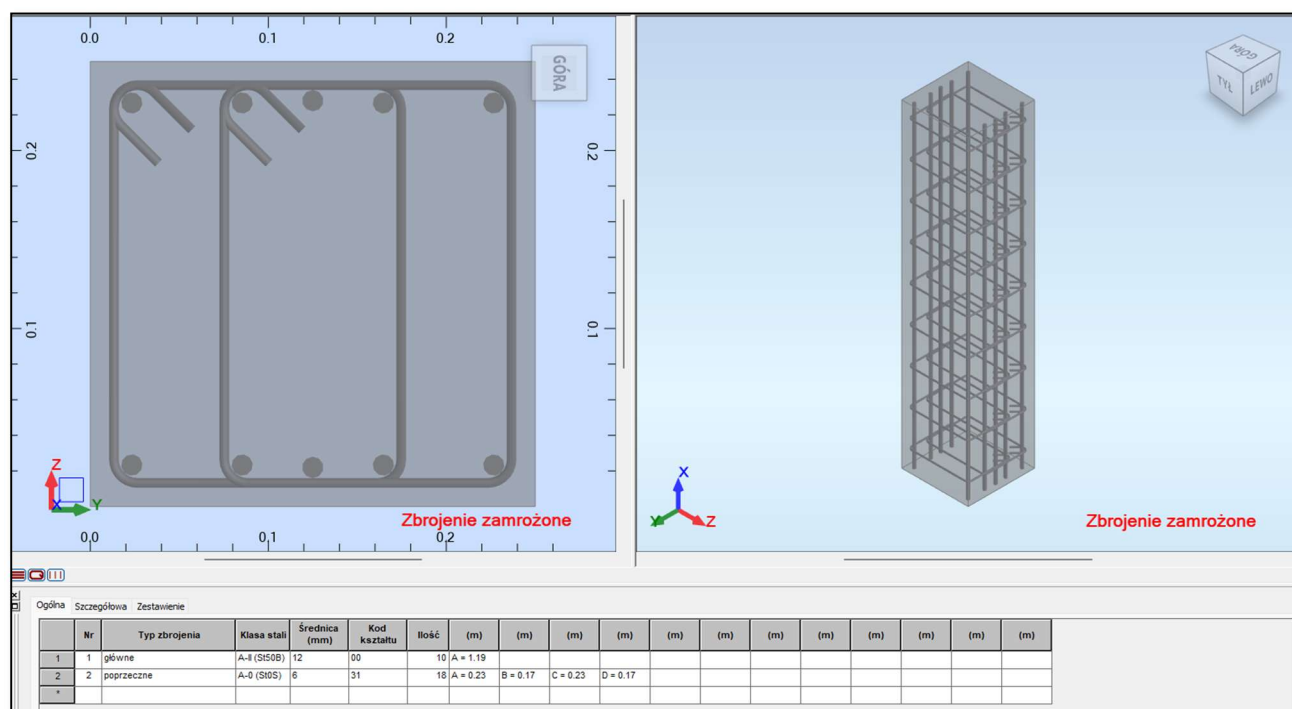
Zbrojenie poprzeczne: (A-0 (St0S)):

$$\text{strzemiona: } 18 \#6 \quad l = 0.82 \text{ (m)}$$

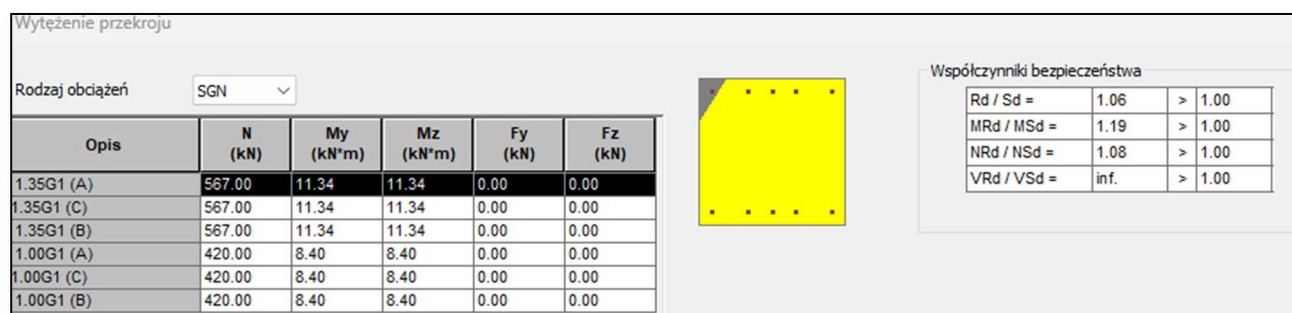
Wniosek :

Przekrój posiada 52% zapasu bezpieczeństwa, nie występują nadmierne naprężenia w betonie mogące powodować zarysowania. wk = 0.

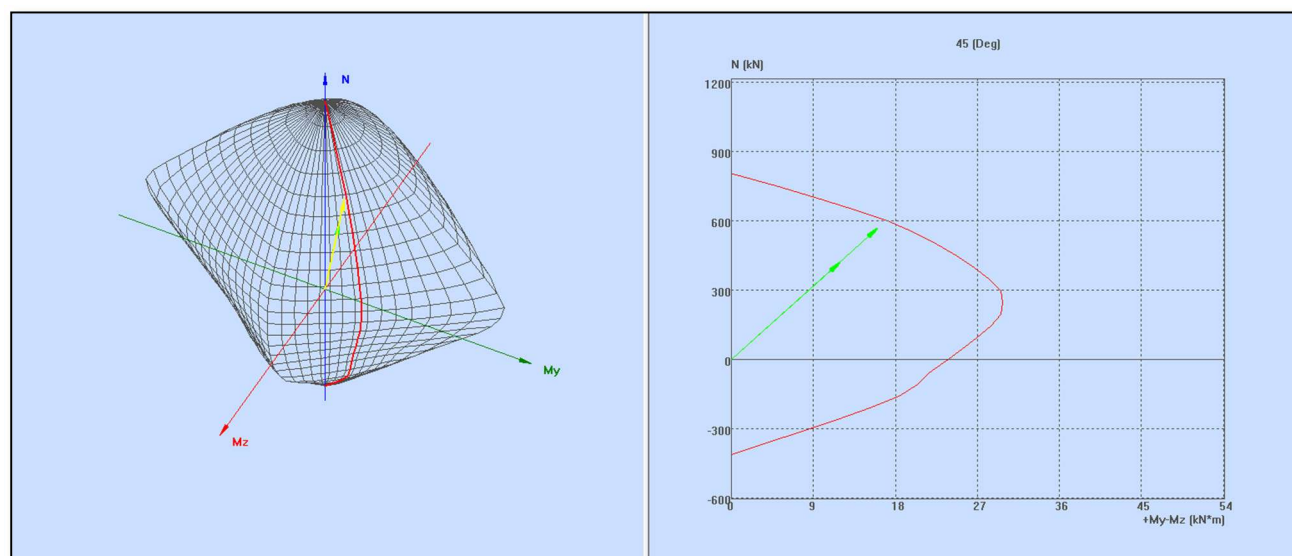
10.13.3 Wariant symulacyjny – częściowa degradacja materiałowa i geometryczna [3]



Fot. 65. Dane geometryczne przekroju i przyjęte zbrojenie – wariant 3.



Fot. 66. Wyniki obliczeniowe dla wariantu 3. Przekrój jest w stanie przenieść zadane obciążenie.



Fot. 67. Wykres interakcji N-M wariant 3.

1 Poziom:

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 4.11$
- Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : X0
- Klasa konstrukcji : S5
- system zapewniania jakości (4.4.1.3(3); A.2.1(1))

2 Słup: Wariant symulacyjny – częściowa degradacja materiałowa i geometryczna

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B15 $f_{ck} = 9.60$ (MPa)
- Zbrojenie podłużne: : A-II (St50B) $f_{yk} = 355.00$ (MPa)
- Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-0 (St0S) $f_{yk} = 220.00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt : 25.0 x 25.0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L: 1.20 (m)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/Ap3:2018-11
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : tak
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	g	N	MyA	MyB	MyC	MzA	MzB	MzC
			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
G1	stałe(Niekonstrukcyjne)		1	1.35	420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
g- współczynnik obciążenia										

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Wytrzymałość stali zbrojeniowej wykracza poza zakres dopuszczony przez normę - 3.2.2 (3)

Wytrzymałość betonu nie spełnia wymagań normowych z uwagi na klasę środowiska: 9.60 MPa < 12.00 MPa - E.1(2).

Układ prętów nie spełnia wymagań dla otuliny

Współczynniki bezpieczeństwa Rd/Ed = 1.06 > 1.0

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (B)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 567.00 (kN) Msdy = 0.00 (kN*m) Msdz = 0.00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł dolny

N = 567.00 (kN) N*etotz = 11.34 (kN*m) N*etoty = 11.34 (kN*m)

Mimośród:

		ez (My/N)	ey (Mz/N)
		(cm)	(cm)
początkowy	e0:	0.0	0.0
imperfekcji	ei:	0.3	0.3
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	0.3	0.3
minimalny	eEdmin:	2.0	2.0
całkowity	eEd:	2.0	2.0

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	I	l _{lim}	
1.20	1.20	16.63	12.53	Stup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Metoda nominalnej sztywności

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.04$$

b = 1.23

Nb = (p^2 * EJ) / lo^2 = 17149.05 (kN)

EJ = Kc * Ecd * Jc + Ks * Es * Js = 2502.09 (kN*m2)

jef = 3.04

Jc = 32552.1 (cm4)

Js = 1175.4 (cm4)

Kc = 0.02 ()

Ks = 1.00 ()

MEdmin = 11.34 (kN*m)

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Ed \min}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 11.34 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	I	l _{lim}	
1.20	1.20	16.63	12.53	Stup smukły

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N * ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

Metoda nominalnej sztywności

$$\left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] = 1.09$$

b = 1.23

Nb = (p^2 * EJ) / lo^2 = 8424.46 (kN)

EJ = Kc * Ecd * Jc + Ks * Es * Js = 1229.15 (kN*m2)

$j_{ef} = 3.04$
 $J_c = 32552.1 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $J_s = 539.0 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $K_c = 0.02 \text{ ()}$
 $K_s = 1.00 \text{ ()}$

$M_{Edmin} = 11.34 \text{ (kN*m)}$

$$M_{Ed} = \max \left\{ M_{Edmin}; \left[1 + \frac{\beta}{(N_B / N) - 1} \right] M_{0Ed} \right\} = 11.34 \text{ (kN*m)}$$

2.5.2 Analiza SGU

• Zarysowanie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$N = 420.00 \text{ (kN)}$ $M_y = 0.00 \text{ (kN*m)}$ $M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$

$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$

$W_{kmax} = 0.4 \text{ (mm)}$

Wk = 0.0 (mm) – brak zarysowania konstrukcji

• Naprężenia w stali

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$N = 420.00 \text{ (kN)}$ $M_y = 0.00 \text{ (kN*m)}$ $M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$

$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$

$ss_{lim} = 355.00 \text{ (MPa)}$

$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$

$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$

$ss_{max} = 154.08 \text{ (MPa)}$

$y = 12.5 \text{ (cm)}$

$z = 2.2 \text{ (cm)}$

$ss_{min} = 154.05 \text{ (MPa)}$

$y = 12.5 \text{ (cm)}$

$z = 22.8 \text{ (cm)}$

$ss_{lim}/ss = 2.30$

• Naprężenia w betonie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$N = 420.00 \text{ (kN)}$ $M_y = 0.00 \text{ (kN*m)}$ $M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$

$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$

$sc_{lim} = 4.32 \text{ (MPa)}$

$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$

$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$

$sc_{max} = 3.93 \text{ (MPa)}$

$sc_{min} = 0.00 \text{ (MPa)}$

$sc_{lim}/sc_{max} = 1.10$

2.5.3 Zbrojenie:

Rzeczywista powierzchnia

$A_{sr} = 11.31 \text{ (cm}^2\text{)}$

Stopień zbrojenia:

$r = 1.81 \%$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-II (St50B)):

10 #12 $l = 1.16 \text{ (m)}$

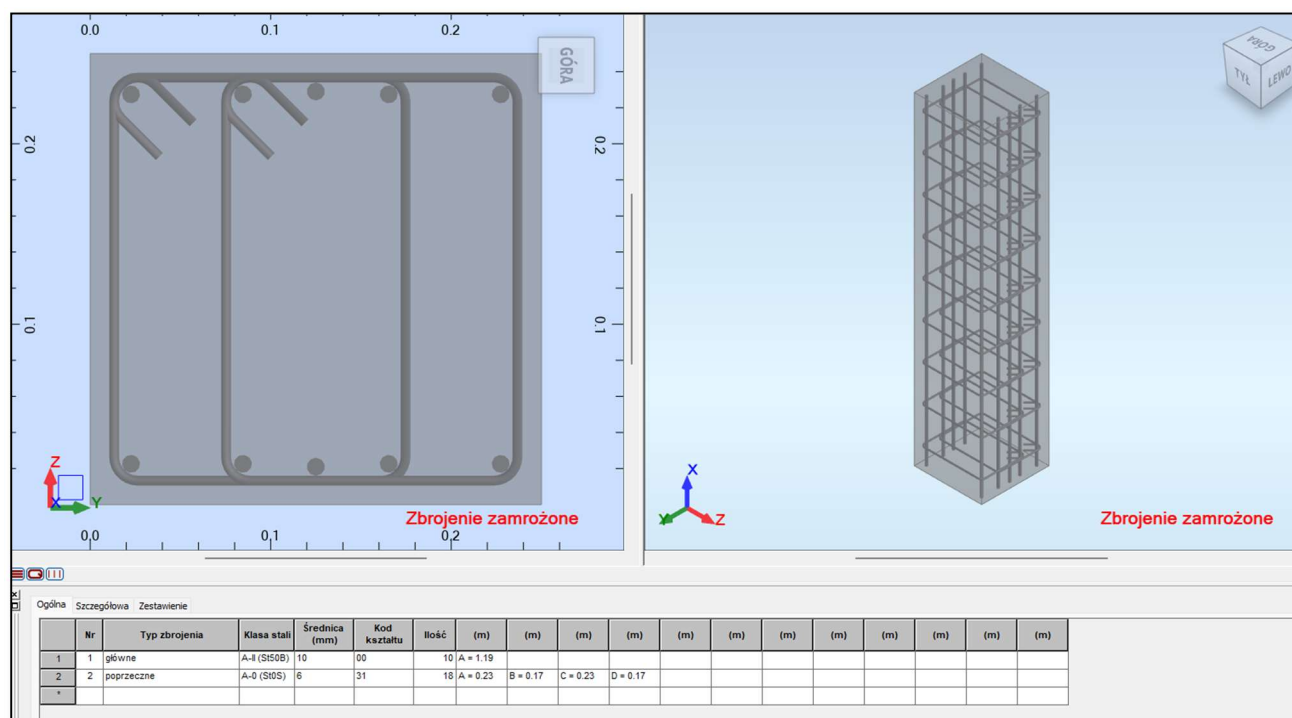
Zbrojenie poprzeczne: (A-0 (St0S)):

strzemiona: 18 #6 $l = 0.82 \text{ (m)}$

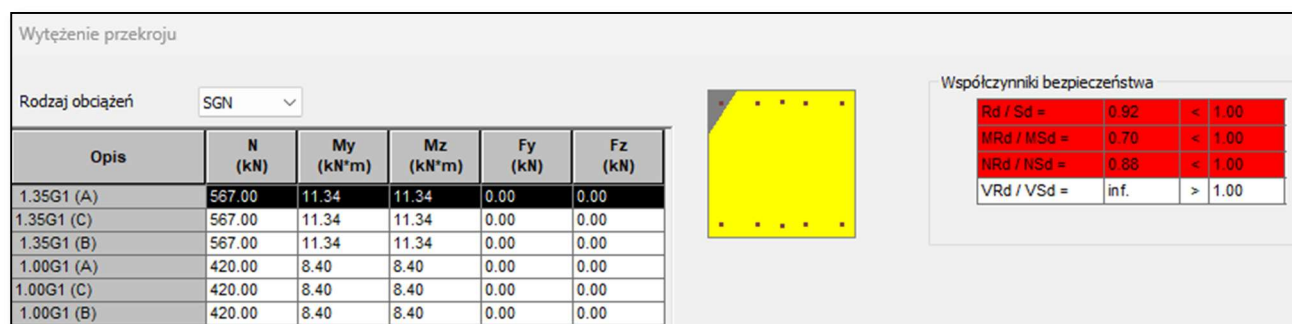
Wniosek :

Przekrój posiada 6% zapasu bezpieczeństwa, nie występują nadmierne naprężenia w betonie mogące powodować zarysowania. $w_k = 0$

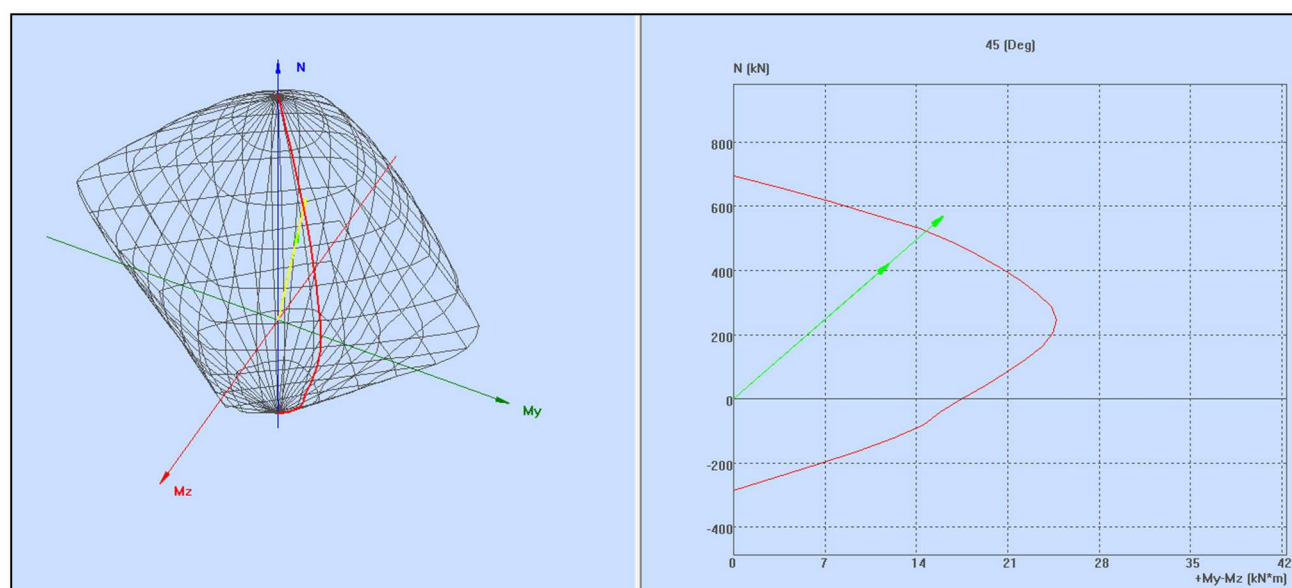
10.13.4 Wariant krytyczny – maksymalna degradacja materiałowa i geometryczna [4]



Fot. 68. Dane geometryczne przekroju i przyjęte zbrojenie – wariant 4.



Fot. 69. Wyniki obliczeniowe dla wariantu 4. Przekrój nie jest w stanie przenieść zadanego obciążenia.



Fot. 70. Wykres interakcji N-M wariant 4.

1 Poziom:

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 4.11$
- Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : X0
- Klasa konstrukcji : S5
- system zapewniania jakości (4.4.1.3(3); A.2.1(1))

2 Słup: Wariant krytyczny – maksymalna degradacja materiałowa i geometryczna

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B15 $f_{ck} = 9.60$ (MPa)
- Zbrojenie podłużne: : A-II (St50B) $f_{yk} = 355.00$ (MPa)
- Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-0 (St0S) $f_{yk} = 220.00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt : 25.0 x 25.0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: : L: 1.20 (m)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/Ap3:2018-11
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : tak
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	g (kN)	N (kN*m)	MyA (kN*m)	MyB (kN*m)	MyC (kN*m)	MzA (kN*m)	MzB (kN*m)	MzC
G1	stałe(Niekonstrukcyjne)		1	1.35	420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
g- współczynnik obciążenia										

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Wytrzymałość stali zbrojeniowej wykracza poza zakres dopuszczony przez normę - 3.2.2 (3)

Wytrzymałość betonu nie spełnia wymagań normowych z uwagi na klasę środowiska: $9.60 \text{ MPa} < 12.00 \text{ MPa}$ - E.1(2).

Przekroczono dopuszczalne naprężenia w betonie: $4.32 < 4.50$ (MPa)

Otulina nie spełnia wymagań normowych: $2.4(\text{cm}) < 2.5(\text{cm})$.

Układ prętów nie spełnia wymagań dla otuliny

Niewystarczająca nośność słupa

Współczynniki bezpieczeństwa $R_d/E_d = 0.92 < 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca:	1.35G1 (C)		
Typ kombinacji:	SGN		
Siły przekrojowe:			
Nsd = 567.00 (kN)	Msd _y = 0.00 (kN*m)	Msd _z = 0.00 (kN*m)	
Siły wymiarujące:			
węzeł dolny			
N = 567.00 (kN)	N*etot _z = 11.34 (kN*m)	N*etot _y = 11.34 (kN*m)	

Mimośród:		ez (My/N) (cm)	ey (Mz/N) (cm)
początkowy	e0:	0.0	0.0
imperfekcji	ei:	0.3	0.3
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	0.3	0.3
minimalny	eEdmin:	2.0	2.0
całkowity	eEd:	2.0	2.0

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	I	l _{lim}	
1.20	1.20	16.63	11.27	Stup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m) MC = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój środkowy słupa, pominięcie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

M0 = max(|M0e|, |M0emin|) = 0.00 (kN*m)

M0e = 0.6*M02 + 0.4*M01 = 0.00 (kN*m)

M0emin = 0.4*M02 = 0.00 (kN*m)

M01 = min(|MA|, |MB|)

M02 = max(|MA|, |MB|)

|MA| > |MB| → M01 = MB, M02 = MA

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0.5*(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	I	l _{lim}	
1.20	1.20	16.63	11.27	Stup smukły

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m) MC = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój środkowy słupa, pominięcie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

M0 = max(|M0e|, |M0emin|) = 0.00 (kN*m)

M0e = 0.6*M02 + 0.4*M01 = 0.00 (kN*m)

M0emin = 0.4*M02 = 0.00 (kN*m)

M01 = min(|MA|, |MB|)

M02 = max(|MA|, |MB|)

|MA| > |MB| → M01 = MB, M02 = MA

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0.5*(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

2.5.2 Analiza SGU

• Zarysowanie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$W_{kmax} = 0.4 \text{ (mm)}$$

$$W_k = 0.0 \text{ (mm)} - \text{brak zarysowania konstrukcji}$$

• Naprężenia w stali

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$s_{lim} = 355.00 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$$

$$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$$

$$s_{max} = 176.46 \text{ (MPa)}$$

$$y = 12.5 \text{ (cm)}$$

$$z = 2.1 \text{ (cm)}$$

$$s_{min} = 176.46 \text{ (MPa)}$$

$$y = 12.5 \text{ (cm)}$$

$$z = 22.9 \text{ (cm)}$$

$$s_{lim}/s = 2.01$$

• Naprężenia w betonie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$s_{lim} = 4.32 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$$

$$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$$

$$s_{max} = 4.50 \text{ (MPa)}$$

$$s_{min} = 0.00 \text{ (MPa)}$$

$$s_{lim}/s_{max} = 0.96$$

2.5.3 Zbrojenie:

Rzeczywista powierzchnia

$$A_s = 7.85 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$r = 1.26 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-II (St50B)):

$$10 \#10 \quad l = 1.16 \text{ (m)}$$

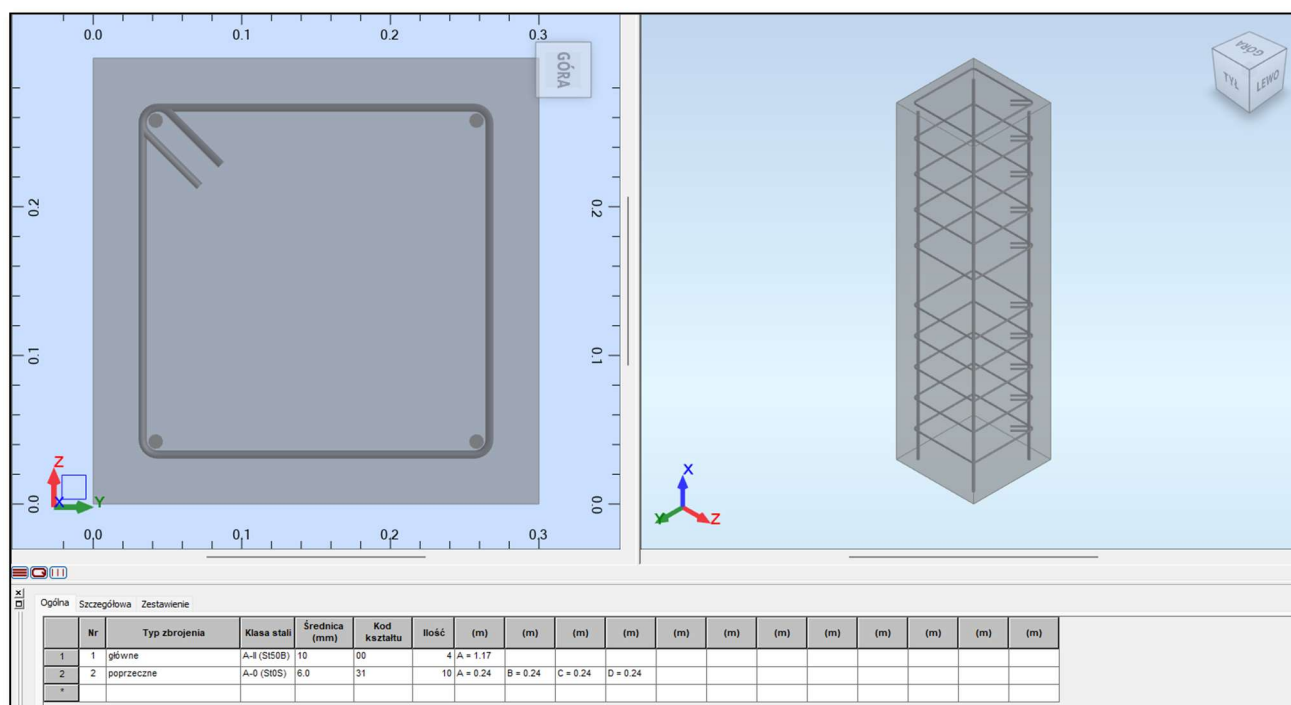
Zbrojenie poprzeczne: (A-0 (St0S)):

$$\text{strzemiona: } 18 \#6 \quad l = 0.82 \text{ (m)}$$

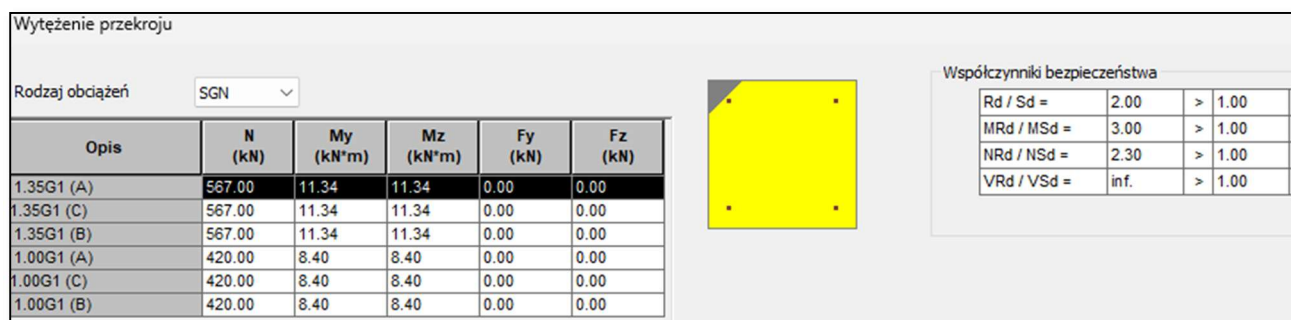
Wniosek :

Przy kompletnym odspojeniu otuliny betonowej ze wszystkich stron, odsłonięciu głównych prętów zbrojeniowych, utracie przekroju zbrojenia z #18 do #10, utrata właściwości wytrzymałościowych betonu z B20 na B15 przekrój dopiero traci możliwość przeniesienia zadanego obciążenia. Przy tak założonych parametrach nośność przekroju wynosi 92%.

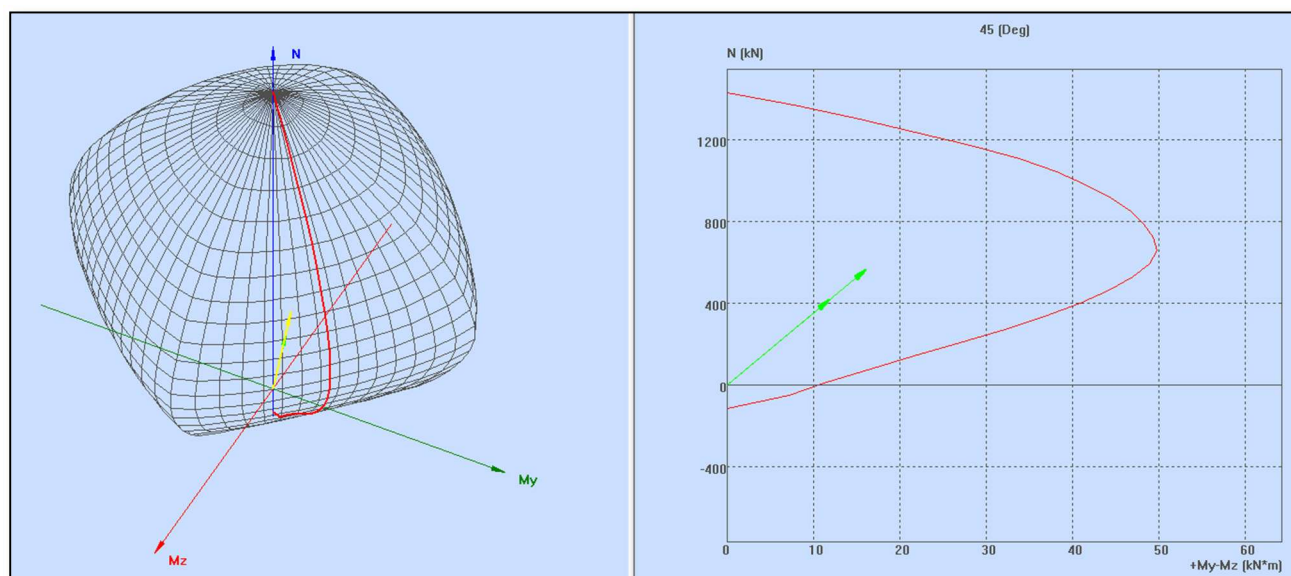
10.13.5 Wariant optymalizacyjny – model projektowy przy założeniu poprawnej klasy ekspozycji [5]



Fot. 71. Dane geometryczne przekroju i przyjęte zbrojenie – wariant 5.



Fot. 72. Wyniki obliczeniowe dla wariantu 5. Przekrój jest w stanie przenieść zadane obciążenie.



Fot. 73. Wykres interakcji N-M wariant 1.

1 Poziom:

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 3.16$
- Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : XC1
- Klasa konstrukcji : S5
- system zapewniania jakości (4.4.1.3(3); A.2.1(1))

2 Słup: Wariant optymalizacyjny – model projektowy przy założeniu poprawnej klasy ekspozycji

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B30 $f_{ck} = 20.00$ (MPa)
- Zbrojenie podłużne: : A-II (St50B) $f_{yk} = 355.00$ (MPa)
- Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-0 (St0S) $f_{yk} = 220.00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 30.0 x 30.0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L: 1.20 (m)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/Ap3:2018-11
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : tak
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	g	N	MyA	MyB	MyC	MzA	MzB	MzC
			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
G1	stałe(Niekonstrukcyjne)		1	1.35	420.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
g- współczynnik obciążenia										

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Współczynniki bezpieczeństwa $Rd/Ed = 2.00 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (A)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 567.00 (kN) Msdy = 0.00 (kN*m) Msdz = 0.00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł dolny

N = 567.00 (kN) N*etotz = 11.34 (kN*m) N*etoty= 11.34 (kN*m)

Mimośród:

		ez (My/N) (cm)	ey (Mz/N) (cm)
początkowy	e0:	0.0	0.0
imperfekcji	ei:	0.3	0.3
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	0.3	0.3
minimalny	eEdmin:	2.0	2.0
całkowity	eEd:	2.0	2.0

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	I	Ilim	
1.20	1.20	13.86	15.70	Stup krępy

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), pominięcie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	I	Ilim	
1.20	1.20	13.86	15.70	Stup krępy

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

MA = 0.00 (kN*m) MB = 0.00 (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), pominięcie wpływu smukłości

M0 = 0.00 (kN*m)

ei = q1 * lo/2 = 0.3 (cm)

q1 = qo * ah * am = 0.01

qo = 0.01

ah = 1.00

am = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ei = 1.70 (kN*m)

MEdmin = 11.34 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin, M0 + Ma) = 11.34 (kN*m)

2.5.2 Analiza SGU

• Zarysowanie

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

N = 420.00 (kN) My = 0.00 (kN*m) Mz = 0.00 (kN*m)

s(N, My, Mz) < s_{cr}(N, My, Mz, A_s = 0)

Wkmax = 0.4 (mm)

Wk = 0.0 (mm) – brak zarysowania konstrukcji

• Naprężenia w stali

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

N = 420.00 (kN) My = 0.00 (kN*m) Mz = 0.00 (kN*m)

s(N, My, Mz) < s_{cr}(N, My, Mz, A_s = 0)

ss_{lim} = 355.00 (MPa)

a_{axis} = 90.00 (Deg)

x_{axis} = 5000000.0 (cm)

ss_{max} = 117.90 (MPa)

y = 4.2 (cm)

z = 4.2 (cm)

ss_{min} = 117.90 (MPa)

y = 4.2 (cm)

z = 25.8 (cm)

ss_{lim}/ss = 3.01

- **Napężenia w betonie**

Kombinacja wymiarująca: 1.00G1 (A) (QPR)

Siły przekrojowe:

$$N = 420.00 \text{ (kN)} \quad M_y = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad M_z = 0.00 \text{ (kN*m)}$$

$$s(N, M_y, M_z) < s_{cr}(N, M_y, M_z, A_s = 0)$$

$$s_{clim} = 9.00 \text{ (MPa)}$$

$$\alpha_{axis} = 90.00 \text{ (Deg)}$$

$$x_{axis} = 5000000.0 \text{ (cm)}$$

$$s_{Cmax} = 4.26 \text{ (MPa)}$$

$$s_{Cmin} = 0.00 \text{ (MPa)}$$

$$s_{Clim}/s_{Cmax} = 2.12$$

2.5.3 Zbrojenie:

Rzeczywista powierzchnia

$$A_{sr} = 3.14 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$r = 0.35 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-II (St50B)):

$$4 \#10 \quad l = 1.16 \text{ (m)}$$

Zbrojenie poprzeczne: (A-0 (St0S)):

$$\text{strzemiona: } 10 \#6 \quad l = 0.82 \text{ (m)}$$

Wniosek :

Przekrój posiada 200% zapasu bezpieczeństwa, nie występują nadmierne naprężenia w betonie mogące powodować zarysowania. Wk = 0

10.14 Ocena techniczna elementów konstrukcyjnych obiektu – podsumowanie obserwacji i analiz

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej oraz analizy stanu technicznego obiektu po 35 latach eksploatacji, z uwzględnieniem oceny stanu ustrojów nośnych (w tym występowania rys, pęknięć, nadmiernych ugięć, spękań w okolicach podpór, deformacji posadzek, zawilgoceń ścian i słupów), a także przeprowadzonych analiz numerycznych, stwierdza się, że:

- Większość elementów nośnych zachowuje się prawidłowo, bez oznak przekroczenia stanów granicznych nośności oraz użytkowości.
- Zidentyfikowano zaawansowaną degradację belek żelbetowych podpierających strop „plaży basenowej”.

Uszkodzenia te pojawiły się po incydencie związanym z uszkodzeniem ciężkiej hydroizolacji z laminatu epoksydowego, do którego doszło podczas wymiany rusztów przelewowych.

Działanie agresywnego środowiska wody basenowej doprowadziło do przyspieszonej degradacji otuliny betonowej oraz korozji stali zbrojeniowej. Widoczne są odspojenia i ubytki otuliny; w miejscach odsłonięcia zbrojenia zaobserwowano zaawansowaną korozję. Utrata przyczepności między stalą a betonem prowadzi do obniżenia nośności tych elementów.

W związku z zaawansowanym stopniem degradacji części elementów, rekomenduje się rozważenie inwazyjnych metod naprawczych, takich jak:

- wymiana głównego zbrojenia,
- zastosowanie betonów natryskowych z zewnętrznym zbrojeniem w postaci taśm z włókien węglowych (CFRP).

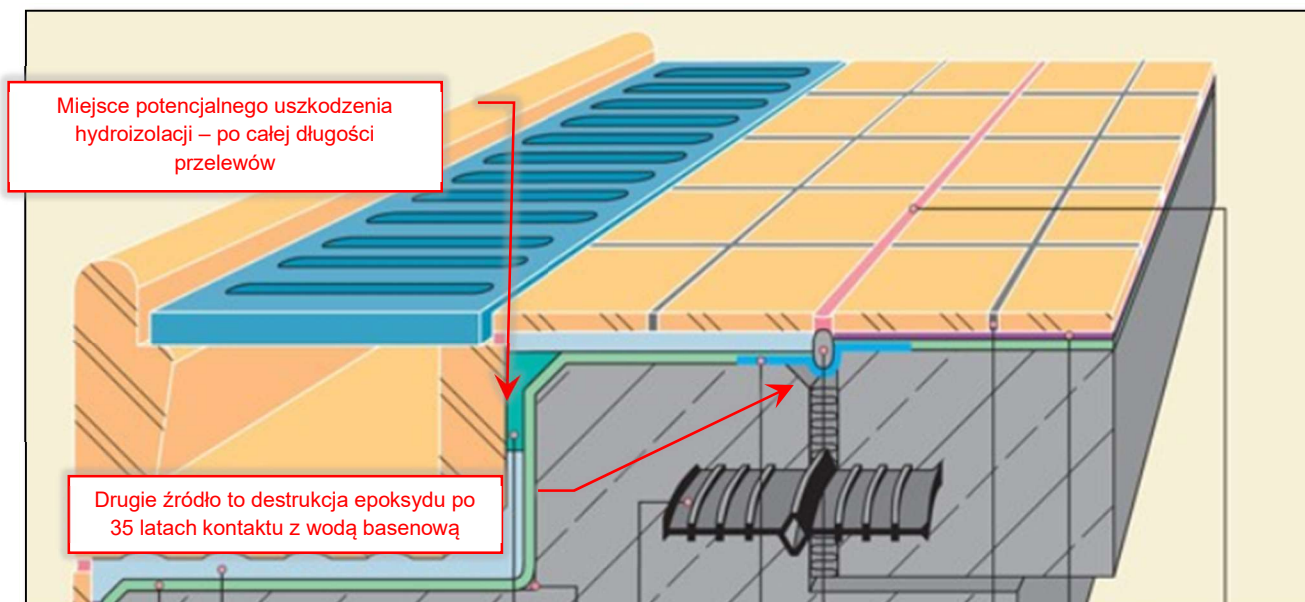
Ze względu na postępujące przecieki w coraz szerszym obszarze, zaleca się wymianę całej hydroizolacji basenu oraz okładzin ceramicznych. Przewidywany okres eksploatacji tych elementów (30 lat) został już przekroczony, co znacząco zwiększa ryzyko wystąpienia kosztownych awarii.

Przeprowadzona analiza obliczeniowa wykazała, że słupy żelbetowe oraz belki podpierające nieckę basenową zostały przewymiarowane ponad dwukrotnie. Dopiero całkowita utrata otuliny oraz znaczna korozja zbrojenia (np. redukcja średnicy prętów z Ø18 do Ø10) może doprowadzić do stanu awaryjnego zagrażającego bezpieczeństwu użytkowników.

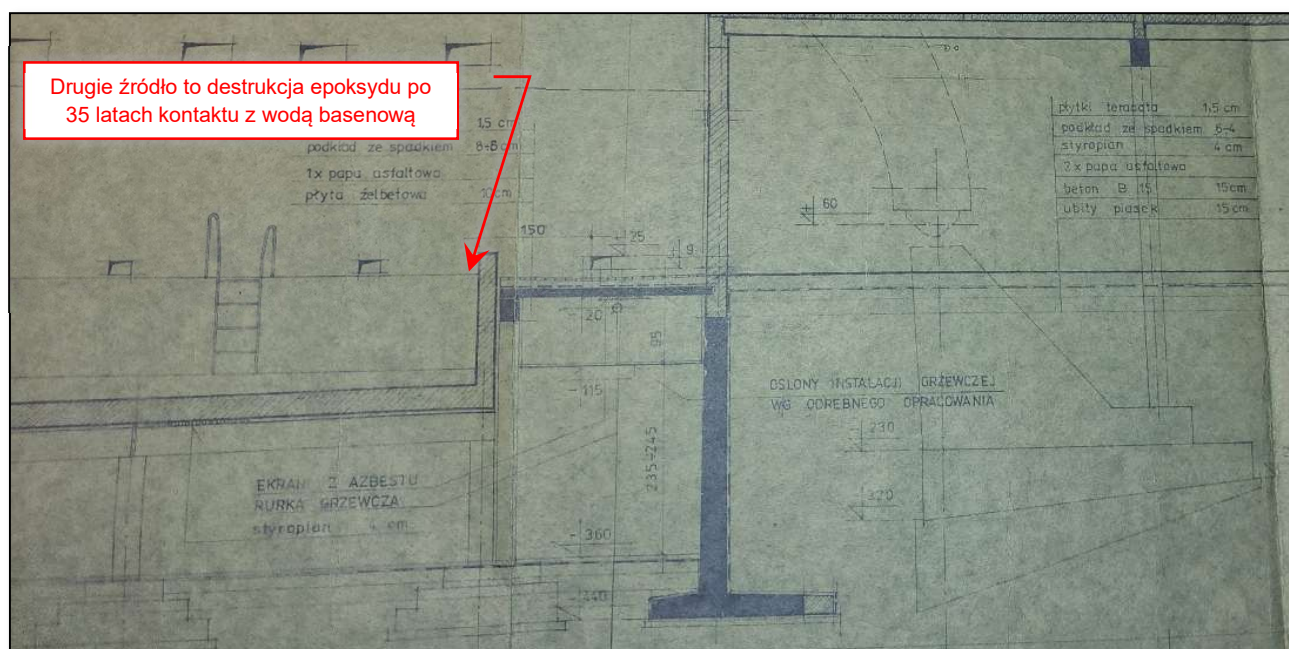
Obiekt znajduje się w klasie ekspozycji X0 lub XC1, co oznacza brak bezpośredniego zagrożenia agresją chemiczną i korozją. W pomieszczeniu technicznym panuje stabilna temperatura (+26°C), niska wilgotność oraz brak przecieków z gruntu. Sporadyczne awarie instalacji, o ile są szybko usuwane, nie mają istotnego wpływu na stan konstrukcji.

Na podstawie analizy dokumentacji, pomiarów grubości otulin oraz porównania z podobnymi budynkami z tego okresu, żywotność konstrukcji nośnej oszacowano na około 50 lat. Po 35 latach użytkowania (czyli ok. 70–75% założonego okresu trwałości), nie występuje zagrożenie katastrofą budowlaną. Pod warunkiem regularnych przeglądów technicznych i bieżących napraw usterek, możliwe będzie dalsze bezpieczne użytkowanie obiektu.

Zaleca się pilne wykonanie prac remontowych w rejonach zidentyfikowanych uszkodzeń żelbetu, co jest niezbędne do przedłużenia trwałości konstrukcji i zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji.



Fot. 74. Detal prawidłowego doszczelnienia dylatacji niecek basenowych



Fot. 75. Archiwalna dokumentacja projektowa. Brak detailu rozwiązania dylatacji obwodowej niecki basenowej

11 ANALIZA STANU ZACHOWANIA KONSTRUKCJI NOŚNEJ HALI

11.1 Opis rozwiązań projektowych

Opis konstrukcji nośnej hali

Podstawową konstrukcję nośną hali stanowią trójprzegubowe łuki wykonane z drewna klejonego warstwowo, o osiowej rozpiętości 36,00 m i wysokości w osi 8,00 m. Łuki rozmieszczone są w odstępach co 4,80 m. Każdy z nich zakotwiczony jest do żelbetowych bloków fundamentowych, posadowionych na rzędnej +0,60 m, za pośrednictwem stalowych przegubów w formie wideł ze sworzniami o średnicy 45 mm, wykonanych ze stali 18G2AV.

Każdy łuk składa się z dwóch połówek o dolnej krawędzi o krzywiznie zbliżonej do wycinka koła. Długość osiowa jednej połowy łuku wynosi 21 361 mm, przy szerokości przekroju 180 mm. Wysokość przekroju zmienia się wzdłuż długości łuku:

- 1 116 mm w miejscu podparcia,
- 1 364 mm w miejscu największej krzywizny,
- 744 mm w kalenicy.

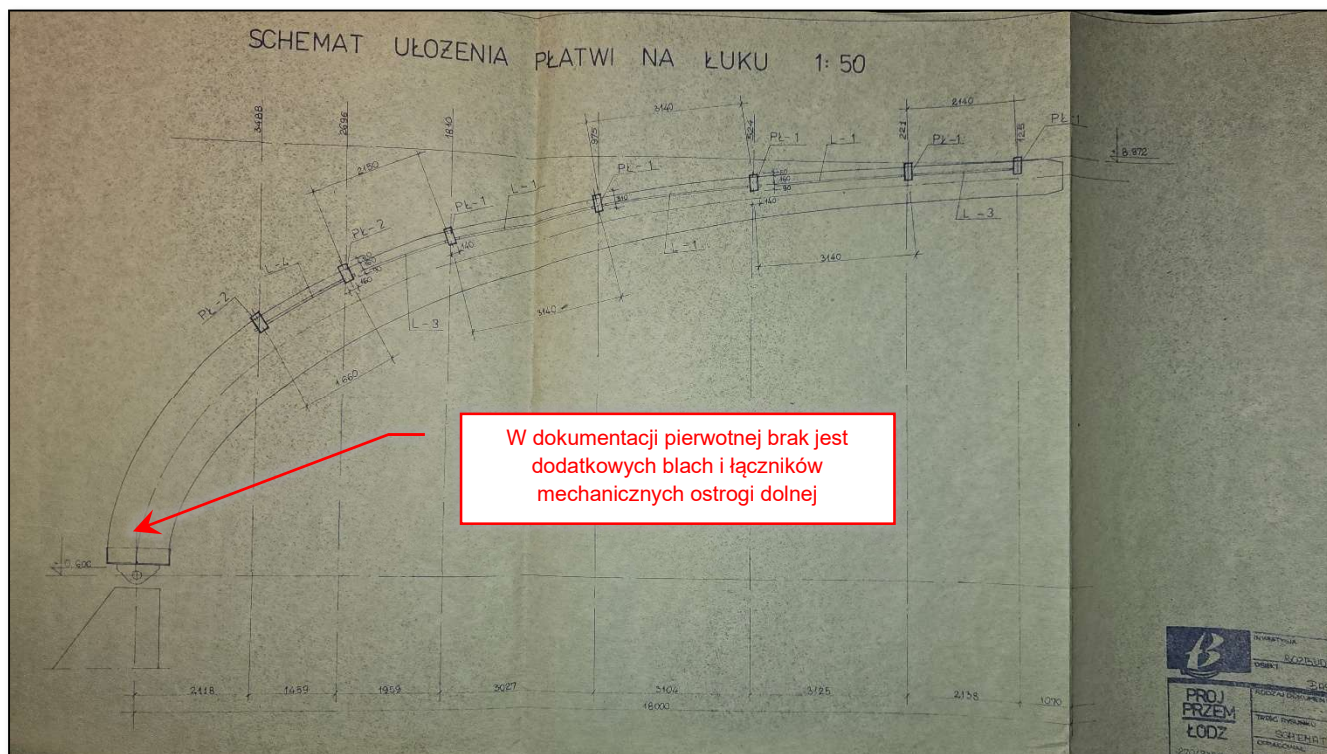
Pomiędzy łukami rozmieszczono płatwie z drewna klejonego warstwowo o przekrojach 140×310 mm oraz 160×310 mm, w rozstawach osiowych: 1 660 mm, 2 140 mm, 2 150 mm, 2 160 mm i 3 140 mm. Płatwie osadzono 250 mm poniżej górnej krawędzi dźwigarów. Do montażu blachy fałdowej typu T55x188–750 o grubości 0,75 mm zastosowano listwy drewniane o przekroju 50×40 mm.

Płatwie przymocowano do dźwigarów za pomocą stalowych, ocynkowanych uchwytów typu „but ciesielski” o grubości 2 mm, przy użyciu gwoździ o wymiarach 40×110 mm oraz 3,5×90 mm.

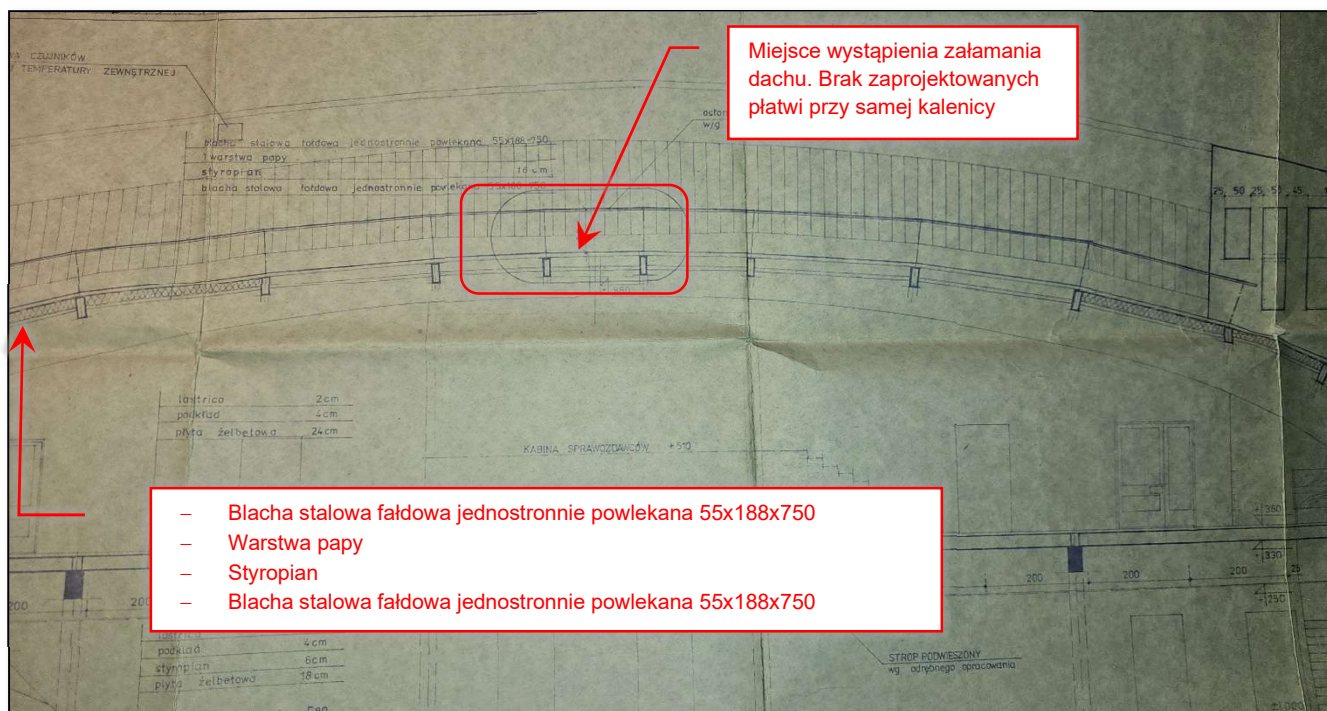
Drewno klejone wykonano z tarcicy iglastej klasy III i IV. Użyto desek o grubości 31 mm (po struganiu), klejonych klejem rezorcynowym.

Stężenia połaciowe wykonano z krzyżujących się ściąągów stalowych o średnicy 16 mm i 20 mm (stal A-0), natomiast stężenia pionowe wykonano z rur stalowych gorącowalcowanych fi 38×5 mm, połączonych przy użyciu elementów blaszanych.

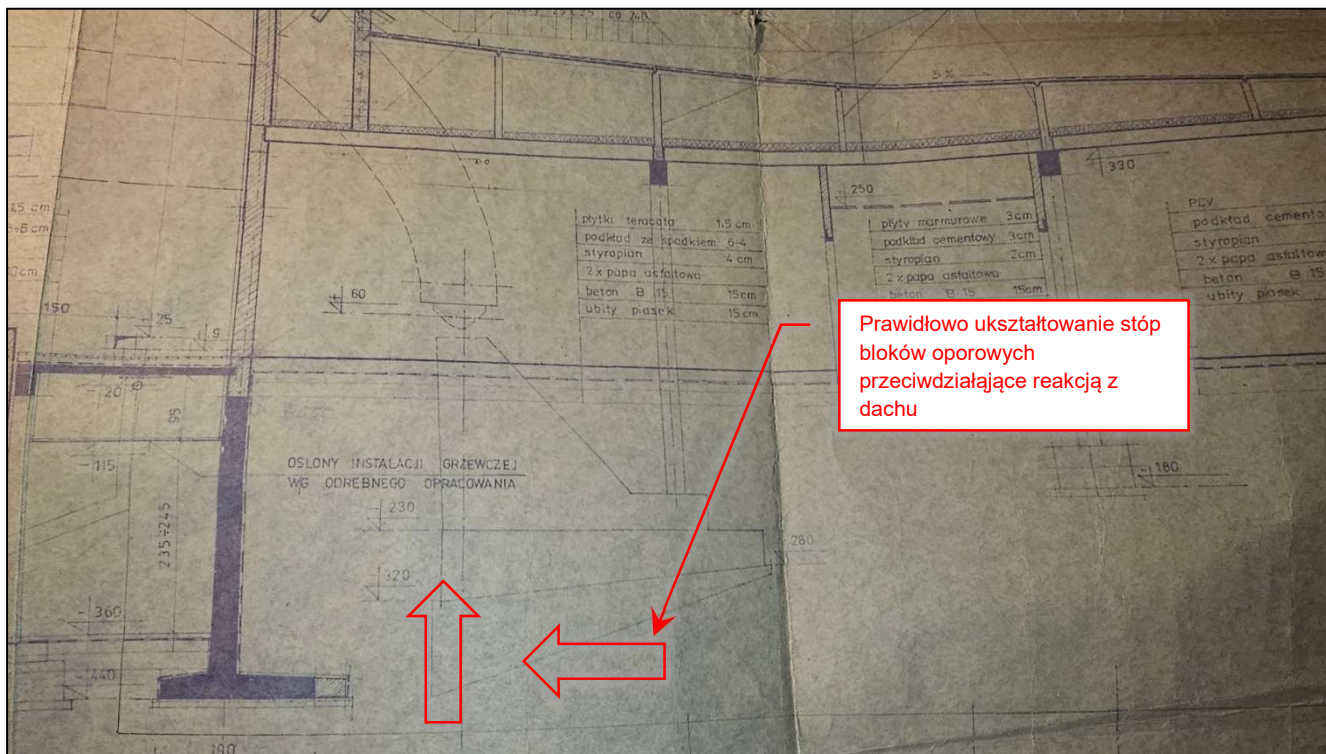
11.2 Analiza dokumentacji projektowej



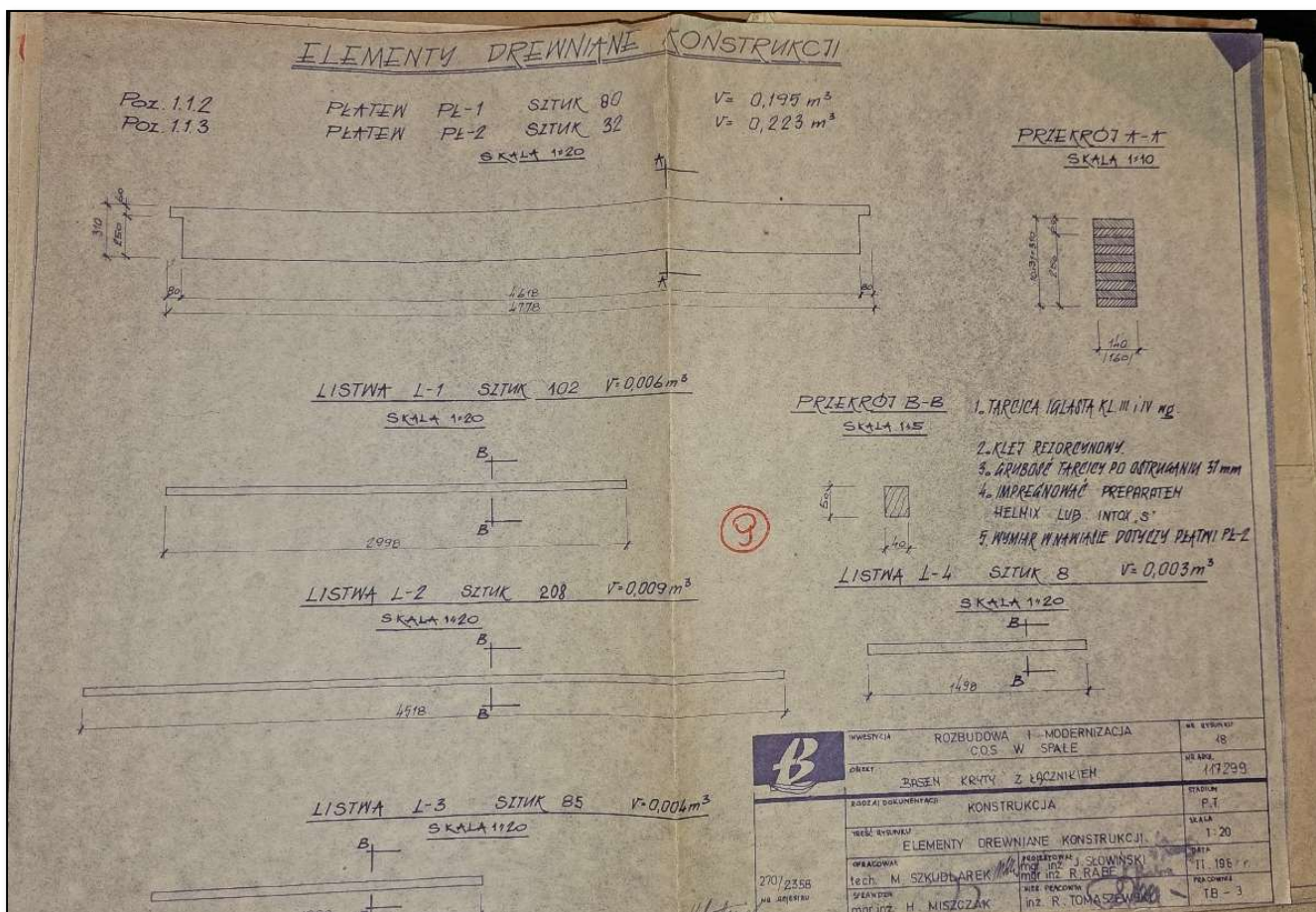
Fot. 76. Archiwalna dokumentacja projektowa. Schemat konstrukcji dźwigara i ułożenia płatwi z drewna klejonego.



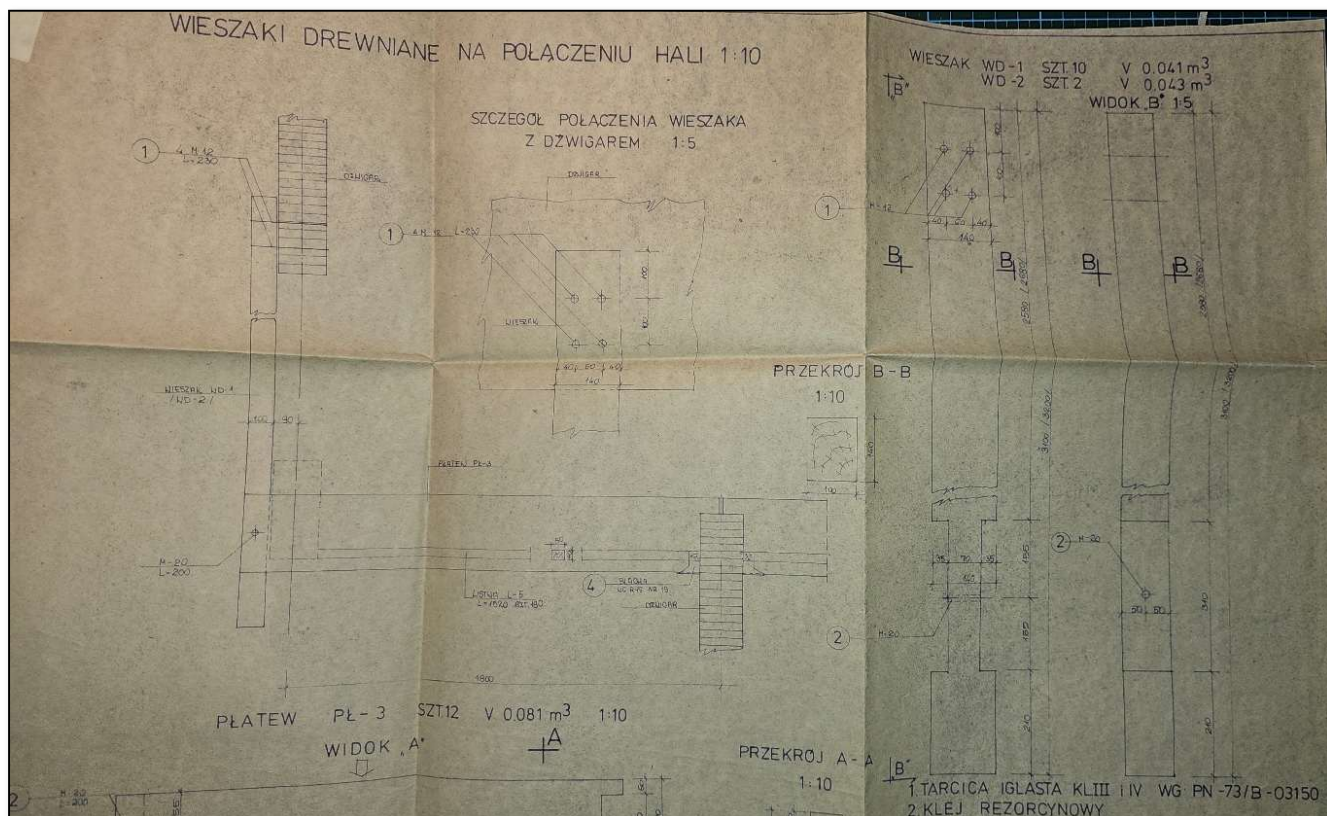
Fot. 77. Detal połączenia przegubowego dźwigarów w zworniku. Dokumentacja archiwalna.



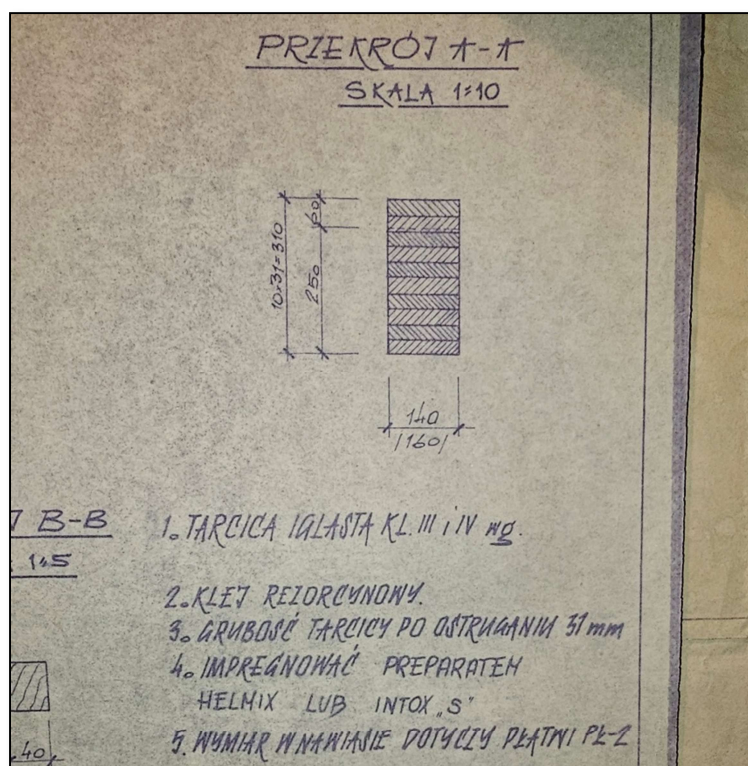
Fot. 78. detal połączenia dźwigara z blokiem oporowym. Dokumentacja archiwalna



Fot. 79. Detal konstrukcji płatwi drewnianych oraz listew montażowych dla spodniej warstwy blachy trapezowej. Dokumentacja archiwalna



Fot. 80. Detal osadzenia płatwi dachowych za pomocą łączników ciesielskich na dźwigarach. Dokumentacja archiwalna.



Fot. 81. Detal konstrukcji klejonych płatwi dachowych. Dokumentacja archiwalna.

11.3 Schemat statyczny, zasady pracy i wykresy sił wewnętrznych

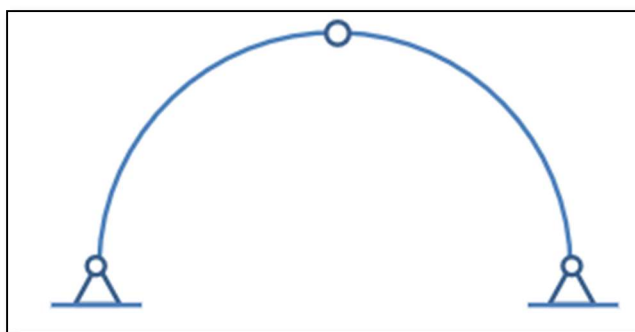
Hala basenowa posiada konstrukcję jednonawową, opartą na łukowych dźwigarach wykonanych z drewna klejonego warstwowo. Dźwigary te pracują w płaszczyźnie podłużnej hali i stanowią główny element nośny ustroju dachowego.

Układ statyczny pojedynczego dźwigara to **łuk tróprzegubowy**, wyposażony dodatkowo w **przegub w zworniku**, czyli w najwyższym punkcie łuku. Taki układ jest **statycznie wyznaczalny**, co znacznie upraszcza analizę sił wewnętrznych i pozwala na efektywne przenoszenie obciążeń zewnętrznych.

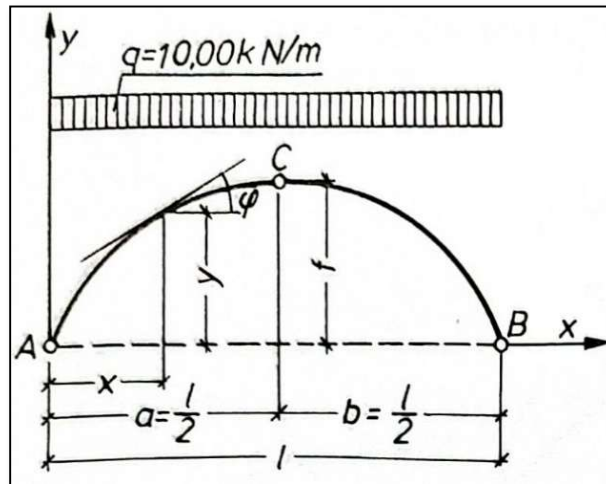
W pracy konstrukcyjnej łuku **dominującym obciążeniem jest siła osiowa**, ponieważ łuki przenoszą głównie **mimośrodowe ściskanie**. Choć występują również momenty zginające i siły poprzeczne, mają one mniejsze znaczenie niż w klasycznych belkach prostych.

Obecność przegubu w zworniku **eliminuje moment zginający w tym punkcie**, co korzystnie wpływa na rozkład sił i ogranicza deformacje konstrukcji. Rozwiązanie to przyczynia się do bardziej równomiernej pracy całego ustroju łukowego.

W celu zapewnienia **stateczności przestrzennej** hali, zastosowano **stężenia w płaszczyźnie dachu oraz ścian**. Ich zadaniem jest przeciwdziałanie przemieszczaniu się i skręcaniu łuków pod wpływem obciążeń asymetrycznych oraz sił bocznych (np. wiatru), a także stabilizacja całej konstrukcji w czasie eksploatacji.



Fot. 82. Schemat statyczny hali basenowej.



Fot. 83. Schemat statyczny do wyznaczenia wartości sił wewnętrznych i reakcji podporowych.

$$y = \frac{4f}{l^2}x(l-x); V_A = V_B = \frac{ql}{2}$$

Wg wzoru rozpór

$$H = \frac{M_{C,0}}{f} = \frac{ql^2}{8f}$$

Moment zginający w dowolnym przekroju:

$$M = V_A x - \frac{qx^2}{2} - Hy = \frac{ql}{2}x - \frac{qx^2}{2} - \frac{ql^2}{8f} \cdot \frac{4f}{l^2}x(l-x) = \frac{q}{2}x(l-x) = 0$$

Momenty zginające w układzie statycznym nie występują

Siła poprzeczna

$$T = \left(\frac{ql}{2} - qx\right) \cos \varphi - H \sin \varphi = \left(\frac{ql}{2} - qx\right) \cos \varphi - \frac{ql^2}{8f} \sin \varphi.$$

Dzieląc obie strony przez $\cos \varphi \neq 0$ oraz uwzględniając, że

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{4f}{l^2}(l-2x),$$

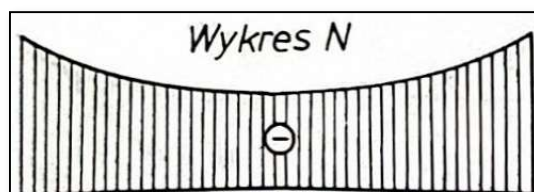
otrzymujemy

$$\frac{T}{\cos \varphi} = \frac{q}{2}(l-2x) - \frac{q}{2}(l-2x) = 0.$$

Widzimy, że siła poprzeczna = 0, co zresztą wynika z warunku: $T = \frac{dM}{ds}$

Siła podłużna

$$N = -q\left(\frac{l}{2} - x\right)\sin \varphi - \frac{ql^2}{8f}\cos \varphi$$



Fot. 84. Schemat wykresu sił wewnętrznych – siły ściskające.

Na podstawie wyników równań schematów statycznych widzimy iż w łuku trójprzegubowym bez z stężenia w fundamentach mamy do czynienia wyłącznie z siłami ściskającymi gdzie największa ich wartość spoczywa w przegubie wezglowia. Momenty zginające jak i siła ścinająca na całej długości dźwigara nie występuje więc ich wpływ na zaobserwowane uszkodzenie jest pomijalny.

11.4 Deformacja łuków trójpřzegubowych z drewna klejonego – opis i objawy uszkodzeń

Charakterystyka pracy trójpřzegubowego łuku. Trójpřzegubowy łuk z drewna klejonego pracuje jako ustój statycznie wyznaczalny, co oznacza, że jest odporny na przemieszczenia podpór oraz nierównomierne osiadania fundamentów. Přzeguby (dwa podporowe i jeden w kalenicy) umożliwiają przemieszczenia kątowe, minimalizując ryzyko nadmiernych naprężeń wynikających z obciążeń termicznych, skurczu lub pęłzania materiału. Jednakże, w dłuższym czasie użytkowania, mogą pojawić się deformacje związane z oddziaływaniami długotrwałymi.

Typowe deformacje i ich przyczyny

1. Ugięcie pionowe (w dół)

Przyczyna: długotrwałe obciążenie stałe (np. pokrycie dachowe, śnieg), pęłzanie drewna, utrata sztywności przekroju, błędy wykonawcze.

Objaw: widoczne wygięcie łuku w kierunku pionowym, szczególnie w środku rozpiętości; może prowadzić do obniżenia poziomu kalenicy, deformacji pokrycia dachowego. W przekroju dźwigara w jego górnej części pojawiają się naprężenia rozciągające czego efektem będzie rozszczepienie się warstw drewna. W spodniej części przekroju gdzie występują naprężenia ściskające powinno pojawić się „marszczenie” drewna.

2. Przemieszczenie poziome podpór

Przyczyna: brak odpowiednich blokad fundamentowych lub zużycie stalowych przegubów.

Objaw: rozsuwanie się podpór na zewnątrz, co może powodować pęknięcia ścian podłużnych, deformację elewacji lub uszkodzenia w miejscach łączenia z innymi elementami konstrukcyjnymi.

3. Odształcenia w kalenicy

Przyczyna: zużycie przegubu kalenicowego, nierównomierne obciążenia, brak stężeń połaciowych.

Objaw: nadmierne wychylenie przegubu kalenicowego, odchylenie od pionu, skręcanie lub „rozjeżdżanie się” połówek łuku.

4. Skręcenia (zwichrzenia) łuku

Przyczyna: brak odpowiedniego stężenia połaciowego lub uszkodzenia połączeń płatwi.

Objaw: łuk ulega skręceniu wokół własnej osi, co powoduje lokalne deformacje połaci dachowej, trudności montażowe i ryzyko lokalnej utraty stateczności.

Objawy uszkodzeń trójpzegubowych łuków z drewna klejonego

1. Wizualne:

- Pęknięcia i rozwarstwienia na połączeniach klejonych, szczególnie w strefach największych momentów zginających (w pobliżu przegubów i środka rozpiętości).
- Przebarwienia drewna (ciemne smugi) świadczące o zawilgoceniu lub grzybach.
- Odształcenia łuku widoczne gołym okiem (ugięcia, wypaczenia, przesunięcia przegubów).
- Uszkodzenia stalowych okuć: pęknięcia, rdza, wygięcia wideł i obluzowanie sworzni.

2. Techniczne:

- Spadek nośności przekroju z powodu degradacji kleju lub drewna (biodegradacja, owady techniczne).
- Brak współpracy konstrukcyjnej między połowami łuku w przegubie kalenicowym.
- Pogorszenie pracy stężeń połączeniowych – nadmierne drgania połaci, „falowanie” dachu.

11.5 Analiza monitoringu geodezyjnego

Zarządca obiektu, po stwierdzeniu występowania wad konstrukcyjnych, podjął decyzję o monitorowaniu przemieszczeń pionowych dźwigarów. Pomiarów dokonywano w latach 1998–2006, dwa razy do roku – w sezonie letnim i zimowym.

Pomiary te należy traktować jako orientacyjne, ponieważ punkty pomiarowe były zlokalizowane na stalowej obróbce kalenicy, bez zastosowania trwałych reperów lub tarcz dalmierzowych. Obróbka kalenicy, jako element wtórny i podatny na działanie warunków atmosferycznych, zmian temperatury oraz uszkodzenia mechaniczne (np. zagniecenia powstałe podczas prac serwisowych na dachu), nie stanowi stabilnej bazy pomiarowej.

Mimo to, dane uzyskane z pomiarów pozwalają na wstępną ocenę zachowania konstrukcji w czasie i weryfikację, czy przemieszczenia nie przekroczyły wartości dopuszczalnych przyjętych na etapie projektowania.

Tabela 3. Przemieszczenia pionowe kalenicy hali w okresie letnim

nr przekroju poprzecz.	pomiar z dnia 14.07.1998		pomiar z dnia 25.09.2003				pomiar z dnia 28.05.2004				pomiar z dnia 09.07.2005			
	pomierzone rzędne		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 14.07.1998		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 14.07.1998		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 14.07.1998	
	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B
1	101,249	101,234	101,249	101,234	0	0	101,246	101,231	-3	-3	101,246	101,231	-3	-3
2	101,218	101,218	101,212	101,209	-6	-9	101,207	101,206	-11	-12	101,210	101,207	-8	-11
3	101,169	101,184	101,160	101,176	-9	-8	101,155	101,170	-14	-14	101,156	101,170	-13	-14
4	101,114	101,133	101,102	101,121	-12	-12	101,096	101,116	-18	-17	101,097	101,116	-17	-17
5	101,059	101,061	101,043	101,047	-16	-14	101,039	101,041	-20	-20	101,039	101,042	-20	-19
6	101,053	101,065	101,039	101,052	-14	-13	101,034	101,045	-19	-20	101,035	101,046	-18	-19
7	101,065	101,087	101,058	101,074	-7	-13	101,050	101,070	-15	-17	101,051	101,070	-14	-17
8	101,105	101,109	101,099	101,099	-6	-10	101,093	101,093	-12	-16	101,092	101,093	-13	-16
9	101,152	101,159	101,145	101,151	-7	-8	101,140	101,144	-12	-15	101,142	101,145	-10	-14
10	101,161	101,178	101,158	101,172	-3	-6	101,153	101,169	-8	-9	101,153	101,169	-8	-9
11	101,160	101,174	101,156	101,167	-2	-7	101,155	101,165	-5	-9	101,153	101,165	-7	-9
12	101,206	101,208	101,203	101,212	-3	4	101,202	101,210	-4	2	101,204	101,210	-2	2
13	101,217	101,238	101,218	101,239	1	1	101,216	101,239	-1	1	101,213	101,235	-4	-3
14	101,238		101,234		-4		101,234		-4		101,233		-5	
15	101,209	101,225	101,207	101,222	-2	-3	101,204	101,222	-5	-3	101,205	101,221	-4	-4
16	101,264	101,279	101,262	101,273	-2	-6	101,259	101,272	-5	-7	101,260	101,270	-4	-9

Tabela 4. Przemieszczenia pionowe kalenicy hali w okresie zimowym

nr przekroju poprzecz.	pomiar z dnia 24.12.1998		pomiar z dnia 16.12.2002				pomiar z dnia 17.12.2004				pomiar z dnia 21.12.2005				pomiar z dnia 30.01.2006			
	pomierzone rzędne		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 24.12.1998		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 24.12.1998		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 24.12.1998		pomierzone rzędne		Różnice rzędnych w stosunku do pomiaru z dnia 24.12.1998	
	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B	przekrój podłużny A	przekrój podłużny B
1	101,250	101,234	101,245	101,232	-5	-2	101,245	101,231	-5	-3	101,248	101,234	-2	0	101,248	101,231	-2	-3
2	101,212	101,211	101,207	101,204	-5	-7	101,207	101,205	-5	-6	101,209	101,208	-3	-3	101,202	101,198	-10	-13
3	101,161	101,176	101,157	101,170	-4	-6	101,154	101,168	-7	-8	101,153	101,171	-8	-5	101,141	101,162	-20	-24
4	101,104	101,124	101,097	101,117	-7	-7	101,095	101,115	-9	-9	101,096	101,113	-8	-11	101,078	101,097	-20	-27
5	101,051	101,052	101,042	101,043	-9	-9	101,040	101,041	-11	-11	101,036	101,036	-15	-14	101,017	101,019	-34	-37
6	101,040	101,054	101,033	101,047	-7	-7	101,032	101,044	-8	-10	101,034	101,041	-6	-13	101,010	101,021	-30	-33
7	101,058	101,077	101,050	101,070	-8	-7	101,051	101,070	-7	-7	101,046	101,064	-12	-13	101,026	101,045	-32	-32
8	101,099	101,100	101,092	101,099	-7	-1	101,093	101,092	-6	-8	101,089	101,093	-10	-7	101,070	101,071	-27	-27
9	101,145	101,152	101,142	101,146	-3	-6	101,140	101,144	-5	-8	101,136	101,142	-9	-10	101,122	101,128	-23	-24
10	101,156	101,172	101,153	101,168	-3	-4	101,153	101,168	-3	-4	101,151	101,165	-5	-7	101,141	101,154	-15	-16
11	101,156	101,168	101,157	101,166	+1	-2	101,155	101,166	-1	-2	101,156	101,163	0	-5	101,150	101,160	-6	-8
12	101,202	101,213	101,202	101,208	0	-5	101,202	101,211	0	-2	101,206	101,208	+4	-5	101,203	101,209	-1	-4
13	101,219	101,239	101,214	101,237	-5	-2	101,215	101,236	-4	-3	101,218	101,236	-1	-3	101,219	101,239	0	0
14	101,233		101,231		-2		101,231		-2		101,235		+2		101,232		-1	
15	101,206	101,221	101,203	101,220	-3	-1	101,206	101,220	0	-1	101,210	101,224	+4	+3	101,207	101,221	+1	0
16	101,260	101,274	101,262	101,271	+2	-3	101,262	101,272	+2	-2	101,255	101,274	+5	0	101,259	101,270	-1	-4

Dopuszczalne ugięcie konstrukcji hali opartej na łukach z drewna klejonego (czyli konstrukcji sprężystej o dużej rozpiętości) nie jest określone jedną sztywną wartością, lecz zależy od kilku czynników: rodzaju obciążenia, przeznaczenia obiektu, rodzaju konstrukcji (np. element nośny, podkonstrukcja dachu), jak i wymagań dotyczących użytkowania i estetyki.

Ogólne zasady wyznaczania dopuszczalnego ugięcia wg norm i praktyki inżynierskiej

W Polsce podstawą do określania dopuszczalnych ugięć jest norma PN-EN 1995-1-1 („Eurokod 5 – Projektowanie konstrukcji drewnianych”), która nie podaje jednej konkretnej wartości, ale odnosi się do zasad ogólnych zawartych również w:

- **PN-EN 1990** (zasady ogólne projektowania),
- dokumentów krajowych (np. **WTWiORB**, Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych),
- praktyki projektowej.

Typowe dopuszczalne ugięcia dla łuków z drewna klejonego:

Rodzaj elementu	Dopuszczalne ugięcie (przy obciążeniu charakterystycznym)
Konstrukcja główna (łuki, dźwigary)	L/300 do L/400
Elementy wpływające na szczelność lub odwodnienie dachu	L/250
Elementy konstrukcji widoczne (estetyczne wymagania)	L/500 lub więcej
Gdzie L to rozpiętość elementu (dla łuków – długość w osi poziomej lub łuku, zależnie od przyjętej konwencji).	

Dla łuku o rozpiętości 36 m, dopuszczalne ugięcie (dla L/400) wynosi:

$$36\,000\text{mm} / 400 = 90\text{ mm}$$

Zatem **maksymalne ugięcie** nie powinno przekroczyć **90 mm** przy obciążeniach charakterystycznych. **W praktyce często projektuje się sztywniej** (np. $L/500 = 72\text{ mm}$), zwłaszcza przy dużych rozpiętościach i elementach eksponowanych wewnątrz (np. w halach sportowych lub basenowych).

Na podstawie odczytanych pomiarów stwierdzono, że maksymalne ugięcie wyniosło około 30 mm, przy czym odnotowano je na blasze kalenicy. Zważywszy, że pomiar był prowadzony na elemencie wtórnym, nienależącym bezpośrednio do konstrukcji nośnej, a podatnym na odkształcenia spowodowane czynnikami zewnętrznymi, rzeczywiste przemieszczenia dźwigarów najprawdopodobniej są jeszcze mniejsze.

Na tej podstawie można uznać, że konstrukcja nośna dźwigarów łukowych pracuje prawidłowo i nie wykazuje niepokojących odkształceń. Przyczyn ewentualnego zapadnięcia lub lokalnych deformacji połaci dachowej należy zatem poszukiwać w innych elementach układu konstrukcyjnego lub poszycia dachowego.

11.6 Analiza stanu technicznego drewna

Za wykorzystaniem drewna klejonego warstwowo w budownictwie przemawia szereg istotnych czynników. Jednym z nich są niewątpliwe walory estetyczne tego materiału, umożliwiające realizację atrakcyjnych wizualnie projektów architektonicznych. Dodatkowo drewno klejone pozwala na uzyskiwanie dużych rozpiętości oraz niemal dowolnych kształtów elementów konstrukcyjnych, co daje projektantom dużą swobodę w kształtowaniu formy obiektu.

Charakteryzuje się wysoką wytrzymałością mechaniczną przy relatywnie niskim ciężarze własnym. Dzięki temu możliwe jest znaczne odciążenie całej konstrukcji w porównaniu do rozwiązań stalowych czy żelbetowych, co w efekcie przekłada się na mniejsze wymagania dotyczące fundamentów i ich gabarytów.

W trakcie eksploatacji obiektu zaobserwowano znaczne rozszczepienie elementów dźwigarów w rejonie mocowań dolnych przegubów. Zakres uszkodzeń oraz charakter destrukcji udokumentowano na archiwalnych fotografiach, stanowiących załącznik do niniejszej ekspertyzy technicznej.





Fot. 85 Widok uszkodzeń drewna w miejscu osadzenia w ostrogach – zdjęcia archiwalne.

Zgodnie z dokumentacją projektową, wszystkie drewniane elementy konstrukcyjne układu nośnego zadaszenia hali basenowej zostały zabezpieczone preparatem ochronnym „**Intox S**”.

Intox S to solny środek ochrony drewna, występujący w postaci białego, łatwo rozpuszczalnego w wodzie proszku. Przeznaczony jest do zabezpieczania drewna przed grzybami domowymi, pleśniami oraz owadami. Szczególnie rekomendowany jest do stosowania wewnątrz pomieszczeń, w tym również w miejscach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i zwierząt oraz w magazynach żywności i pasz.

Składnikiem aktywnym preparatu są związki boru oraz kwas salicylowy. Intox S nie powoduje korozji metali, nie barwi drewna ani tynków, nie wydziela zapachu.

Ze względu na jego wymywalność, zaleca się stosowanie wyłącznie w warunkach suchych, gdzie drewno nie jest narażone na bezpośredni kontakt z wodą. Po impregnacji drewna konieczne jest odpowiednie sezonowanie, aby zapewnić odparowanie wilgoci.

Intox S zapewnia skuteczną i trwałą ochronę biologiczną drewna w warunkach wewnętrznych, przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa dla ludzi.

Przyczyną powstania uszkodzeń była niewłaściwa obudowa dźwigarów, która całkowicie ograniczyła możliwość cyrkulacji powietrza. Brak wentylacji, w połączeniu z podwyższoną wilgotnością środowiska, doprowadził do szybkiej degradacji powierzchni drewna oraz rozszczepienia jego warstw w miejscach klejenia.

Drewno, pracujące w warunkach sprzyjających kondensacji wilgoci, nie miało szansy na prawidłowe wysychanie, co w krótkim czasie spowodowało postępującą destrukcję materiału.

Obecnie przeprowadzono działania naprawcze: dźwigary zostały oczyszczone, sklejone, a wszystkie elementy obudowy – usunięte, co przywróciło warunki niezbędne do prawidłowego funkcjonowania konstrukcji.

11.7 Najczęstsze przyczyny rozszczepiania dźwigarów z drewna klejonego w halach basenowych

1. Wysoka wilgotność i zmienne warunki higrotermiczne

- Drewno w hali basenowej narażone jest na ciągłe wahania wilgotności względnej i temperatury.
- Te zmiany powodują skurcze i pęcznienie drewna, co z czasem może prowadzić do rozwarstwienia (oderwania poszczególnych lameli).
- Jeśli drewno nie jest odpowiednio zabezpieczone powierzchniowo (np. lakierem lub farbą paroszczelną), wilgoć może penetrować do wnętrza elementu.
- Brak powtarzania impregnacji drewna zgodnie z wytycznymi producenta obniża warstwę ochronną

2. Błędy wykonawcze lub materiałowe

- Nieprawidłowe klejenie lameli (np. zbyt cienka warstwa kleju, niedostateczne dociskanie, zanieczyszczona powierzchnia) może skutkować słabym połączeniem warstw.
- Użycie nieodpowiedniego rodzaju kleju (np. nieprzystosowanego do wilgotnego środowiska) prowadzi do utraty wytrzymałości spoiny.
- Niewłaściwa klasyfikacja drewna (np. obecność zbyt dużych sęków, pęknięć) może osłabić wewnętrzną spójność dźwigara.

3. Brak lub niewystarczająca wentylacja przestrzeni dachu

- Nagromadzenie wilgoci w przestrzeni nad dźwigarami (np. pod połacią dachową) przy słabej wentylacji powoduje kondensację pary wodnej, która wnika w drewno.
- Stałe zawilgocenie przyspiesza proces degradacji kleju oraz rozwój grzybów i pleśni, prowadząc do rozwarstwienia.

4. Niewłaściwe mocowanie lub obciążenia lokalne

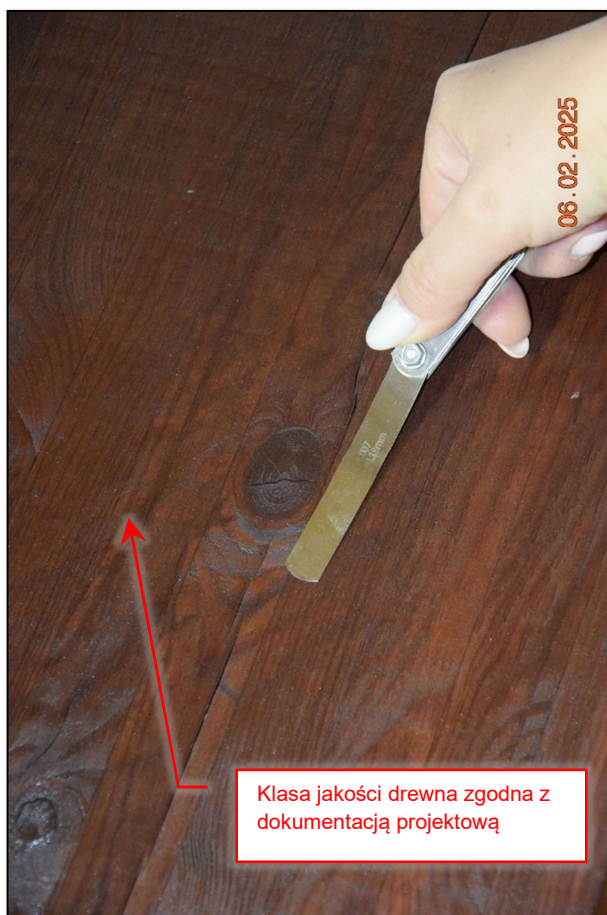
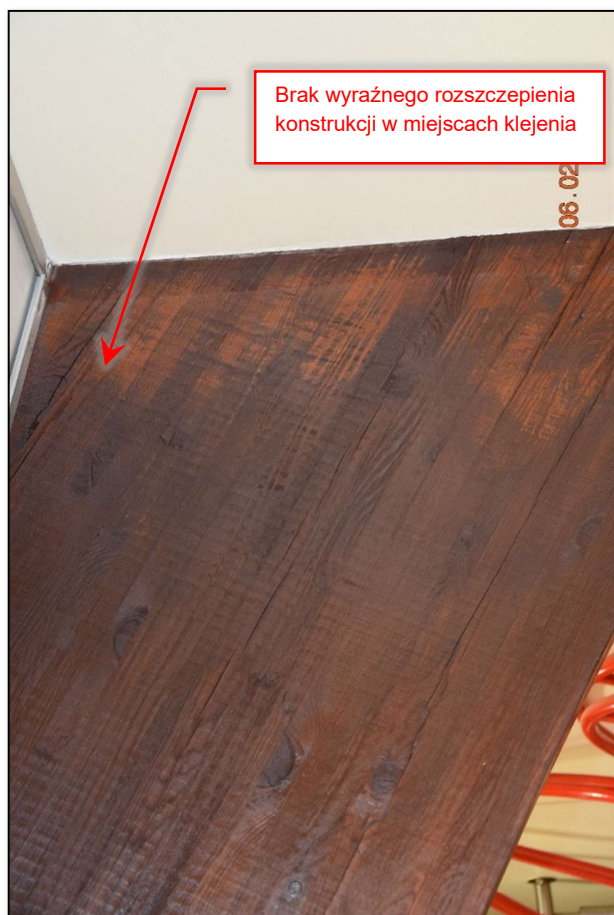
- Zbyt sztywne lub niedopuszczalne zamocowania do dźwigarów (np. bez odpowiedniego podkładu) mogą generować naprężenia miejscowe i powodować rozszczepienia.
- Przykłady: mocowanie instalacji, tras kablowych, opraw oświetleniowych bezpośrednio do dźwigarów bez uwzględnienia ich pracy.

5. Działanie agresywnych chemikaliów i chloru

- Para wodna nasycona chlorem (szczególnie w halach basenów chlorowanych) jest agresywna chemicznie i z czasem osłabia warstwy kleju oraz strukturę drewna.
- Może dochodzić do powolnego rozkładu kleju poliuretanowego lub melaminowego pod wpływem chemikaliów zawartych w powietrzu.

6. Starzenie się materiału

- Nawet prawidłowo wykonane dźwigary z czasem mogą wykazywać oznaki degradacji w miejscach, gdzie warunki środowiskowe były szczególnie niesprzyjające.
- Po 30–40 latach eksploatacji, szczególnie bez regularnej konserwacji, mogą pojawiać się naturalne objawy zmęczenia materiału i degradacji kleju.

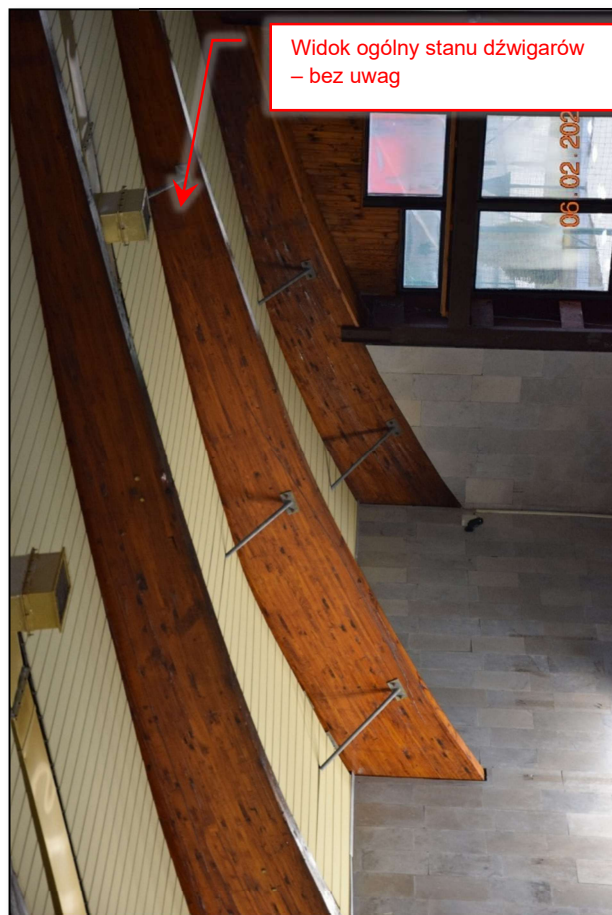
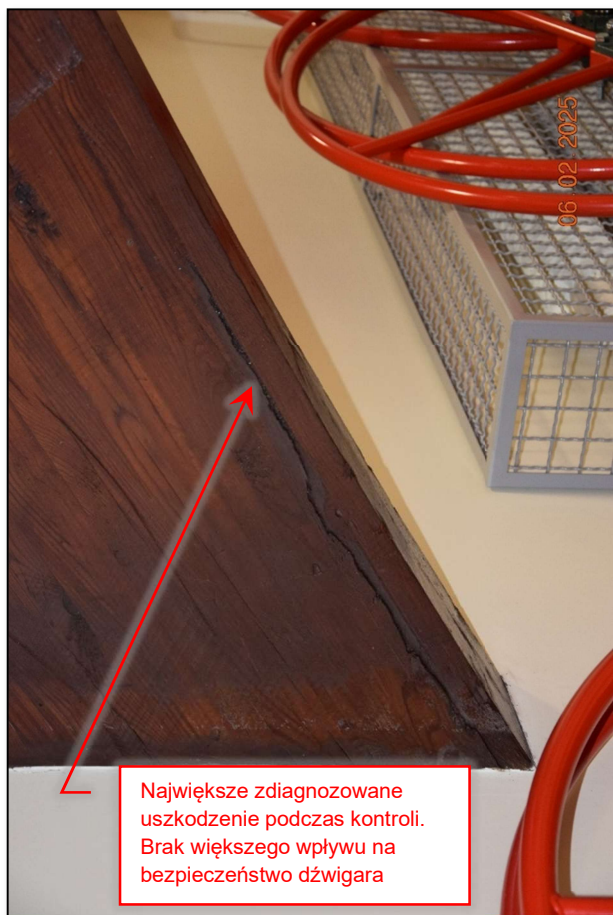


Fot. 86 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów hali basenowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

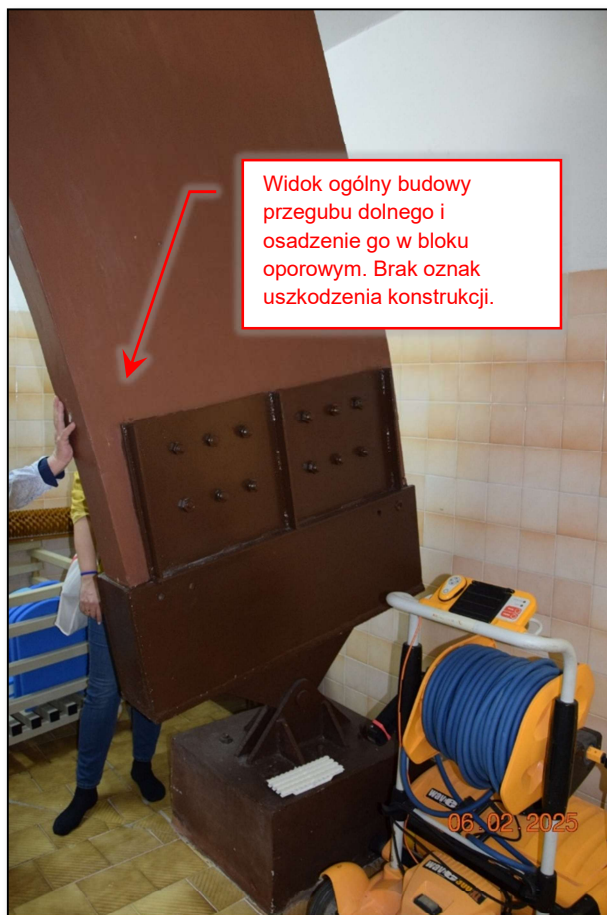


Fot. 87 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów hali basenowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

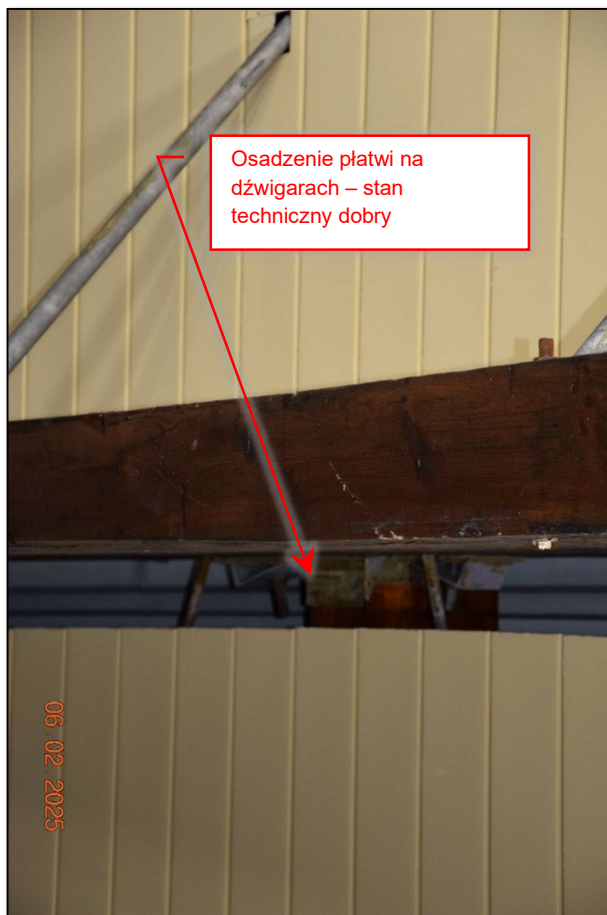


Fot. 88 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów hali basenowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

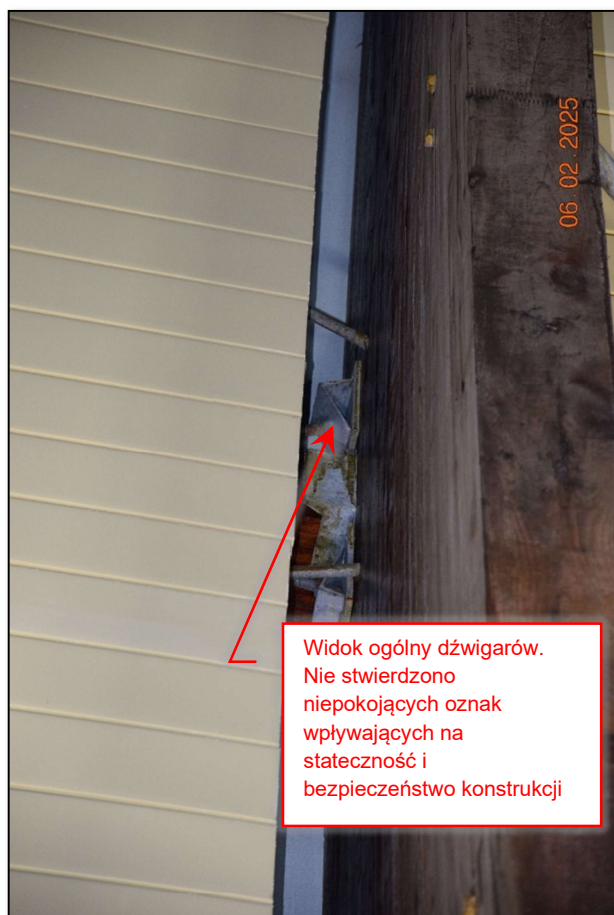


Fot. 89 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów hali basenowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

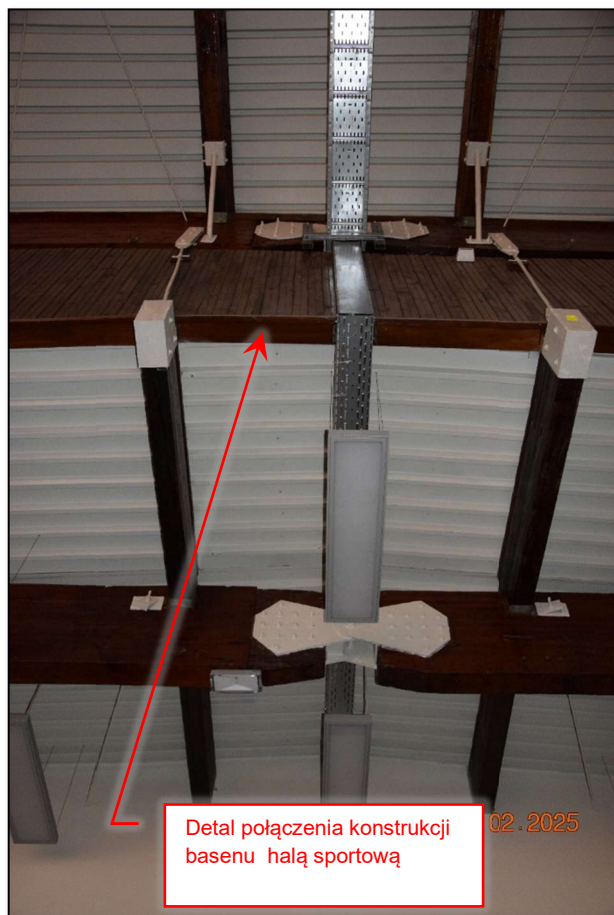


Fot. 90 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów hali basenowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

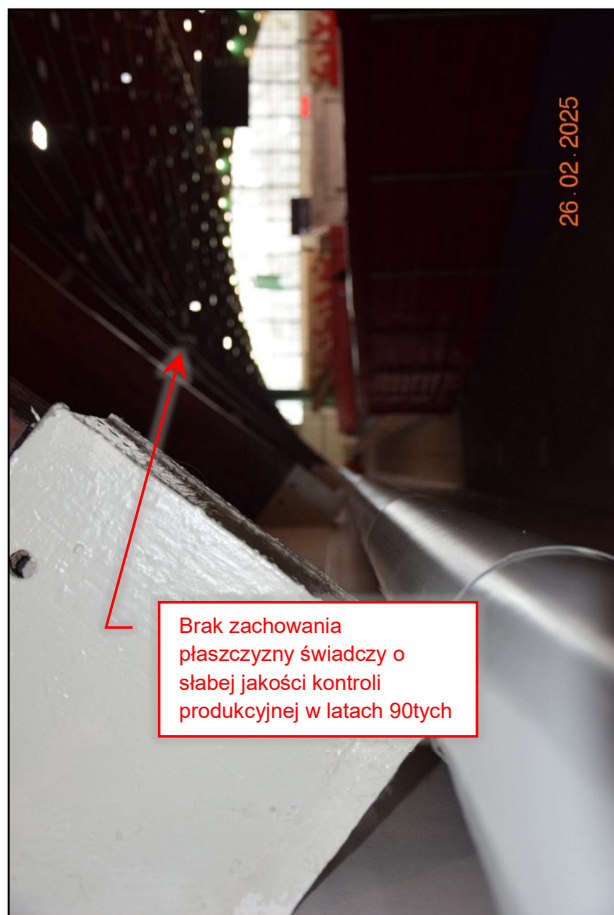


Fot. 91 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów i jakości wykonania prac na hali basenowej i sportowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

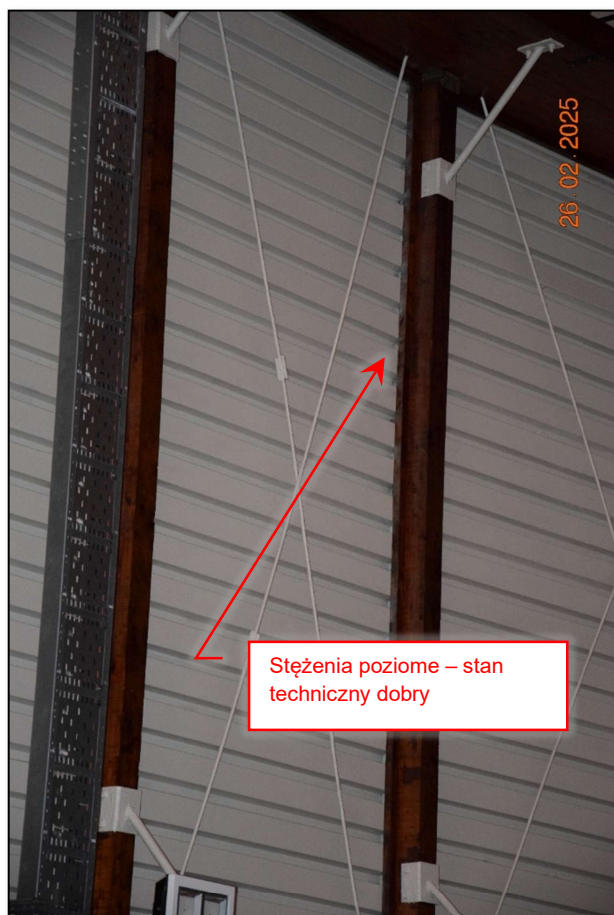
dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Brak zachowania
płaszczyzny świadczy o
słabej jakości kontroli
produkcyjnej w latach 90tych



Detal ociosywania
dźwigarów na budowie



Stężenia poziome – stan
techniczny dobry



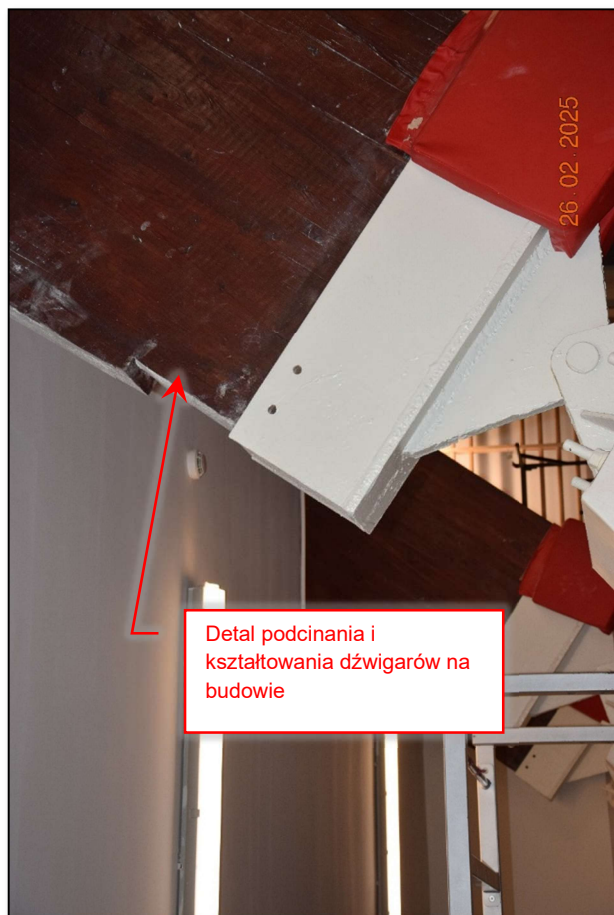
Stężenia poziome – stan
techniczny dobry

Fot. 92 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów i jakości wykonania prac na hali basenowej i sportowej (fot. Rafał Fit).

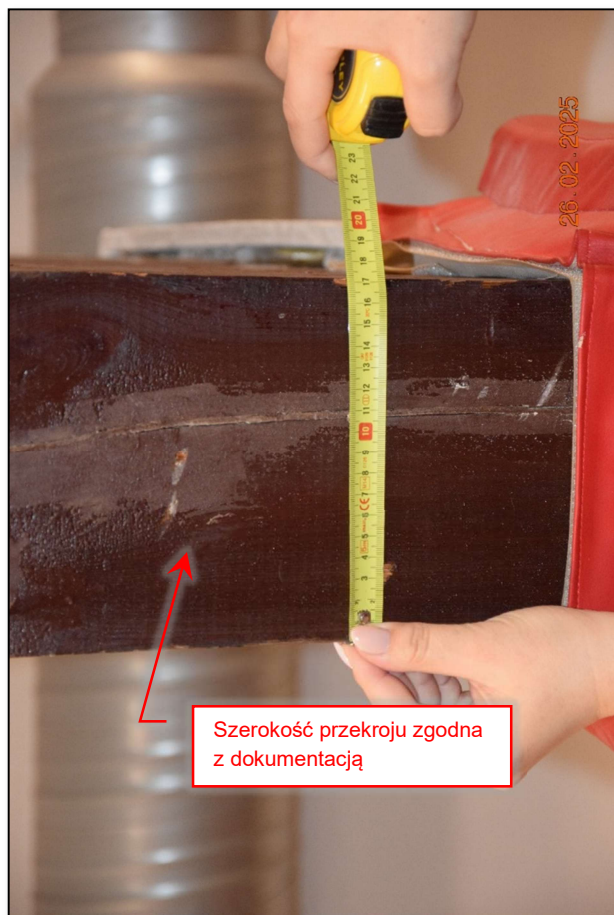
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
rafal.fit@ekspertyzybud.pl
M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
M: 698 870 381



Fot. 93 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów i jakości wykonania prac na hali basenowej i sportowej (fot. Rafał Fit).

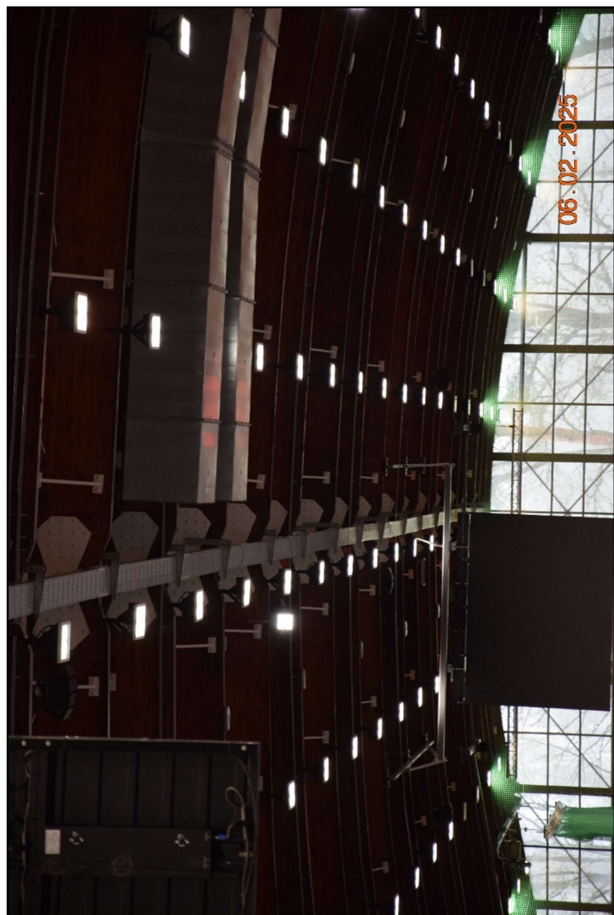


Fot. 94 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów i jakości wykonania prac na hali basenowej i sportowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Fot. 95 Analiza stanu technicznego drewnianych dźwigarów i jakości wykonania prac na hali basenowej i sportowej (fot. Rafał Fit).

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

11.8 Ocena techniczna elementów drewnianych obiektu – podsumowanie obserwacji i analiz

Rozszczepienia dźwigarów z drewna klejonego warstwowo są wynikiem kombinacji niekorzystnych czynników środowiskowych (wilgoć, temperatura, obecność chloru), błędów wykonawczych, nieprawidłowej eksploatacji oraz naturalnego starzenia się materiału. Trwałość tego typu konstrukcji w wymagającym środowisku hali basenowej zapewnić mogą: regularna konserwacja, kontrola poziomu wilgotności, właściwe zabezpieczenie powierzchniowe drewna oraz skuteczna wentylacja.

Na dzień przeprowadzenia kontroli, po analizie wizualnej struktury drewna, układu słoików, ilości sęków oraz technologii obróbki – w tym połączeń na mikrowczepy – nie stwierdzono błędów w procesie produkcji prefabrykatów. Drewno wykazuje jednorodność, odpowiednią twardość oraz brak śladów działalności szkodników i porażenia pleśnią. Nie zaobserwowano deformacji włókien zarówno po stronie ściskanej, jak i rozciąganej. Nie występują rozwarstwienia poprzeczne. Sporadycznie pojawiają się podłużne pęknięcia wzdłuż włókien, które najprawdopodobniej są efektem wieku konstrukcji, niewystarczającego dosuszenia drewna przed zabudowaniem bądź pracy w warunkach podwyższonej temperatury i wilgotności.

Stwierdzone defekty nie mają istotnego wpływu na bezpieczeństwo użytkowania. Analiza pomiarów geodezyjnych oraz ocena zwichrzenia elementów nośnych potwierdzają, że nie zostały przekroczone stany graniczne nośności ani przydatności do użytkowania.

Osadzenie płatwi na łącznikach ciesielskich wykonano prawidłowo. Same łączniki wykazują jedynie powierzchniową korozję warstwy ocynku, objawiającą się białym nalotem – typowym dla pracy w wilgotnym środowisku z zawartością chloru. Zidentyfikowano również częściowe ubytki warstwy ochronnej w elementach mechanicznych, takich jak pręty gwintowane i śruby. Zjawisko to jest spodziewane przy stosowaniu wyłącznie elementów ocynkowanych – ocynk ogniowy jako powłoka powierzchniowa łatwo się ściera podczas montażu. Zdecydowanie trwalszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie łączników ze stali nierdzewnej. Niemniej jednak, obecny stan techniczny zastosowanych elementów nie stwarza zagrożenia dla statyki konstrukcji ani nie wymaga natychmiastowej wymiany tych elementów. Nie stwierdzono poluzowania nakrętek ani oznak uplastycznienia stali. W ramach przyszłych prac remontowych zaleca się zabezpieczenie łączników odpowiednimi powłokami ochronnymi.

Zarówno trzpień przegubowy, jak i trzpień podporowy wykonane ze stali 18G2AV, nie wykazują oznak ścinania.

Potencjalnych przyczyn lokalnych deformacji dachu należy doszukiwać się w błędach wykonawczych, które mogły powstać na etapie budowy lub w początkowym okresie eksploatacji. Możliwe jest, że pokrycie dachowe zostało zgniecione podczas prac serwisowych lub – co mniej prawdopodobne – na skutek przeciążenia śniegiem.

Na niską jakość wykonania wskazuje m.in. niedbałe okucie stalowe dźwigarów: niewyczyszczone spoiny, nadlewki, użycie wielu podkładek i śrub w połączeniach z blokami oporowymi. Jako systemowe zabezpieczenia trzpień stosowano zwykle gwoździe. Drewno osadzone w głowicach ostrogi było dopasowywane i obrabiane na budowie przy użyciu pilarek łańcuchowych. Analiza płaszczyzny dźwigarów w hali sportowej wskazuje, że prefabrykaty nie były objęte odpowiednią kontrolą jakości zakładowej.

Dodatkowo, w kalenicy zastosowano jedynie przegub – brak w tym miejscu odpowiedniego ukształtowania powierzchni podpierającej poszycie dachu. Sztywne płatwie znajdują się w znacznej odległości od kalenicy, przez co jej usztywnienie

zapewnia jedynie blacha trapezowa. Na zdjęciach można zauważyć lokalne zapadnięcie pokrycia dachowego w rejonie kalenicy względem sąsiednich przęseł.



Gdyby konstrukcja rzeczywiście wykazywała niebezpieczną pracę, pierwszymi elementami, które uległyby uszkodzeniu, byłyby łączniki mocujące obróbkę blacharską – nie stwierdzono jednak ich zerwania.

Nie zaobserwowano również śladów uplastycznienia gruntu pod blokami oporowymi – posadzka utrzymuje jeden poziom, a stan ścian i fundamentów nie budzi zastrzeżeń.

W związku z powyższym, należy uznać, że lokalna deformacja powstała w wyniku niedokładnego docięcia dźwigarów przy ich osadzaniu w kieszeniach przegubu. Pod wpływem ciężaru własnego dźwigar osiadł do wymaganej głębokości, a obecnie układ jest ustabilizowany. Nie obserwuje się dalszych deformacji ani w konstrukcji zadaszenia pływalni, ani hali sportowej.

Wnioski i zalecenia: Konstrukcja może być bezpiecznie użytkowana. W celu bieżącej kontroli stanu technicznego zaleca się zamontowanie na dźwigarach trwałych punktów geodezyjnych i przeprowadzanie pomiarów kontrolnych przemieszczeń co 5 lat w ramach okresowych przeglądów technicznych.

12 CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

Podczas badań, prowadzonych na cele niniejszej ekspertyzy wykonano sprawdzenia parametrów energetycznych obiektu. W tym celu zapoznano się z charakterystyką wykonaną w *Ekspertyzie technicznej budowlano-konstrukcyjnej wraz z istotnymi warunkami dla oceny stanu technicznego i zaleceniami dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich w Spale, etap II*, autorstwa dr inż. Jerzego Sendkowskiego, dr inż. Anny Tkaczyk, dr inż. Łukasza Traczyk [przywołanie późniejsze w teście nr 6.2]. Wykonano także zdjęcia termowizyjne obiektu, a następnie dokonano ich oceny.

Pierwsza część analizy obejmowała analizę charakterystyki energetycznej, opisanej w ekspertyzie [A]. Została ona wykonana w roku 2021, od tego czasu nie zmieniły się przepisy, dotyczące wymaganych wartości współczynnika przenikania ciepła ścian, dachów, stropów i stropodachów zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. We wspomnianej ekspertyzie porównano wymagane wartości współczynników w styczniu 2021 do wartości wymaganych przed rokiem 2013, nie podając na podstawie których konkretnie aktów prawnych. Należy zaznaczyć, że obiekt został wykonany około roku 1991, wobec czego wymagania należy odnieść do czasów, w których obiekt był projektowany lub wznoszony, a nie do wymagań z roku 2008 lub 2013. W tabeli poniżej zestawiono wytyczne dla wytycznych z roku 1991 oraz obecnie.

Tabela nr 1: Porównanie wymaganych wartości współczynników przenikania ciepła ścian, dachów, stropów i stropodachów w momencie projektowania i wznoszenia obiektu oraz obecnie

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatury w pomieszczeniu	PN-91/B-02020 (okres obowiązywania 1991-2002)		Stan obecny - tabela 1 załącznik nr 2 Dziennik Ustaw Poz. 1225	
1.	Ściany zewnętrzne	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$		a) przy $t_i \geq 16^{\circ}\text{C}$	0,20
		- pełne	0,55	b) przy $8^{\circ}\text{C} \leq t_i < 16^{\circ}\text{C}$	0,45
		- z otworami okiennymi	0,60	c) przy $t_i < 8^{\circ}\text{C}$	0,90
		- z otworami okiennymi i drzwiowymi	0,65		
		- ze wspornikami balkonu, przenikającymi ścianę	0,70		
		b) przy $t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$ (niezależnie od rodzaju ściany)	0,80		
2.	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	a) przy $t_i \geq 16^{\circ}\text{C}$	0,30	a) przy $t_i \geq 16^{\circ}\text{C}$	0,15
		b) przy $8^{\circ}\text{C} \leq t_i < 16^{\circ}\text{C}$	0,50	b) przy $8^{\circ}\text{C} \leq t_i < 16^{\circ}\text{C}$	0,30
				c) przy $t_i < 8^{\circ}\text{C}$	0,70
3.	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi	brak podziału	0,60	a) przy $t_i \geq 16^{\circ}\text{C}$	0,25
				b) przy $8^{\circ}\text{C} \leq t_i < 16^{\circ}\text{C}$	0,30
				c) przy $t_i < 8^{\circ}\text{C}$	1,00
4.	Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne	bez wymagań		a) przy $\Delta t_i \geq 8^{\circ}\text{C}$	1,00
				b) przy $\Delta t_i < 8^{\circ}\text{C}$	bez wymagań
				b) przy $\Delta t_i < 8^{\circ}\text{C}$	0,25
Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia. t_i – temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.					

Jak wynika z analizy tabeli 1, wartości wymaganych współczynników zmieniły się znacząco i tak:

- w przypadku ścian zewnętrznych współczynnik zmniejszył się od 3,5 do 2,75 razy, średnio wartość zmniejszyła się trzykrotnie,
- w przypadku dachów, stropodachów i stropów pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami współczynnik zmniejszył się dwukrotnie,
- w przypadku stropów nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi współczynnik zmniejszył 2,4 razy,
- w przypadku stropów nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropów międzykondygnacyjnych – pojawiły się wytyczne, pierwotnie nie było wymagań w tym zakresie.

Podsumowując, obiekt nie spełnia obecnie wymagań i wytycznych, stawianym współczynnikom przenikania ciepła ścian, dachów, stropów i stropodachów, ponieważ wytyczne z czasów jego budowy były znacząco różne od obecnych. Obiekt może więc zostać poddany remontowi, czy modernizacji w celu zmniejszenia istniejących współczynników przegród. Nie jest to jednak obligatoryjne, ale w celu ograniczenia strat ciepła jest rekomendowane.

W ekspertyzie [6.2] dokonano także oceny cech energetycznych dla instalacji wentylacji mechanicznej, wod-kan, wod-kan basenu, zbiornika wody popłuczanej i bezodpływowego i zbiornika retencyjnego, stacji uzdatniania wody oraz instalacje wod-kan, węzła ciepłego. Wyżej wymienione instalacje, obsługujące budynek, zostały wykonane w czasie wznoszenia obiektu w latach 90-tych ubiegłego wieku, a projektowane około roku 1981 i 1987. Wniosek, iż nie spełniają one dzisiejszych wytycznych, odnośnie cech energetycznych jest oczywisty. Zarówno urządzenia, wchodzące w skład instalacji posiadają przestarzałą technologię, bez min. odzysków ciepła, ale także kanały, połączenia oraz izolacja termiczna. Podobnie jak w przypadku współczynnika przenika ciepła przegród, może zostać wykonany remont lub wymiana tych instalacji, w celu min. poprawienia cech energetycznych lub dostosowania obiektu do nowych standardów technologicznych.

Należy także wspomnieć o nieodłącznym elemencie wyposażenia tego obiektu, jakim jest odnowa biologiczna. Obecnie urządzenia i instalacje nie są użytkowane, a pomieszczenia wymagają kompleksowego remontu.

Kolejnym etapem analizy było wykonanie zdjęć kamerą termowizyjną oraz ich analiza. Wyniki przedstawiono poniżej na zdjęciach wraz z opisem i komentarzem.

Warunki realizacji badań termowizyjnych:

Termin wykonania badania:

Sprzęt pomiarowy: Kamera termowizyjna BOSCH Professional GTC 600 C

Warunki atmosferyczne:

- Badanie przeprowadzono w dniu 06.02.2025 r. godzina około 10.00,
- Temperatura zewnętrzna: 2,2 °C
- Temperatury wewnętrzne: od 26°C do od 30°C

A. Pomiary przegród zewnętrznych



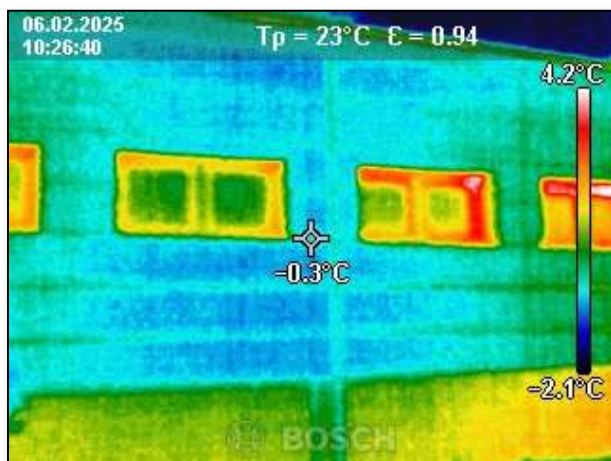
Fot. 96. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany zewnętrznej od strony wschodniej, największe straty ciepła uwidaczniają się w miejscu występowania stolarki okiennej i drzwi, ponad wskazane nie zaobserwowano miejsc o zwiększonych stratach ciepła, tzw. mostków termicznych, rozkład temperatury jest równomierny,



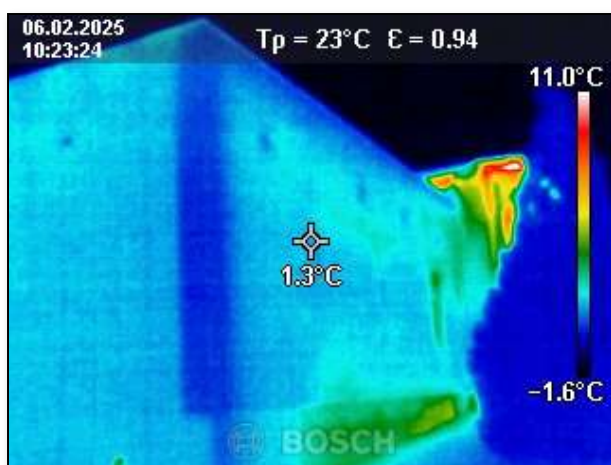
Fot. 97. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany zewnętrznej od strony wschodniej- wejście do obiektu, zaobserwowano największe straty w miejscu występowania stolarki okiennej i drzwi wejściowych, na zdjęciu z kamery termowizyjnej widać, że przez nieszczelności drzwi dochodzi do ucieczki ciepłego powietrza z wnętrza obiektu, sama fasada wejściowa wychłodzona jest do temperatury około 4,1°C, przy temperaturze zewnętrznej 2,2 °C



Fot. 98. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany zewnętrznej od strony wschodniej, zaobserwowano największe straty w miejscu występowania stolarki okiennej, drzwi wejściowych bonii elewacyjnych oraz w strefie cokołowej, z uwagi na mniejszą grubość ocieplenia niż na ścianie, ponad wskazane nie zaobserwowano miejsc o zwiększonych stratach ciepła, tzw. mostków termicznych, rozkład temperatury jest równomierny,



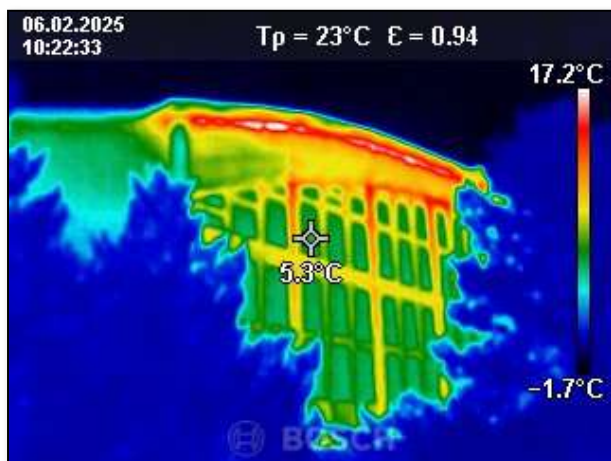
Fot. 99. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany zewnętrznej od strony wschodniej, zaobserwowano największe straty w miejscu występowania stolarki okiennej, bonii elewacyjnych oraz w strefie cokołowej, z uwagi na mniejszą grubość ocieplenia niż na ścianie, ponad wskazane nie zaobserwowano miejsc o zwiększonych stratach ciepła, tzw. mostków termicznych, rozkład temperatury jest równomierny,



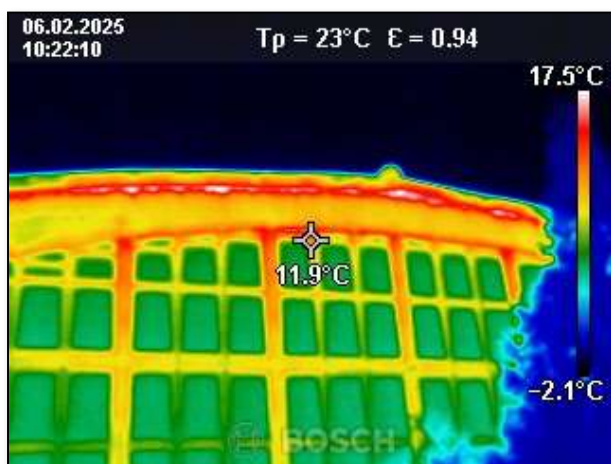
Fot. 100. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany południowej – narożnik południowo-zachodni, zaobserwowano największe straty w miejscu występowania elementów wentylacji oraz w strefie cokołowej, z uwagi na mniejszą grubość ocieplenia niż na ścianie, ponad wskazane nie zaobserwowano miejsc o zwiększonych stratach ciepła, tzw. mostków termicznych, rozkład temperatury jest równomierny,



Fot. 101. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany zachodniej – narożnik południowo-zachodni, zaobserwowano największe straty w miejscu występowania elementów wentylacji, stolarki okiennej i drzwiowej, ponad wskazane nie zaobserwowano miejsc o zwiększonych stratach ciepła, tzw. mostków termicznych, rozkład temperatury jest równomierny,



Fot. 102. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany południowej fasady aluminiowo-szklana, zaobserwowano znaczące straty w miejscu występowania fasady, a największe w miejscu połączenia fasady z dachem – obróbka blacharska, podczas badania największe straty ciepła w budynku występują w tym elemencie,

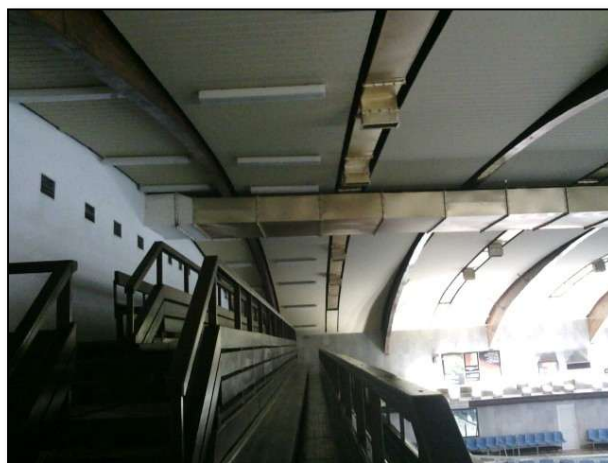


Fot. 103. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany południowej fasady aluminiowo-szklana, zaobserwowano znaczące straty w miejscu występowania fasady, a największe w miejscu połączenia fasady z dachem – obróbka blacharska, podczas badania największe straty ciepła w budynku występują w tym elemencie, porównując temperatury występujące na fasadzie drzwi wejściowych, różnica temperatury jest około trzykrotna,

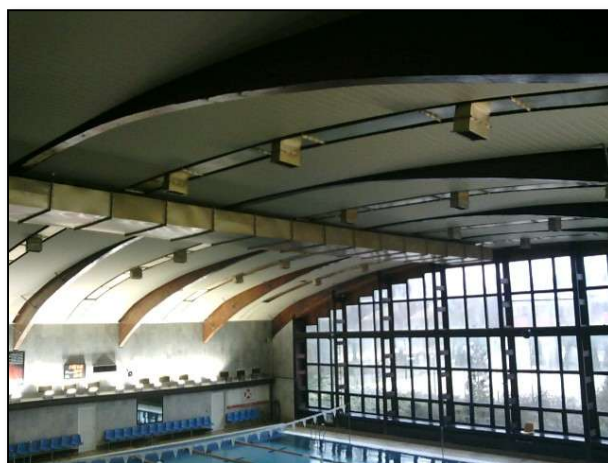


Fot. 104. Zdjęcie termowizyjne i cyfrowe ściany południowej, widać znaczącą różnicę w stratach ciepła w odniesieniu do ścian zewnętrznych i fasady, straty przez fasadę są znacząco większe,

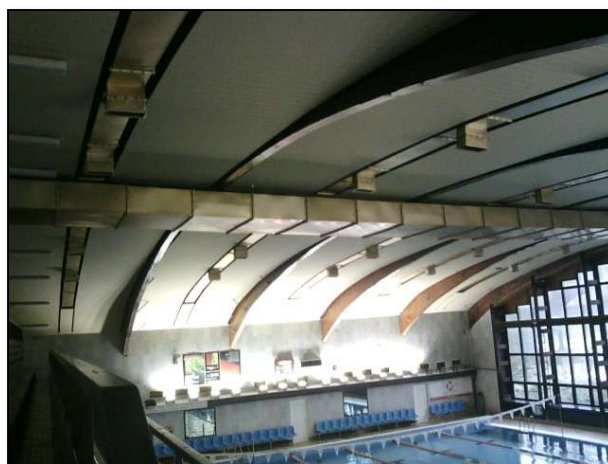
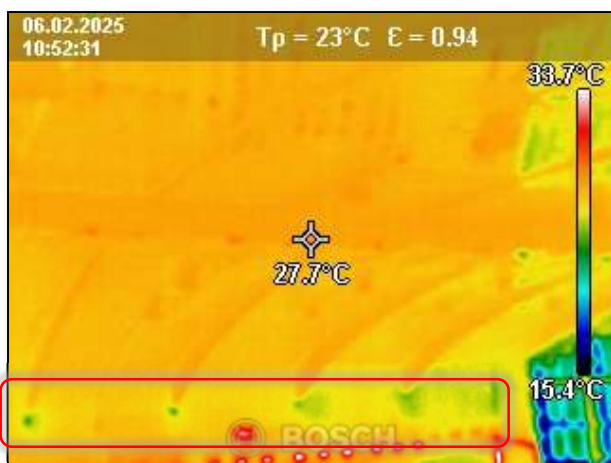
B. Pomiary przegród wewnętrznych



Fot. 105. Na zdjęciach termowizyjnych przedstawiono rozkład temperatury we wnętrzu pomieszczenia basenu, rozkład temperatury na pokryciu dachowym jest równomierny, największe straty zaobserwować można w miejscu podparcia dźwigarów na ścianie zewnętrznej,



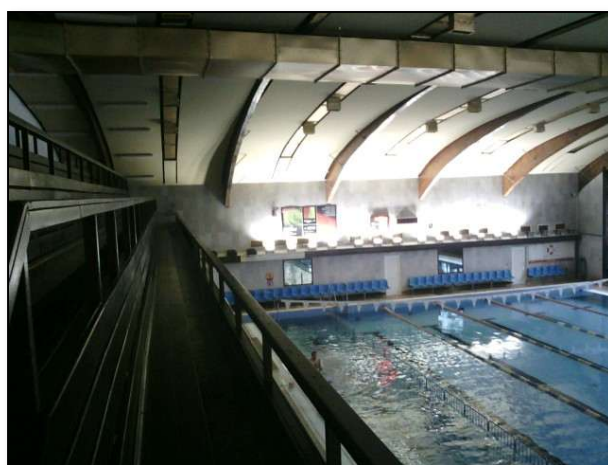
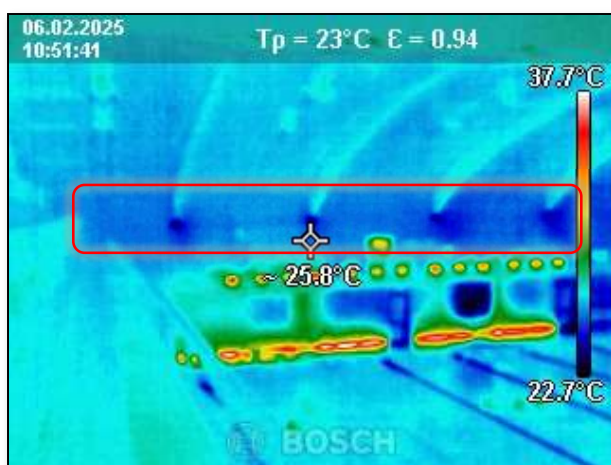
Fot. 106. Na zdjęciach termowizyjnych przedstawiono rozkład temperatury we wnętrzu pomieszczenia basenu, rozkład temperatury na pokryciu dachowym jest równomierny, największe straty zaobserwować można w miejscu podparcia dźwigarów na ścianie zewnętrznej oraz na fasadzie metalowo- szklanej,



Fot. 107. Na zdjęciach termowizyjnych przedstawiono rozkład temperatury we wnętrzu pomieszczenia basenu, rozkład temperatury na pokryciu dachowym jest równomierny, największe straty zaobserwować można w miejscu podparcia dźwigarów na ścianie zewnętrznej,



Fot. 108. Na zdjęciach termowizyjnych przedstawiono rozkład temperatury we wnętrzu pomieszczenia basenu, największe straty zaobserwować można w miejscu podparcia dźwigarów na ścianie zewnętrznej oraz na fasadzie metalowo- szklanej, potwierdza się wynik badania fasady z zewnątrz – większe straty ciepła widoczne są na elementach konstrukcji, niż na szybach



Fot. 109. Na zdjęciach termowizyjnych przedstawiono rozkład temperatury we wnętrzu pomieszczenia basenu, rozkład temperatury na pokryciu dachowym jest równomierny, największe straty zaobserwować można w miejscu podparcia dźwigarów na ścianie zewnętrznej,

Po przeprowadzonej ocenie parametrów energetycznych obiektu, zarówno na podstawie analizy dokumentów źródłowych, jak i badań wysnuć można następujące wnioski:

- obiekt został wykonany około roku 1991, wobec czego wymagania należy odnieść do czasów, w których obiekt był projektowany lub wznoszony,
- oczywistym jest fakt, że obiekt nie spełnia obecnie wymagań i wytycznych, stawianym współczynnikom przenikania ciepła ścian, dachów, stropów i stropodachów; obiekt może więc zostać poddany remontowi, czy modernizacji w celu zmniejszenia istniejących współczynników przegród;
- instalacje sanitarne w obiekcie nie spełniają dzisiejszych wytycznych, odnośnie cech energetycznych; podobnie jak w przypadku współczynnika przenika ciepła przegród może zostać wykonany remont lub wymiana tych instalacji, w celu min. poprawienia cech energetycznych lub dostosowania obiektu do nowych standardów technologicznych, głównie dotyczy to węzła, wentylacji i technologii basenowej,
- najbardziej niewralgiczne miejsca, z punktu widzenia strat ciepłych to: fasada metalowo-szklana, stolarka okienna i drzwiowa, zaleca się wymianę na materiały o właściwościach zgodnych z obecnymi wytycznymi dotyczącymi min. współczynnika przenikania ciepła.

Przed przystąpieniem do prac należy wykonać szczegółowy audyt energetyczny, a roboty wykonać w oparciu o projekt, wykonany i uzgodniony przez uprawnione do tego osoby.

13 OCENA STANU TECHNICZNEGO ELEMENTÓW SKŁADOWYCH BUDYNKU

Skala ocen stanu technicznego elementów obiektu budowlanego

Ocena	Stopień zużycia elementu		
5	Bardzo dobry <i>Pożądaný stan techniczny elementu konstrukcyjnego, brak jakichkolwiek oznak uszkodzeń i/lub korozji</i>	100 ÷ 85%	■ ■ ■ ■ ■
4	Dobry <i>Zadawalający stan techniczny, spełnione stany graniczne nośności i użytkowania, widoczny wpływ środowiska na element, lecz bez konieczności prowadzenia napraw i prac zabezpieczających, wymagana jest okresowa ocena stanu technicznego elementu</i>	84 ÷ 70%	■ ■ ■ ■ □
3	Dostateczny <i>Spełnione stany graniczne nośności i użytkowania, widoczny wpływ środowiska, konieczność wykonania prac zabezpieczających przed dalszą degradacją elementu, bez konieczności ingerencji w konstrukcję</i>	69 ÷ 55%	■ ■ ■ □ □
2	Zły <i>Element nie spełnia warunków granicznych użytkowania, nie ma niebezpieczeństwa awarii konstrukcji, element powinien zostać wzmocniony w najbliższym możliwym terminie</i>	54 ÷ 40%	■ ■ □ □ □
1	Awaryjny <i>Element nie spełnia warunków granicznych nośności, konieczne natychmiastowe wykonanie prac wzmacniających i/lub ograniczenie obciążenia elementu, w pewnych przypadkach konieczność ograniczenia użytkowania całości lub części obiektu</i>	39 ÷ 0%	■ □ □ □ □

A. Elementy konstrukcyjne i wykończeniowe				
Element, urządzenie, instalacja	Materiał, sposób wykonania, mocowania (...)	Stopień zużycia elementu	Uwagi/zalecenia	Stopień zużycia elementu
1. Posadowienie	Bezpośrednie	Dobry	Budynek posadowiony bezpośrednio za pomocą stóp i ław fundamentowych na podłożu gruntowym. Grunt pod fundamentem stanowią grunty spoiste o konsystencji plastycznej oraz dominujące w budowie geologicznej podłoże aluwialne – piaski drobne i średnioziarniste w stanie średnio zagęszczonym. Nie stwierdzono nierównomiernej pracy konstrukcji w ośrodku gruntowym. Do głębokości posadowienia około 1.5 m p.p.t nie stwierdzono występowania wód gruntowych.	■■■■■□
2. Fundamenty	Żelbetowe ławy i stopy fundamentowe	Dobry	Nie wykonywano odkrywek samych fundamentów bezpośrednich. Oceny dokonano na podstawie wzrokowej widocznych elementów konstrukcyjnych oraz stanu zachowania posadzek w okolicy analizowanych elementów. Nie stwierdzono charakterystycznych pęknięć, rys na tynku wewnętrznym, licu elementów betonowych mogących świadczyć o niewłaściwej pracy konstrukcji w podłożu gruntowym.	■■■■■□
3. Izolacje przeciwwodne fundamentów	Bitumiczna	Dostateczny	Izolacja w postaci dwóch-trzech warstw papy na lepiku ułożona na wierzchu ścian fundamentowych jako odcięcie poziome, chroniące przed podciąganiem kapilarnym wody. Podczas kontroli ściany fundamentowe w stanie suchym, niespękane, nośne.	■■■■□□
4. Ściany zewnętrzne	Murowane	Dobry	Wykonane jako jednowarstwowe z cegły ceramicznej) grubości 12-24 cm murowane na zaprawę tradycyjną cementowo – wapienną. Ogólny stan dobry. Nie stwierdzono oznak przekroczenia stanów granicznych nośności i przydatności do użytkowania. Sporadycznie występują pęknięcia związane z wprowadzeniem obciążeń dynamicznych.	■■■■■□
5. Ściany osłonowe	Warstwowe	Dobry	Konstrukcja części przybocznych hali wykonana w postaci żelbetowych ram prefabrykowanych których wypełnienie stanowi mur z cegły ceramicznej. Budynek z zewnątrz docieplony izolacją termiczną ze styropianu wykończony tynkiem cienkowarstwowym lub okładziną imitującą kamień. Nie stwierdzono niepokojących uszkodzeń i spękań zarówno po stronie wewnętrznej jak i zewnętrznej. Na elewacji kamienne widoczne pojedyncze rysy pionowe spowodowane korozją wysadzinową powstałą na skutek nieszczelnych obróbek blacharskich	■■■■■□
6. Fasada aluminiowo szklana	System słupowo ryglowy	Zły	Wykonana w systemie słupowo-ryglowym ze szkleniem w postaci pakietów szybowych jednokomorowych. Pakiety szybowe rozszczelnione. Wdała się korozja galwaniczna na skutek połączenia aluminium ze stalą, która z czasem doprowadzi do utraty właściwości wytrzymałościowych profili nośnej fasady.	■■□□□
7. Ściany wewnętrzne	Murowane	Dobry	Działowe wykonane z cegieł ceramicznych. Sporadycznie występują pęknięcia związane z okresem użytkowania konstrukcji	■■■■■□
8. Posadzki	Betonowe, brukowe	Dobry	Zewnętrzne posadzki betonowe wykończone nawierzchnią z drobnowymiarowych elementów betonowych. Posadzki w częściach reprezentacyjnych wykończone okładziną kamienną. Wposadzki w zespołach przebieralni, łazienkach i korytarzach	■■■■■□

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

			ogólnodostępnych wykończone płytkami ceramicznymi. Sporadycznie pojawiają się odspojenia płytek od podłoża. Stan podkładu cementowego dobry, nie stwierdzono wykruszonych powierzchni, zadoleń czy uskoków w miejscach progów i dylatacji.	
9. Stolarka okienna	Drewniana, PVC	Dostateczny	Większość zamontowanej stolarki okiennej stanowią okna PVC z funkcją otwarcia i uchylu. Okna wyposażone w pojedynczy zestaw szybowy bez większych parametrów ochrony cieplnej. Stolarka okienna sprawna technicznie. Okna były wymieniane więc nie było możliwości zamontowania ich w sposób szczelny stąd na zdjęciach z kamery termowizyjnej widoczne są znaczne mostki termiczne.	■■■■□□
10. Stolarka drzwiowa wewnętrzna	Drewniana, aluminiowo szklana	Dostateczny	Stolarka drzwiowa PVC i aluminiowa. Ogólny stan techniczny i użytkowy dobry. Widoczne są ślady użytkowania i zużycia.	■■■■□□
11. Tynki	Cementowo - wapienne, sucha zabudowa	Dostateczny	Pionowe przegrody wewnętrzne pokryte tradycyjnym tynkiem cementowym wykonanym w kategorii III-ciej oraz w postaci suchej zabudowy. Powierzchnia ścian równa. Nie stwierdzono większych odparzeń wypraw tynkarskich od elementów nośnych	■■■■□□
12. Powłoki malarskie	Farby emulsyjne ogólnego przeznaczenia	Dobry	Wnętrze budynku pomalowanie farbami emulsyjnymi w odcieniach bieli. Ogólny stan powłok malarskich dobry. Nie stwierdzono znaczących ognisk łuszczenia i odpajania się farby od podłoża. Widoczne są normalne ślady użytkowania.	■■■■■□
13. Stropy	Żelbetowe, prefabrykowane	Dobry	Wykonane jako prefabrykowane z płyt strunobetonowych kanałowych typu Żerańskiego oraz wykonywanych indywidualnie jako lane na budowie. Nie stwierdzono przekroczenia stanów granicznych oraz ubytków otuliny zbrojeniowej.	■■■■■□
14. Nadproża okienne	Betonowe	Dobry	Nie stwierdzono spękań na tynku świadczących o nieprawidłowej pracy konstrukcji lub niewystarczającej nośności lub sztywności przestrzennej obiektu.	■■■■■□
15. Nadproża drzwiowe	Betonowe	Dobry	Nie stwierdzono spękań na tynku świadczących o nieprawidłowej pracy konstrukcji lub niewystarczającej nośności lub sztywności przestrzennej obiektu.	■■■■■□
16. Pokrycie dachu	Papa	Dobry	Przybudówki hali głównej kryte papą nawierzchniową i podkładową ogólny stan dobry, zdarzają się odklejenia izolacji w rejonach wywinięć pionowych. W części odnowy biologicznej pojawiają się pojedyncze przecieki stosunkowo łatwe do usunięcia	■■■■■□
17. Poszycie hali basenowej	Warstwowe	Dostateczny	Poszycie dachu wykonane w postaci warstwowej <ul style="list-style-type: none"> – Blacha trapezowa na ruszcie drewnianym – Izolacja termiczna ze styropianu – Hydroizolacja z papy – Blacha trapezowa nawierzchniowa Ogólny stan dostateczny. Widoczne są znacznie postępujące ogniska korozji poszycia blachy wierzchniej które pogorszenie stanu wizualnego obiektu. Z uwagi na długi okres eksploatacji i dość kiepską jakość materiałów izolacyjnych stosowanych w latach 90-tych należy spodziewać się destrukcji i spękań hydroizolacji które mogą być nie rozpoznane z uwagi na stale występujące zaleganie wody basenowej w nieszczelnościach i na posadzkach ceramicznych.	■■■■□□

18. Odwodnienie	System grawitacyjne	Dobry	Rynny z blachy ocynkowanej połączone z pionami zrzutowymi. Woda opadowa odprowadzana jest na nieutwardzone tereny biologicznie czynnie. Wszystkie haki mocujące kompletne.	■ ■ ■ ■ □
19. Obróbki blacharskie	Blacha stalowa ocynkowana	Dobry	Stanowią zwieńczenie dachu wykonane z blachy stalowej ocynkowanej. Zamontowane stabilnie do konstrukcji budynku.	■ ■ ■ ■ □
20. Elewacje	Elewacja w systemie ETICS na	Dostateczny	Budynek jest docieplony. Elewację zewnętrzną stanowi tynk mineralny zatarty strukturalnie. Pomalowany farbami elewacyjnymi w odcieniach jasnych i kontrastowym odcieniu strefy cokołowej cofniętej pod lico ściany. Struktura tynku jest w dostatecznym stanie technicznym. Zdarzają się odparzenia i spękania spowodowane najprawdopodobniej błędami wykonawczymi i brakiem właściwego dozbrojenia miejsc kluczowych. Powyższe usterki poza walorami estetycznymi nie wpływa zasadniczo na stan techniczny konstrukcji muru.	■ ■ ■ □ □
21. Schody	wewnętrzne	Dobry	Wewnętrzne żelbetowe wykończone kamieniem lub okładzinami ceramicznymi.	■ ■ ■ ■ □

14 OGÓLNA OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO

Wybór (X)		OPIS	OCENA
<input type="checkbox"/>	Bardzo dobra	Elementy składowe obiektu są dobrze utrzymane, konserwowane, nie wykazują zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom norm.	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Dobra	Elementy składowe obiektu nie wykazują większego zużycia. Mogą wystąpić nieznaczne uszkodzenia, wynikające z użytkowania, szczególnie mechaniczne. Elementy wymagają konserwacji.	4
<input type="checkbox"/>	Średnia	Elementy składowe obiektu są w stanie zadowalającym. Celowy jest remont bieżący, polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji i impregnacji elementów składowych.	3
<input type="checkbox"/>	Dostateczna	W elementach składowych obiektu występują uszkodzenia i ubytki, nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu. Celowy jest remont kapitalny niektórych elementów składowych.	2
<input type="checkbox"/>	Zła	W elementach składowych obiektu występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Wymagany remont kapitalny.	1
<input type="checkbox"/>	Awaryjna	Obiekt nadaje się do likwidacji lub odbudowy.	0

15 PRZYDATNOŚĆ DO UŻYTKOWANIA

PEŁNA
(pełna, ograniczona, żadna)

16 OPIS STANU BEZPIECZEŃTWA EKSPLOATOWANEGO OBIEKTU

Z uwagi na wzrokową ocenę wykonania oględzin obiektu, rzeczywiste ich parametry konstrukcyjne i użytkowe mogą odbiegać od parametrów przedstawionych w niniejszym opracowaniu. Odchyłki te nie wpływają jednak w znaczący sposób na sformułowane w opracowaniu wnioski i zalecenia.

Budynek, pomimo tego, iż nie znajduje się w należytym stanie technicznym, nie zagraża życiu lub zdrowiu, bezpieczeństwu mienia lub środowisku, jednakże wymaga wykonania niezbędnego remontu

17 PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Celem niniejszego opracowania była ocena stanu technicznego obiektu oraz opracowanie zaleceń dalszej poprawnej eksploatacji budynku pływalni w kompleksie Centralnego Ośrodka Sportu – Ośrodka Przygotowań Olimpijskich. Przedmiotowy obiekt znajduje się przy Al. Prezydenta I. Mościckiego 6, 97-215 Spała. W tym celu wykonano następujący zakres analiz i badań:

- a) analizę posiadanej przez Zamawiającego dokumentacji, zarówno archiwalnej, jak również z bieżącego użytkowania obiektu oraz wszelkich innych dokumentów, które związane są z przedmiotowym obiektem i przedmiotem zamówienia,
- b) przeprowadzenie wizji lokalnych,
- c) przeprowadzenie, wymaganych na cele ekspertyzy, inwentaryzacji budynku oraz pomiarów i badań metodami nieniszczącymi takimi jak: pomiary, badania termowizyjne, badania nieniszczące występowania zbrojenia, charakterystyka energetyczna budynku, pomiary wilgotności i temperatur,
- d) wykonanie dokumentacji fotograficznej: zdjęcia lotnicze (dron), zdjęcia cyfrowe,
- e) analiza obliczeniowa,
- f) szacunkowe ustalenia trwałości poszczególnych elementów budynku,
- g) weryfikacja i ustalenia istniejących wad i uszkodzeń wraz z oceną zużycia poszczególnych elementów budynku,
- h) przedstawienie oceny możliwości dalszego, bezpiecznego eksploataowania obiektu wraz z ewentualnym wskazaniem zakresu wykonania prac remontowych zabezpieczających możliwość dalszej, czasowej eksploatacji obiektu a także
- i) sporządzenie kalkulacji kosztów wykonania prac remontowych.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

- Konstrukcja nośna budynku została zaprojektowana na minimum 50 lat żywotności;
- Elementy wykończenia wnętrz jak i instalacji zostały przewidziane na 30 lat bezusterkowego użytkowania;
- Okres użytkowania budynku wynosi obecnie 35 lat i nie przeprowadzono większych remontów związanych z eksploatacją obiektu. Pojawiają się normalne ślady zużycia poszczególnych elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych;
- Nie stwierdzono większego negatywnego wpływu spowodowanego działaniem długotrwałym obciążeń od ciężaru własnego konstrukcji;
- Ogólny stan techniczny obiektu należy zakwalifikować jako dobry;
- Aktualny stan wizualny i estetyczny obiektu znacząco odbiega od standardów typowych dla nowoczesnych pływalni. Podłogowe okładziny ceramiczne oraz armatura sanitarna są wyraźnie zużyte i przestarzałe. Biorąc pod uwagę strategiczne i reprezentacyjne znaczenie budynku, zaleca się przeprowadzenie remontu odświeżającego, którego celem będzie podniesienie walorów estetycznych obiektu. Dzięki temu pływalnia mogłaby w sposób godny reprezentować całe Centrum Olimpijskie oraz harmonijnie nawiązywać do wyremontowanej hali sportowej zlokalizowanej w bezpośrednim sąsiedztwie
- Z uwagi na znaczne zużycie okładzin ceramicznych w niecce basenu oraz wyeksploatowaną hydroizolację, celowe jest przeprowadzenie remontu generalnego obejmującego wykonanie nowej izolacji przeciwwodnej oraz zastosowanie współczesnych okładzin ceramicznych, spełniających aktualne wymagania techniczne i

estetyczne. Zakres prac powinien uwzględniać również dostosowanie rozwiązań materiałowych i technologicznych do obowiązujących norm oraz podniesienie ogólnego standardu wizualnego pływalni

- Stan techniczny żelbetowej niecki basenowej, z punktu widzenia nośności i integralności konstrukcji, oceniono jako dobry. Zaleca się jednak wykonanie niezbędnych lokalnych napraw w miejscach uszkodzeń, w szczególności w obszarach przecieków wody, które świadczą o nieszczelnościach spowodowanych uszkodzeniem konstrukcji lub izolacji przeciwwodnej. Prace naprawcze powinny być poprzedzone szczegółową diagnostyką i przeprowadzone z użyciem odpowiednich materiałów oraz technologii dedykowanych do napraw konstrukcji żelbetowych w środowisku narażonym na działanie wody i związków chemicznych
- Elementy żelbetowe niecki basenowej zostały projektowo zabezpieczone ciężką hydroizolacją wykonaną z laminatu epoksydowego. Warstwa ta uległa uszkodzeniu, najprawdopodobniej w trakcie wcześniejszych prac remontowych, takich jak wymiana rusztów przelewowych lub elastycznych uszczelnień w rejonie dylatacji.
- Nie stwierdzono występowania przecieków ani zawilgoceń, zarówno pod samą niecką basenową, jak i spod posadzki. Zidentyfikowano jednak degradację betonu oraz zbrojenia belek pod basenem, w których umieszczone są rynny przelewowe. Uszkodzenie tych elementów jest prawdopodobnie wynikiem uszkodzenia hydroizolacji podczas prac remontowych związanych z wymianą rusztów. Wykonane zdjęcia termowizyjne ujawniły miejsca uszkodzeń
- Ze względu na wysoki stopień skomplikowania obiektu, ograniczony dostęp do wielu jego elementów oraz obecność licznych instalacji technicznych, planowanie i realizację remontu – w szczególności prac związanych z naprawą konstrukcji żelbetowych – należy powierzyć firmom specjalizującym się w tego typu przedsięwzięciach. Tylko doświadczeni wykonawcy, dysponujący odpowiednim zapleczem technicznym i znajomością specyfiki obiektów basenowych, są w stanie zagwarantować właściwą jakość i trwałość wykonanych prac;
- Nie stwierdzono zjawiska karbonatyzacji betonu – przeprowadzone pomiary wykazały prawidłowe stężenie CO₂ w otoczeniu, co świadczy o zachowanej ochronie pasywnej stali zbrojeniowej.
- Na podstawie przeprowadzonych badań i odkrywek stwierdzono, że stan zachowania zbrojenia jest dobry, z wyjątkiem kilku lokalnych miejsc, które były narażone na długotrwały kontakt z wodą przesyconą chlorem. Ilość zastosowanych prętów zbrojeniowych odpowiada wymaganiom projektu. Zgodnie z dokumentacją techniczną, w obiekcie zastosowano beton o najniższych klasach wytrzymałości – C16/20 oraz C20/25 – co zostało potwierdzone metodami nieniszczącymi. Przyczepność stali zbrojeniowej do betonu pozostaje prawidłowa. Podsumowując, konstrukcja żelbetowa niecki basenowej funkcjonuje zgodnie z założeniami projektowymi z lat 90-tych i nie wykazuje oznak istotnych nieprawidłowości.
- Nie stwierdzono oznak osiadania ani uplastycznienia gruntu pod fundamentami punktowymi i liniowymi, co potwierdza, że obiekt pozostaje statycznie stabilny
- Drewniana, łukowa konstrukcja nośna zadaszenia hali basenowej znajduje się w dobrym stanie technicznym. Nie stwierdzono przekroczenia stanów granicznych nośności ani stanów granicznych użytkowości. Nie zaobserwowano zjawisk wyboczenia ani zwichrzenia elementów konstrukcyjnych. Maksymalne ugięcie blachy dachowej wynosi około 30 mm, przy dopuszczalnej wartości 90 mm.

Nie odnotowano uplastycznienia stali trzpieni w przegubach (miejscach występowania największych obciążeń sił skupionych) ani defektów w obrębie spoin blach gniazdowych. Beton bloków oporowych jest niezarysowany i nie wykazuje pęknięć, a osadzone w nich marki zostały solidnie zabetonowane.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdza się, że konstrukcja może być bezpiecznie użytkowana przez co najmniej kolejne 15 lat, pod warunkiem zachowania dotychczasowego poziomu utrzymania technicznego obiektu.

Dodatkowo, w ramach działań kontrolnych, zaleca się wykonanie stałej osnowy geodezyjnej oraz prowadzenie monitoringu ugięć dźwigarów – minimum raz na 5 lat, w ramach okresowych przeglądów technicznych.

- Na dzień dzisiejszy nie istnieją przesłanki wskazujące na zagrożenie katastrofą budowlaną ani konieczność wyłączenia obiektu z użytkowania. Przy zachowaniu odpowiedniej konserwacji oraz bieżącego utrzymania, które są obecnie prowadzone, budynek może być nadal bezpiecznie eksploatowany. Należy jednak podkreślić, że część elementów – szczególnie wykończeniowych oraz instalacyjnych – wykazuje oznaki zużycia, dlatego rekomenduje się przeprowadzenie modernizacji obiektu w formie remontu
- Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych oraz wykonanych pomiarów nie stwierdzono ugięcia niecki basenowej, belek, deformacji ram ustrojów nośnych ani obniżenia wytrzymałości słupów. W przypadku przekroczenia stanów granicznych użytkowania (SLS) można byłoby oczekiwać wystąpienia objawów takich jak rysy na okładzinach wykończeniowych, odspojenia tynków i okładzin czy nadmierne ugięcia – jednakże zjawiska te nie zostały zaobserwowane. Zidentyfikowano natomiast kilka pęknięć tynku cementowego, które mogą budzić niepokój wizualny, jednak wynikają one z nieprawidłowo wykonanych prac wykończeniowych i występują w rejonach dylatacji
- Po przeprowadzonej ocenie parametrów energetycznych obiektu, opartej zarówno na analizie dokumentacji źródłowej, jak i wykonanych badaniach, sformułowano następujące wnioski:
 - Obiekt został zrealizowany około 1991 roku, w związku z czym należy odnosić wymagania techniczne do przepisów obowiązujących w okresie jego projektowania i budowy.
 - W obecnym stanie obiekt nie spełnia aktualnych wymagań dotyczących współczynników przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne (ściany, dachy, stropy i stropodachy). Wskazane jest zatem przeprowadzenie prac modernizacyjnych, mających na celu obniżenie współczynników przenikalności cieplnej.
 - Instalacje sanitarne nie odpowiadają współczesnym wymaganiom energetycznym. Podobnie jak w przypadku przegród zewnętrznych, zalecana jest ich modernizacja lub wymiana, szczególnie w zakresie węzła cieplnego, systemu wentylacji oraz technologii basenowej, w celu poprawy efektywności energetycznej i dostosowania do obecnych standardów technologicznych.
 - Do najbardziej problematycznych pod względem strat ciepła elementów należą: fasada metalowo-szklana oraz stolarka okienna i drzwiowa. Zaleca się ich wymianę na rozwiązania spełniające aktualne normy w zakresie współczynnika przenikania ciepła.
- Na podstawie analizy energetycznej obiekt wymaga remontu-modernizacji, min. w celu dostawiania instalacji do standardów z obecnych czasów. Założono, że z uwagi na dobry stan konstrukcji obiektu (niezbędne są jedynie drobne naprawy, głównie w miejscach przecieków wody z niecki basenu, w wyniku prawdopodobnie uszkodzenia izolacji ciężkiej podczas dawnych remontów) zakres prac remontowych będzie obejmował:
 - Roboty rozbiórkowe aż do konstrukcji obiektu, demontażowi podlegają: dach, fasada metalowo-szklana, okna, drzwi, elementy wykończenia takie jak: okładziny ścienne i podłogowe, warstwy izolacji

przeciwwodnych i ciepłych, wszystkie instalacje sanitarne, częściowo instalacje elektryczne, min. oprawy, na zewnątrz- demontaż warstwy izolacji termicznej ścian wraz z wykończeniem,

- Wykonanie nowego pokrycia dachowego – konstrukcja dachu, wykonana obecnie z dźwigarów pozostaje,
 - Montaż nowej fasady, okien, drzwi,
 - Wykonanie nowej warstwy izolacji termicznej zewnętrznej wraz z warstwami wykończenia, obróbkami oraz orynowaniem,
 - Wewnątrz: roboty instalacyjne, polegające na montażu nowych instalacji sanitarnych, elektrycznych,
 - Wewnątrz: montaż nowej stolarki drzwiowej, roboty wykończeniowe powierzchni poziomych i pionowych, w tym min. izolacje p. wodne, okładziny ścian i podłóg,
 - Wewnątrz: montaż koniecznego wyposażenia, w tym urządzeń odnowy biologicznej, technologii basenowej.
- Szacunkowe koszty takiej modernizacji zostały wyliczone na kwotę **45 211 000 zł netto**. Należy podkreślić, że z uwagi na brak szczegółowego projektu, przedstawione powyżej wyliczenia mają charakter jedynie szacunkowy. Technologie basenowe, instalacje specjalistyczne odnowa biologiczna – są to rozwiązania specjalistyczne, obecnie trudne do wyceny bez posiadania szczegółowych projektów i wytycznych.
 - Przed przystąpieniem do robót remontowych należy sporządzić projekt, wykonany i uzgodniony przez uprawnione do tego osoby.

18 SZACUNKOWE KOSZTY MODERNIZACJI OBIEKTU

Jak opisano w rozdziałach poprzednich, obiekt wymaga remontu i modernizacji, min. w celu dostawiania instalacji do standardów z obecnych czasów. Założono, że z uwagi na dobry stan konstrukcji obiektu (niezbędne są jedynie drobne naprawy, głównie w miejscach przecieków wody z niecki basenu, w wyniku prawdopodobnie uszkodzenia izolacji ciężkiej podczas dawnych remontów) zakres prac remontowych będzie obejmował:

- 1) Roboty rozbiórkowe aż do konstrukcji obiektu, demontażowi podlegają: dach, fasada metalowo-szklana, okna, drzwi, elementy wykończenia takie jak: okładziny ścienne i podłogowe, warstwy izolacji przeciwwodnych i cieplnych, wszystkie instalacje sanitarne, częściowo instalacje elektryczne, min. oprawy, na zewnątrz- demontaż warstwy izolacji termicznej ścian wraz z wykończeniem,
- 2) Wykonanie nowego pokrycia dachowego – konstrukcja dachu, wykonana obecnie z dźwigarów pozostaje,
- 3) Montaż nowej fasady, okien, drzwi,
- 4) Wykonanie nowej warstwy izolacji termicznej zewnętrznej wraz z warstwami wykończenia, obróbkami oraz orynowaniem,
- 5) Wewnątrz: roboty instalacyjne, polegające na montażu nowych instalacji sanitarnych, elektrycznych,
- 6) Wewnątrz: montaż nowej stolarki drzwiowej, roboty wykończeniowe powierzchni poziomych i pionowych, w tym min. izolacje p. wodne, okładziny ścian i podłóg,
- 7) Wewnątrz: montaż koniecznego wyposażenia, w tym urządzeń odnowy biologicznej, technologii basenowej.

Szacując koszty takiej modernizacji podparto się projektem wykonanym i udostępnionym przez Zamawiającego, pt. *ROZBIÓRKA I BUDOWA NOWEJ PŁYWAŁNI W CENTRALNYM OŚRODKU SPORTU, OŚRODKU PRZYGOTOWAŃ OLIMPIJSKICH W SPALE*. Projekt ten zakładał wyburzenie obecnego budynku i budowę od nowa, w założeniach podobnych do pierwotnego obiektu. Założono, że projekt ten odzwierciedlał oczekiwania Zamawiającego odnośnie standardu inwestycji. Wobec czego otrzymane kosztorysy inwestorskie, wykonane we wrześniu 2024, zostały ponownie przeliczone. Przeliczenia dokonywano w programie Norma EXPERT Wersja: 5.15.200.12. Zastosowano Ceny producentów i dostawców (Intercenbud) - 31.03.2025, Ceny średnie RMS (Intercenbud) - 1 kw. 2025. Współczynniki:

- Koszty pośrednie [Kp] (R+S) = 68,90%,
- Zysk [Z] (R+S+Kp(R+S)) = 11,60%.

Z zakresu kosztorysów usunięto wykonanie konstrukcji, ponieważ obecna konstrukcja w założeniach pozostaje. W przypadku konstrukcji uwzględniono jedynie wykonanie napraw konstrukcji żelbetowej, w niewielkim zakresie. W tabeli poniżej przedstawiono zestawienie kosztów:


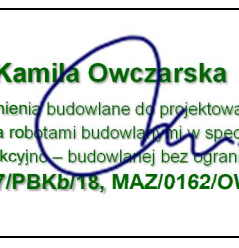
Lp.	Branża	Ogólny zakres robót	Kwota netto [PLN] w odniesieniu do średnich Cen producentów i dostawców (Intercenbud) – 1 kwartał 2025
1.	Roboty przygotowawcze i rozbiórkowe	Demontażowi podlegają: dach, fasada metalowo-szklana, okna, drzwi, elementy wykończenia takie jak: okładziny ścienne i podłogowe, warstwy izolacji przeciwwodnych i cieplnych, wszystkie instalacje sanitarne, częściowo instalacje elektryczne, min. oprawy, na zewnątrz - demontaż warstwy izolacji termicznej ścian wraz z wykończeniem	731 000 zł
2.	Roboty budowlane	a) Wykonanie nowego pokrycia dachowego – konstrukcja dachu, wykonana obecnie z dźwigarów pozostaje, b) Drobne naprawy konstrukcji żelbetowej, b) Montaż nowej fasady, okien, drzwi, c) Wykonanie nowej warstwy izolacji termicznej zewnętrznej wraz z warstwami wykończenia, obróbkami oraz orynnowaniem, d) Wewnątrz: montaż nowej stolarki drzwiowej, roboty wykończeniowe powierzchni poziomych i pionowych, w tym min. izolacje p. wodne, okładziny ścian i podłóg,	11 750 000 zł
3.	Instalacje sanitarne	Roboty instalacyjne wodno-kanalizacyjne i sanitarne, Instalacje wentylacyjne, Instalowanie centralnego ogrzewania	20 200 000 zł
4.	Instalacje elektryczne	Roboty instalacyjne elektryczne	800 000 zł
5.	Instalacje teletechniczne	Roboty instalacyjne teletechniczne	330 000 zł
6.	Technologia basenowa	Kompletna technologia basenowa wraz z automatyką	2 300 000 zł
7.	Przywrócenie do użytkowania centrum odnowy biologicznej	Roboty budowlane wliczone w punkcie 2. W tej pozycji jedynie urządzenia i technologie	9 100 000 zł
PODSUMOWANIE (koszty netto):			45 211 000 zł

Należy podkreślić, że z uwagi na brak szczegółowego projektu, przedstawione powyżej wyliczenia mają charakter jedynie szacunkowy. Technologie basenowe, instalacje specjalistyczne odnowa biologiczna – są to rozwiązania specjalistyczne, obecnie trudne do wyceny bez posiadania szczegółowych projektów i wytycznych.

19 ZASTRZEŻENIA I KLAUZULE

- Wszelkie opinie i oceny przedstawione w niniejszym opracowaniu oparto na otrzymanej dokumentacji technicznej i fotograficznej, literaturze przedmiotu oraz ogólnie dostępnych danych.
- W przypadku powstania wątpliwości lub jakichkolwiek niejasności co do powyższych wniosków i zaleceń należy zwrócić się do autorów niniejszego opracowania o dodatkowe informacje i wyjaśnienia.
- Okres ważności niniejszego opracowania 36 miesięcy.

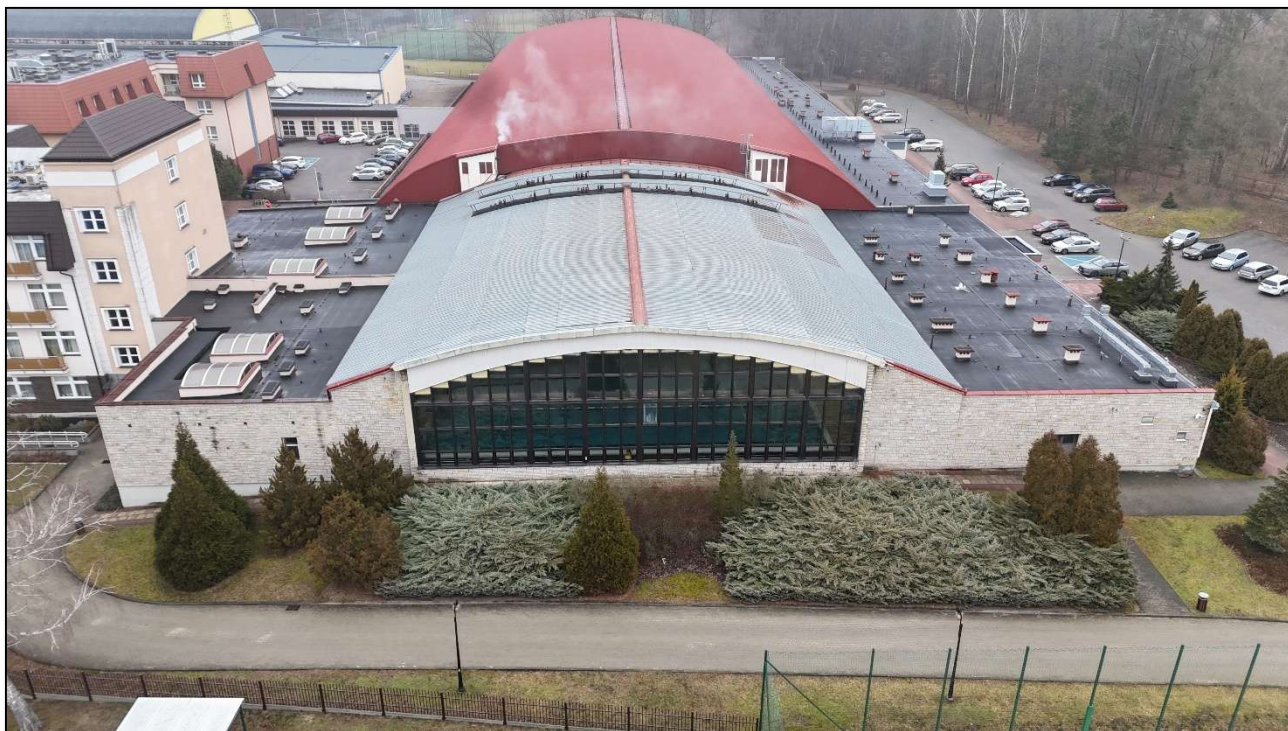
My niżej podpisani, oświadczamy, że ustalenia zawarte w ekspertyzie są zgodne ze stanem faktycznym i przepisami techniczno – budowlanymi

 <p>mgr inż. Rafał Fit RZECZOZNAWCA BUDOWLANY w specjalności konstrukcyjno – budowlanej, obejmującej kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń decyzja nr.: RZE/X/0023/22</p>	 <p>Kamila Owczarska Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno – budowlanej bez ograniczeń MAZ/0477/PBKb/18, MAZ/0162/OWOK/14</p>
--	---

31.03.2025

20 DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA

20.1 Widok ogólny budynku i otoczenia



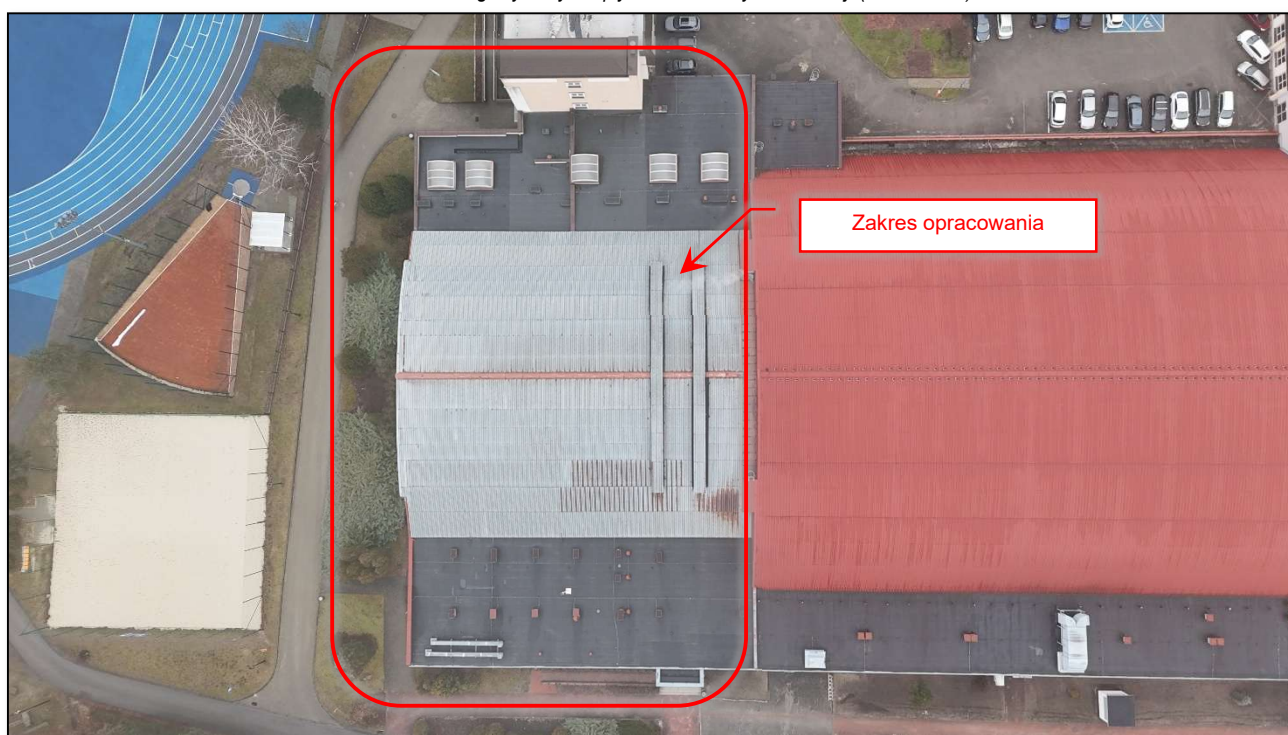
Fot. 110 Widok ogólny budynku pływalni od strony południowej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 111 Widok ogólny budynku pływalni od strony południowo – wschodniej (fot. Rafał Fit)

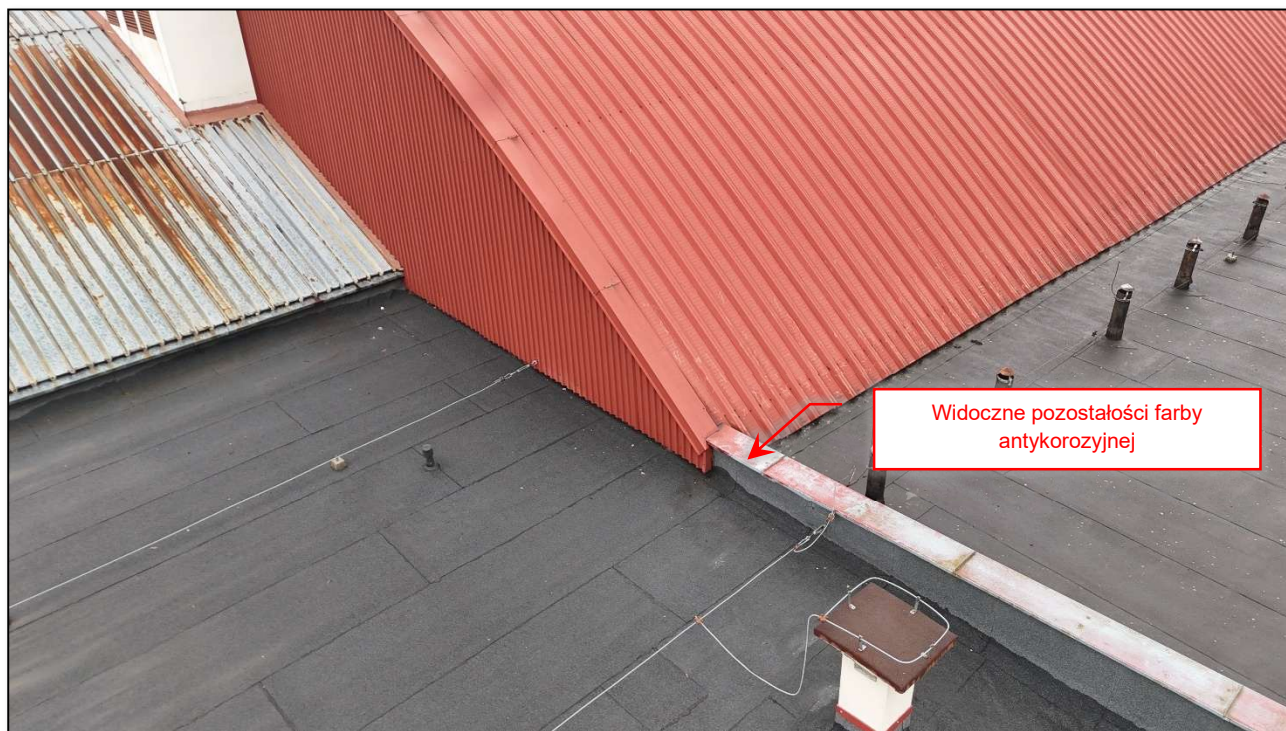


Fot. 112 Widok ogólny budynku pływalni od strony wschodniej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 113 Widok dachu budynku pływalni. fot. Rafał Fit)

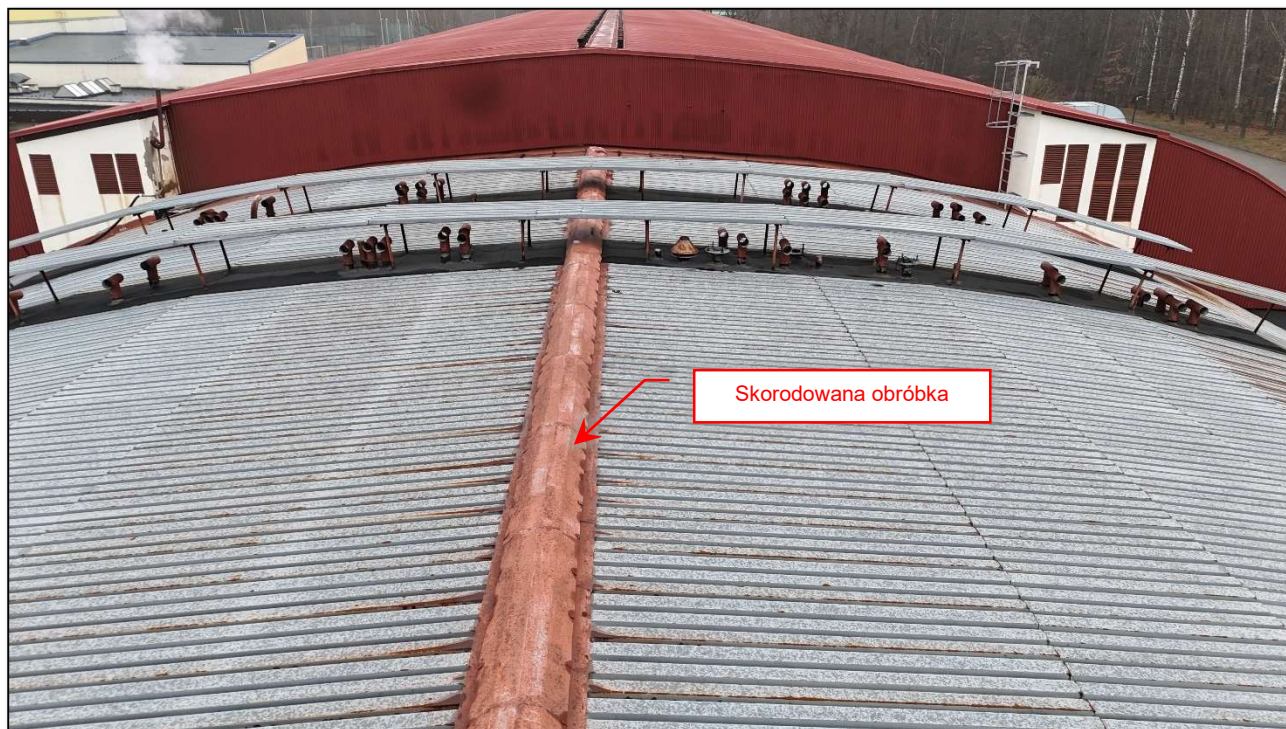
20.2 Poszycie dachu



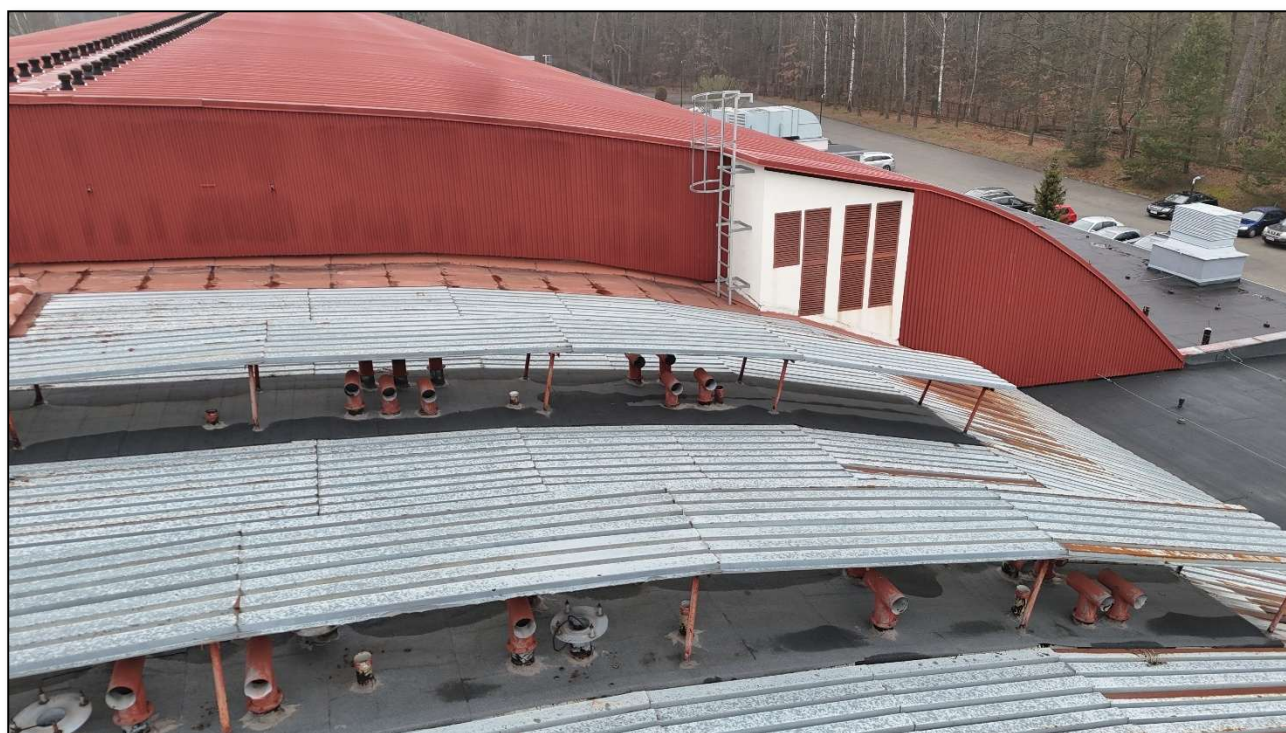
Fot. 114 Detal połączenia budynku pływalni z halą sportową – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 115 Obróbki blacharskie kalenicy i ściany szczytowej – stan techniczny dostateczny. Widoczne ślady postępującej korozji (fot. Rafał Fit)



Fot. 116 Detal obróbki kalenicy. Stan techniczny dostateczny. Widoczne ślady postępującej korozji obniżające wartość estetyczną obiektu. (fot. Rafał Fit)



Fot. 117 Konstrukcja zadaszenia wywiewek instalacji wentylacyjnej. Stan techniczny dostateczny. Widoczne ogniska korozji ocynkowanej blachy trapezowej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 118 Widok ogólny hydroizolacji z papy dachów płaskich. Stan techniczny - dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 119 Widok ognisk postępującej korozji. Stan techniczny poszycia – dostateczny. Blacha nie utraciła jeszcze swoich właściwości jednakże stan wizualny obniża wartość estetyczną obiektu. (fot. Rafał Fit)



Fot. 120 Widok niewłaściwie zamontowanej blachy trapezowej stanowiącej poszycie dachu – przetłoczenia węższe powinny być po stronie wierzchniej przez co blacha ma większą wytrzymałość punktową. (fot. Rafał Fit)



Fot. 121 Widok uszkodzeń obudowy szachtu instalacyjnego. (fot. Rafał Fit)



Fot. 122 Widok ogólny detalu połączenia budynku pływalni z halą sportową. Stan techniczny dobry. Nie stwierdzono uszkodzeń ciągłości hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 123 Obróbki blacharskie gzymsów, opierzenia i rynny – stan techniczny dobry (fot. Rafał Fit)



Fot. 124 Widok korozji poszycia dachu nad wejściem głównym. (fot. Rafał Fit)



Fot. 125 Widok ogólny poszycia dachów płaskich. Widoczne uszkodzenie pionowych wywinięć hydroizolacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 126 Widok ogólny załamania płaszczyzny dachu. Analiza przyczyny w treści opracowania. (fot. Rafał Fit)

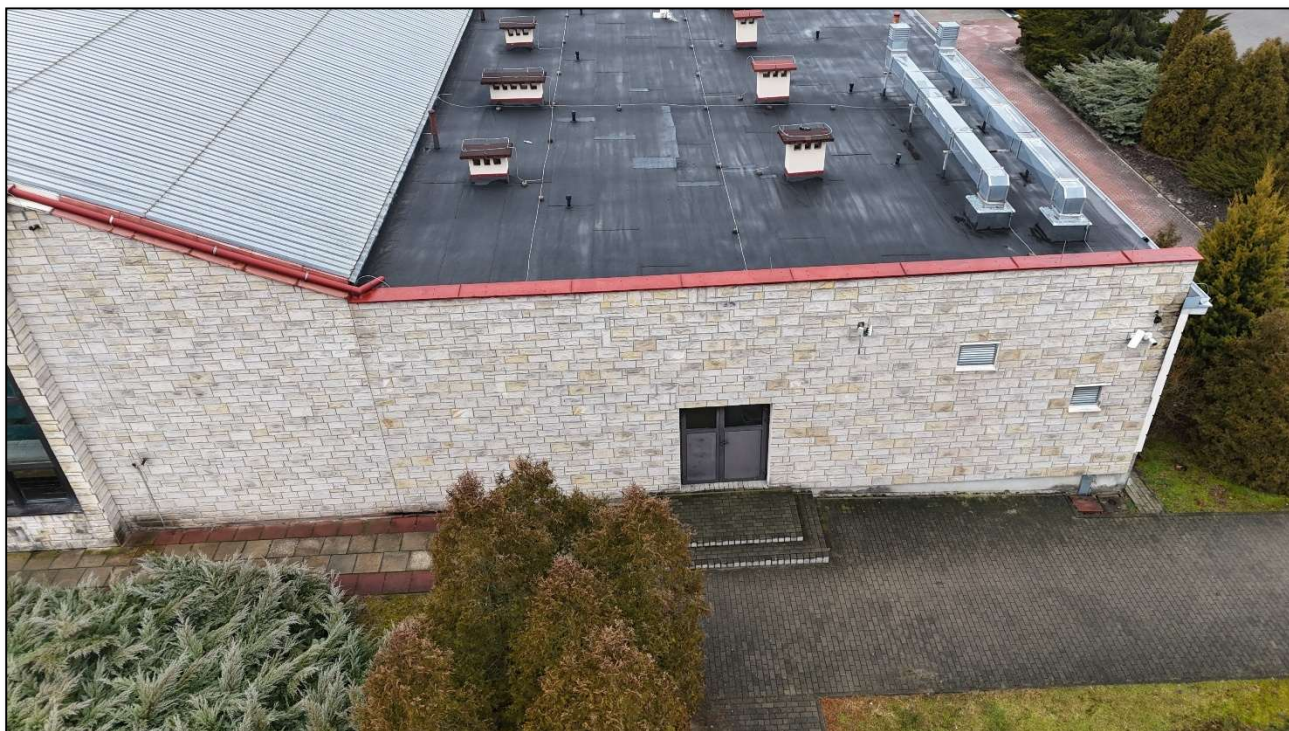


Fot. 127 Detal płaszczyzny dachu. Analiza przyczyny w treści opracowania. (fot. Rafał Fit)

20.3 Elewacje i teren zewnętrzny



Fot. 128 Widok ogólny ściany szczytowej budynku pływalni. Stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 129 Widok ogólny elewacji kamiennej zaplecza budynku pływalni. Stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 130 Widok ogólny elewacji bocznej docieplonej styropianem. Stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



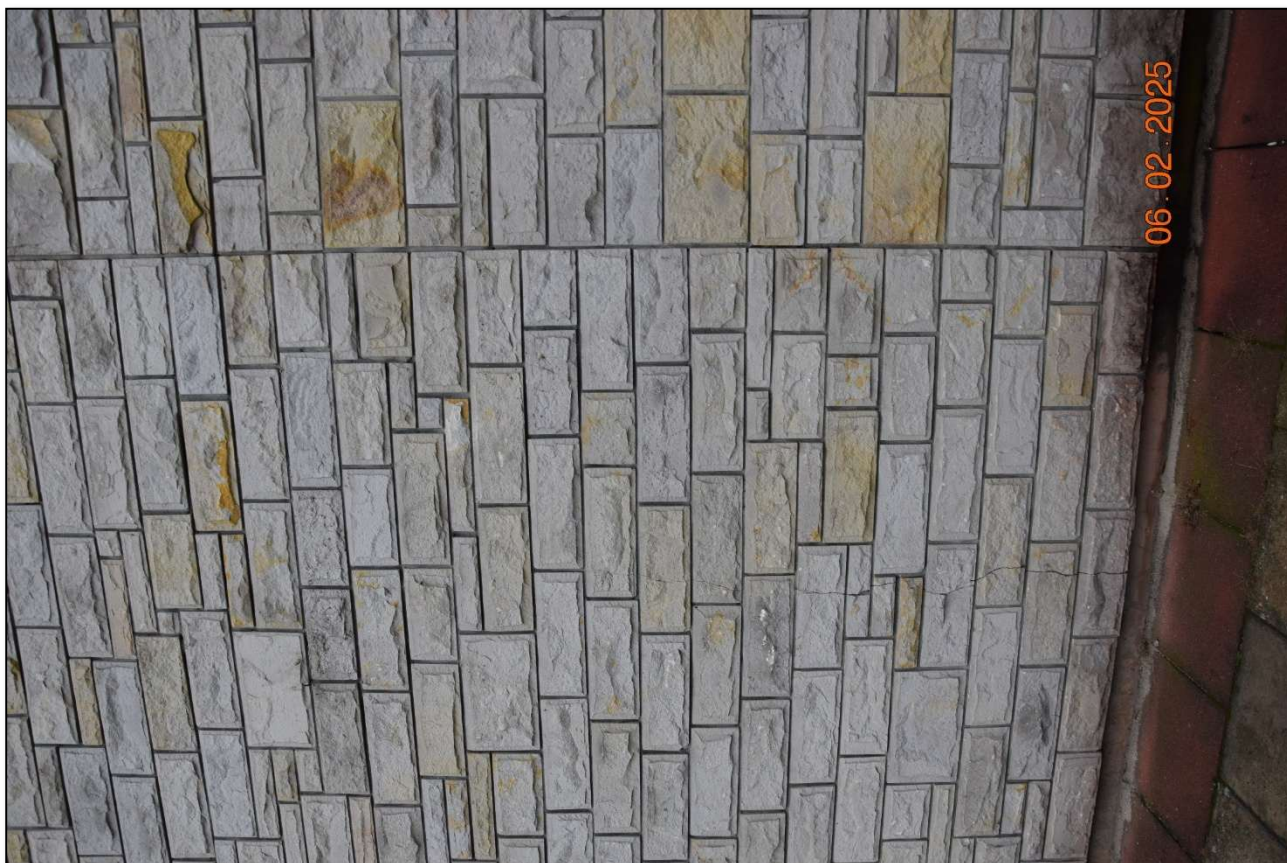
Fot. 131 Detal obróbek frontowych. Widoczne ślady korozji oraz nieszczelności połączeń. (fot. Rafał Fit)



Fot. 132 Pęknięcia okładzin elewacyjnych spowodowane brakiem zapewnienia szczelności obróbek. Woda dostająca się pod okładzinę w okresach ujemnych temperatur zamarza i powoduje uszkodzenia i odspajanie kamienia od podłoża. (fot. Rafał Fit)



Fot. 133 Detal obróbek frontowych. Widoczne ślady korozji oraz nieszczelności połączeń. (fot. Rafał Fit)



Fot. 134 Detal dylatacji pomiędzy halą pływalni a częścią odnowy biologicznej – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 135 Widok uszkodzonych okładzin kamiennych spowodowanych korozją mrozową. Brak widocznych pęknięć po drugiej stronie przegrody i ścianach fundamentowych (fot. Rafał Fit)



Fot. 136 Widok uszkodzonych okładzin kamiennych spowodowanych korozją mrozową. Brak widocznych pęknięć po drugiej stronie przegrody i ścianach fundamentowych (fot. Rafał Fit)



Fot. 137 Detal niewłaściwie ukształtowanego połączenia dwóch rodzajów elewacji oraz brak szczelności izolacji na attyce powoduje wnikanie wody pod elewację (fot. Rafał Fit)



Fot. 138 widok ogólny uszkodzeń elewacji wykonanej w systemie ETICS spowodowane błędami wykonawczymi i okresem eksploatacji. Stan techniczny – dostateczny.
(fot. Rafał Fit)



Fot. 139 widok ogólny uszkodzeń elewacji wykonanej w systemie ETICS spowodowane błędami wykonawczymi i okresem eksploatacji. Stan techniczny – dostateczny.
(fot. Rafał Fit)

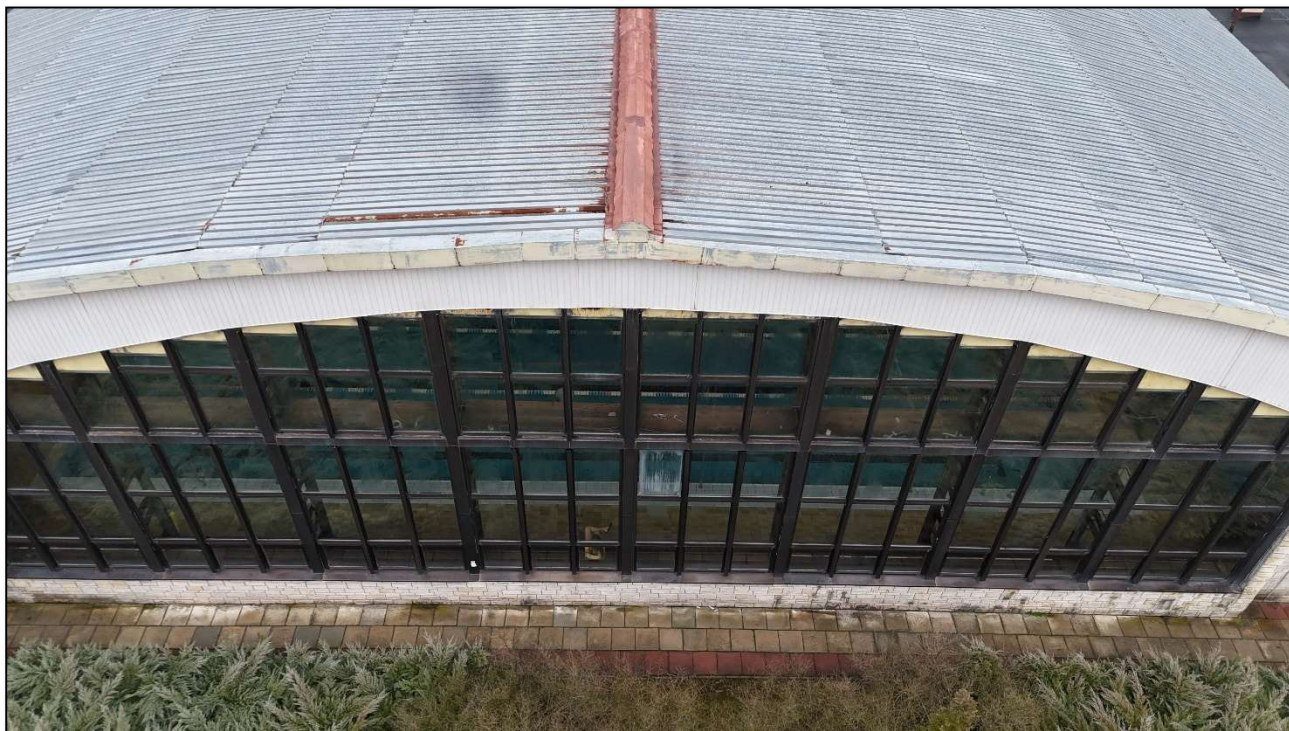


Fot. 140 widok ogólny uszkodzeń elewacji wykonanej w systemie ETICS spowodowane błędami wykonawczymi i okresem eksploatacji. Stan techniczny – dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 141 Widok ogólny wejścia głównego do budynku pływalni – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

20.4 Fasady aluminiowo szklane i stolarka okienna



Fot. 142 Widok ogólny fasady aluminiowo – szklanej od strony szczytowej. Stan techniczny - zły(fot. Rafał Fit)



Fot. 143 Widok ogólny fasady aluminiowo – szklanej od strony szczytowej. Stan techniczny - zły(fot. Rafał Fit)



Fot. 144 Widok braku zapewnienia szczelności zamknięcia górnej fasady. Stan techniczny zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 145 Widoczne ślady rozwijającej się korozji na skutek zastosowania stalowych paneli wpiętych w aluminiową konstrukcję. Korozja galwaniczna powoduje rdzewienie elementów stalowych oraz utlenianie aluminium przez co dochodzi do osłabienia nośności przekroji konstrukcyjnych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 146 Widoczne ślady gromadzenia się pary wodnej na wewnętrznej stronie szklenia świadczą o uszkodzonej izolacyjności pakietów szybowych – stan techniczny zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 147 Widoczne ślady gromadzenia się pary wodnej na wewnętrznej stronie szklenia jak i w pakietach szybowych świadczą o uszkodzonej izolacyjności pakietów szybowych oraz utracie gazu wypełniającego komorę – stan techniczny zły. (fot. Rafał Fit)



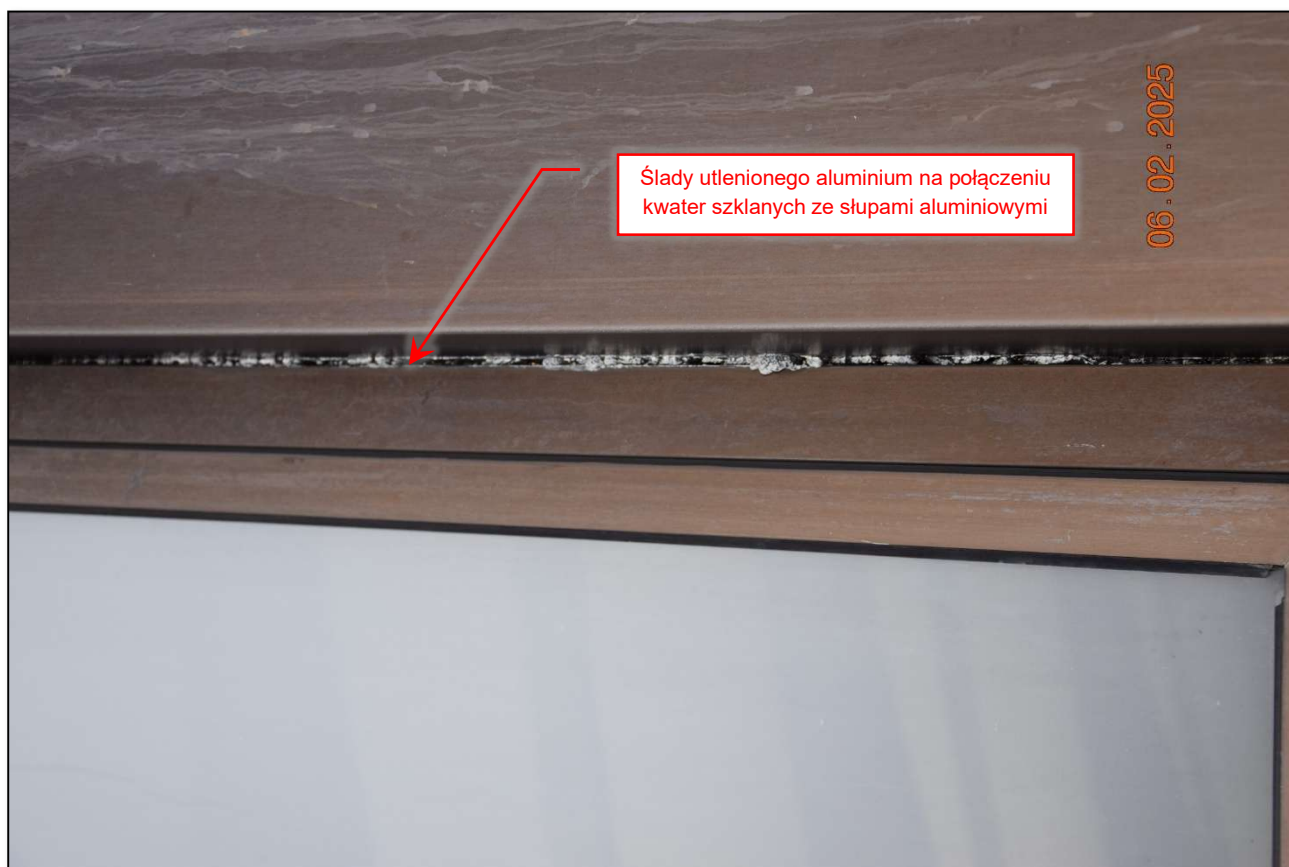
Fot. 148 Stolarka okienna starego typu nie spełnia obecnych parametrów izolacyjności energetycznej. Stan techniczny zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 149 Widok niewłaściwie wykonanych obróbek blacharskich. Zastosowano różne typy materiałów (aluminium, stal) przez co rozwija się korozja galwaniczna. (fot. Rafał Fit)



Fot. 150 Detal wycieków wody spod elementów fasady. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 151 Detal korozji galwanicznej słupów konstrukcji nośnej fasady aluminiowej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 152 Detal uszkodzonych pakietów szybowych fasady aluminium – szklanej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 153 Detal uszkodzonych pakietów szybowych fasady aluminium – szklanej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 154 Detal uszkodzonych pakietów szybowych fasady aluminiowo – szklanej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 155 Detal korozji galwanicznej słupów konstrukcji nośnej fasady aluminiowej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 156 Widok ogólny konstrukcji fasady aluminiowo – szklanej od strony wewnętrznej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 157 Widok skorodowanych elementów słupów stalowych wielogłęziowych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 158 Ślady utraty właściwości ochronnych powłok malarskich. (fot. Rafał Fit)



Fot. 159 Detal postępującej korozji galwanicznej na styku dwóch różnych materiałów. Korozja ta jest o tyle niebezpieczna ponieważ osłabia nośność przekroju. (fot. Rafał Fit)



Fot. 160 Detal uszkodzonych pakietów szybowych fasady aluminiowo – szklanej. Widok od strony wewnętrznej. Stan techniczny – zły. Wilgoć występująca pomiędzy szkleniem świadczy o ulotnieniu gazów obojętnych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 161 Widok ogólny konstrukcji stalowej ściany szczytowej. Stan techniczny – zły. Utrata powłok malarskich przyspieszy proces korozji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 162 Detal uszkodzonych pakietów szybowych fasady aluminiowo – szklanej. Widok od strony wewnętrznej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 163 Detal uszkodzonych pakietów szybowych fasady aluminiowo – szklanej. Widok od strony wewnętrznej. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 164 Stolarka okienna z PVC wyposażona w pakiety szybowe jednokomorowe. Stan użytkowy dobry. Nie spełniają obecnych warunków dotyczących izolacyjności energetycznej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 165 Para drzwi przesuwnych stanowiących wejście główne do budynku pływalni. Stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)

20.5 Konstrukcja nośna p[przekrycia hali basenowej



Fot. 166 Szerokość dźwigara 16 cm – zgodnie z dokumentacją projektową. (fot. Rafał Fit)



Fot. 167 Widok ogólny stanu technicznego dźwigara – bez uwag. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
rafal.fit@ekspertyzybud.pl
M: 669 358 275

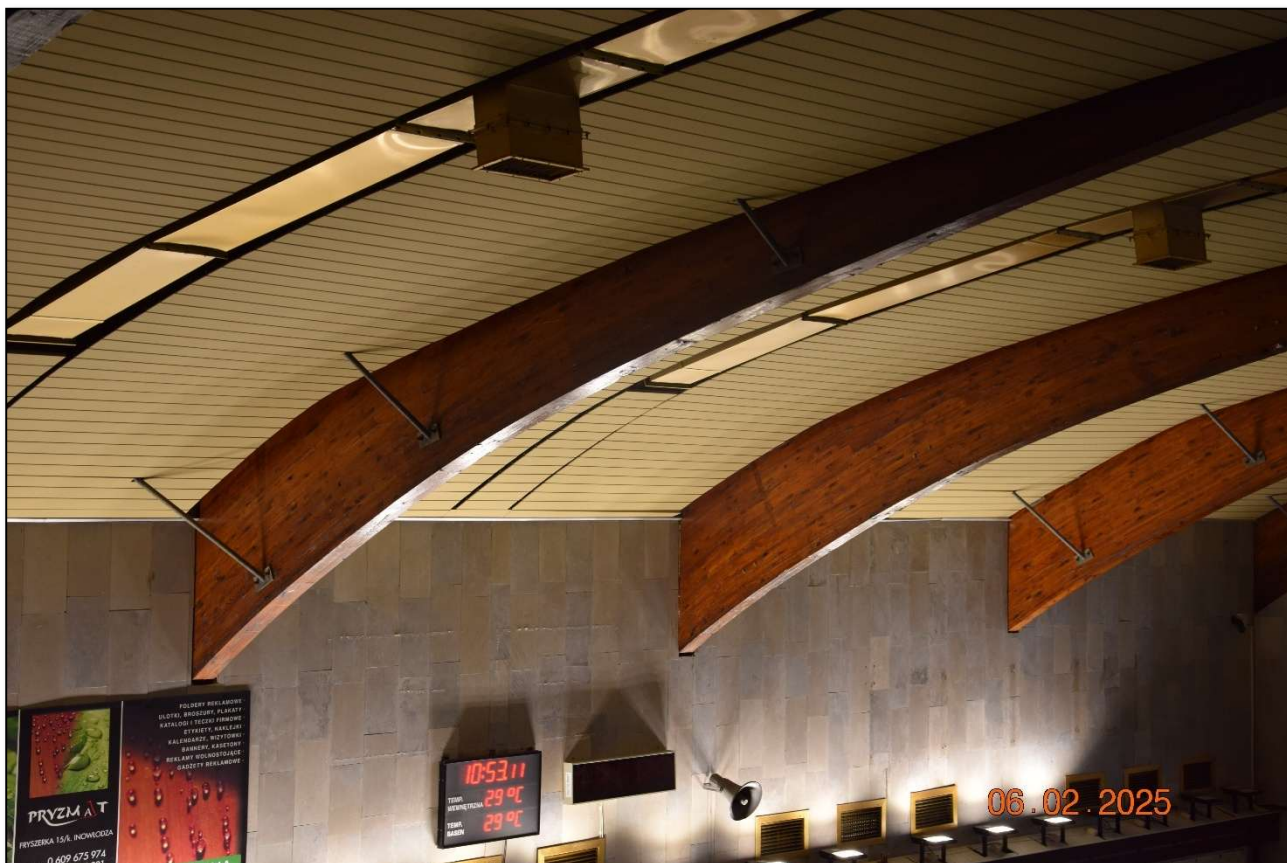
dr inż. Kamila Owczarska
kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
M: 698 870 381



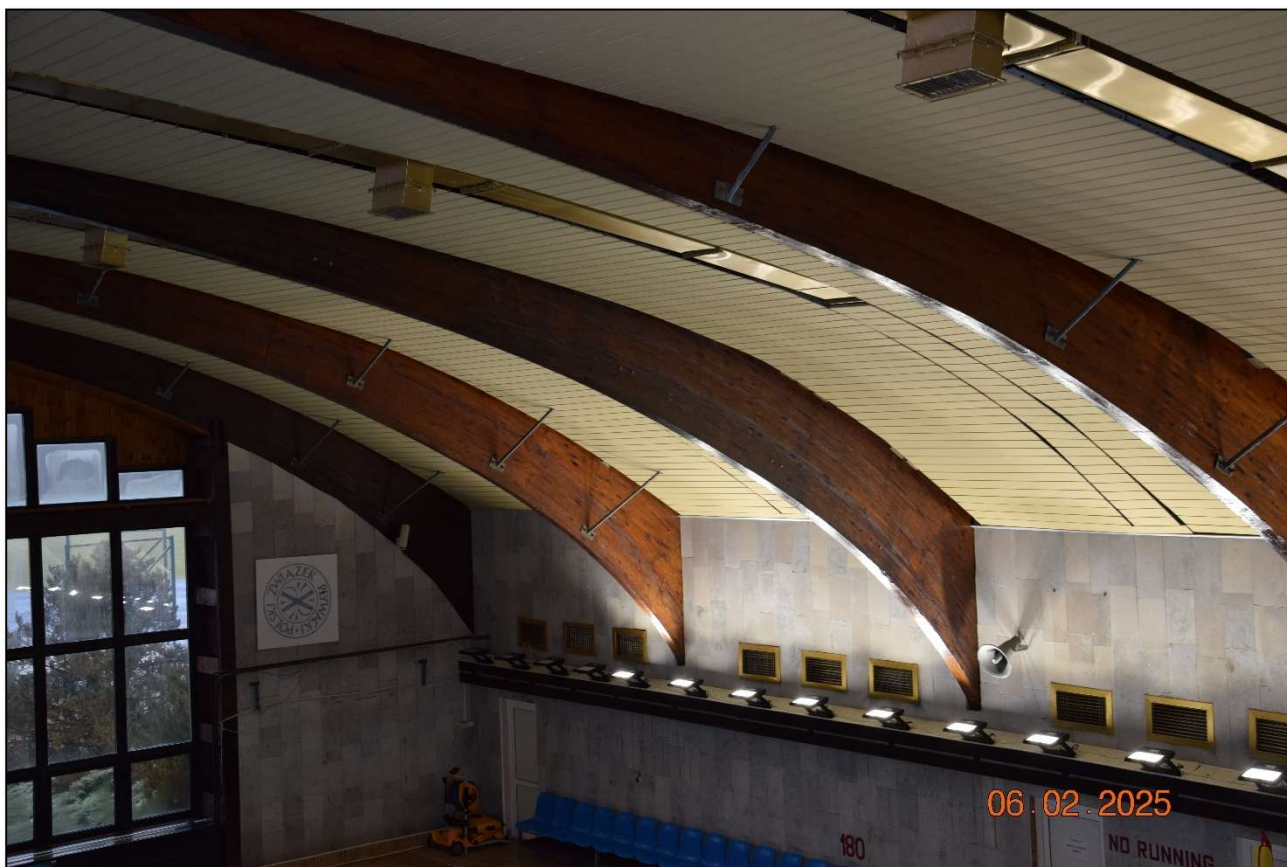
Fot. 168 Widok ogólny stanu technicznego dźwigarów w hali basenowej – bez uwag. (fot. Rafał Fit)



Fot. 169 Widok ogólny stanu technicznego dźwigarów w hali basenowej – bez uwag. (fot. Rafał Fit)



Fot. 170 Widok ogólny stanu technicznego dźwigarów w hali basenowej – bez uwag. (fot. Rafał Fit)



Fot. 171 Widok ogólny stanu technicznego dźwigarów w hali basenowej – bez uwag. (fot. Rafał Fit)

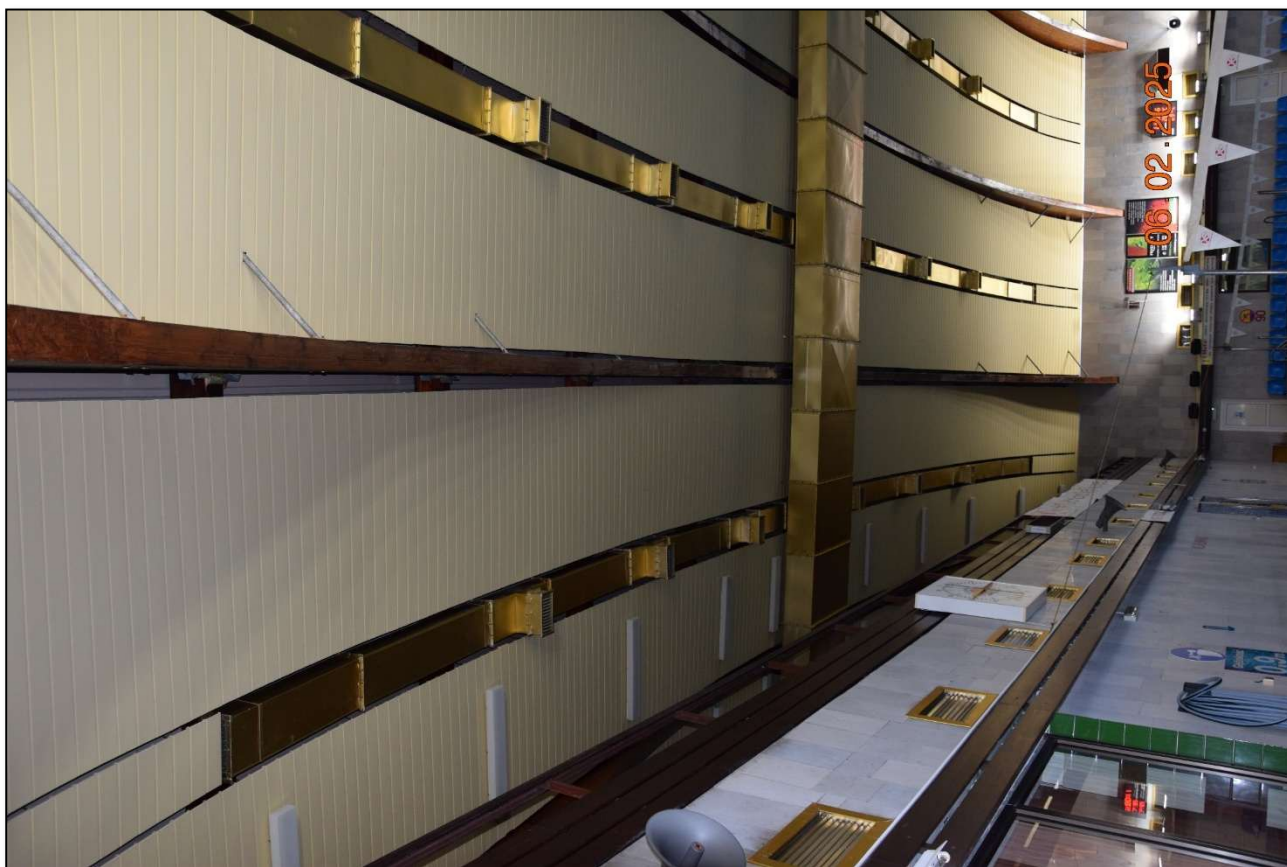
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

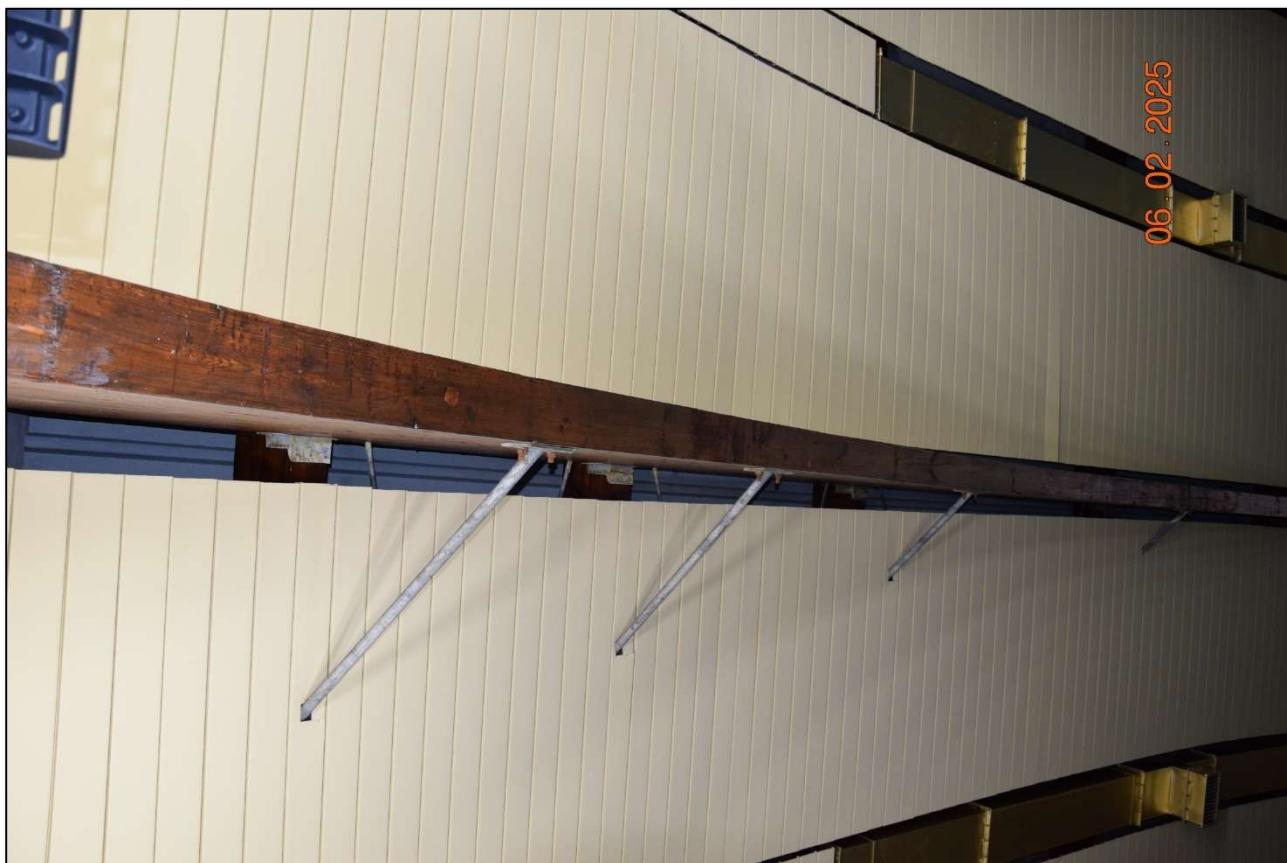
dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Fot. 172 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)



Fot. 173 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)



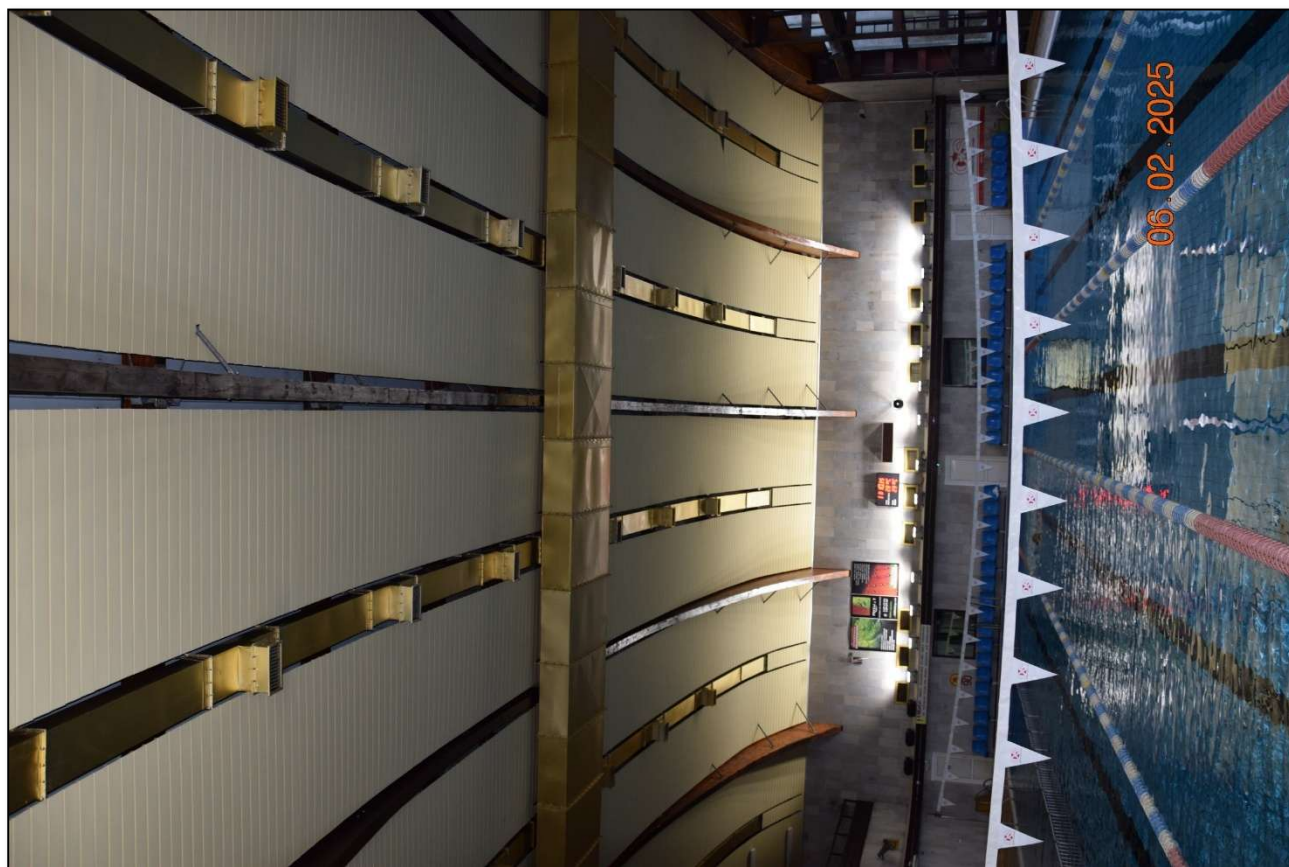
Fot. 174 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)



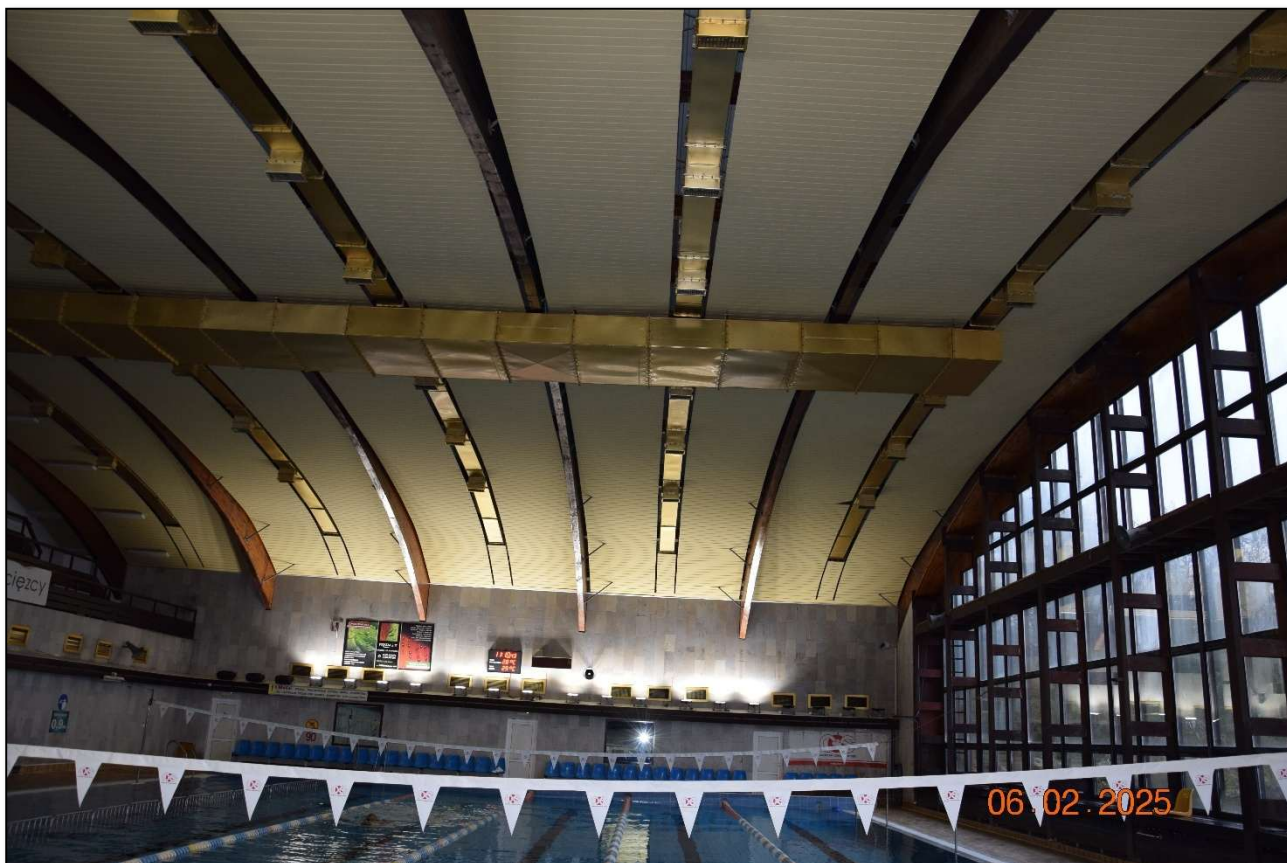
Fot. 175 Detal osadzenia płatwi i mocowanie łączników ciesielskich – nie stwierdzono odspojonych połączeń. Degradacja korozyjna łączników w stopniu niewielkim, nie wpływa na nośność elementu. (fot. Rafał Fit)



Fot. 176 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)



Fot. 177 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)



Fot. 178 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)

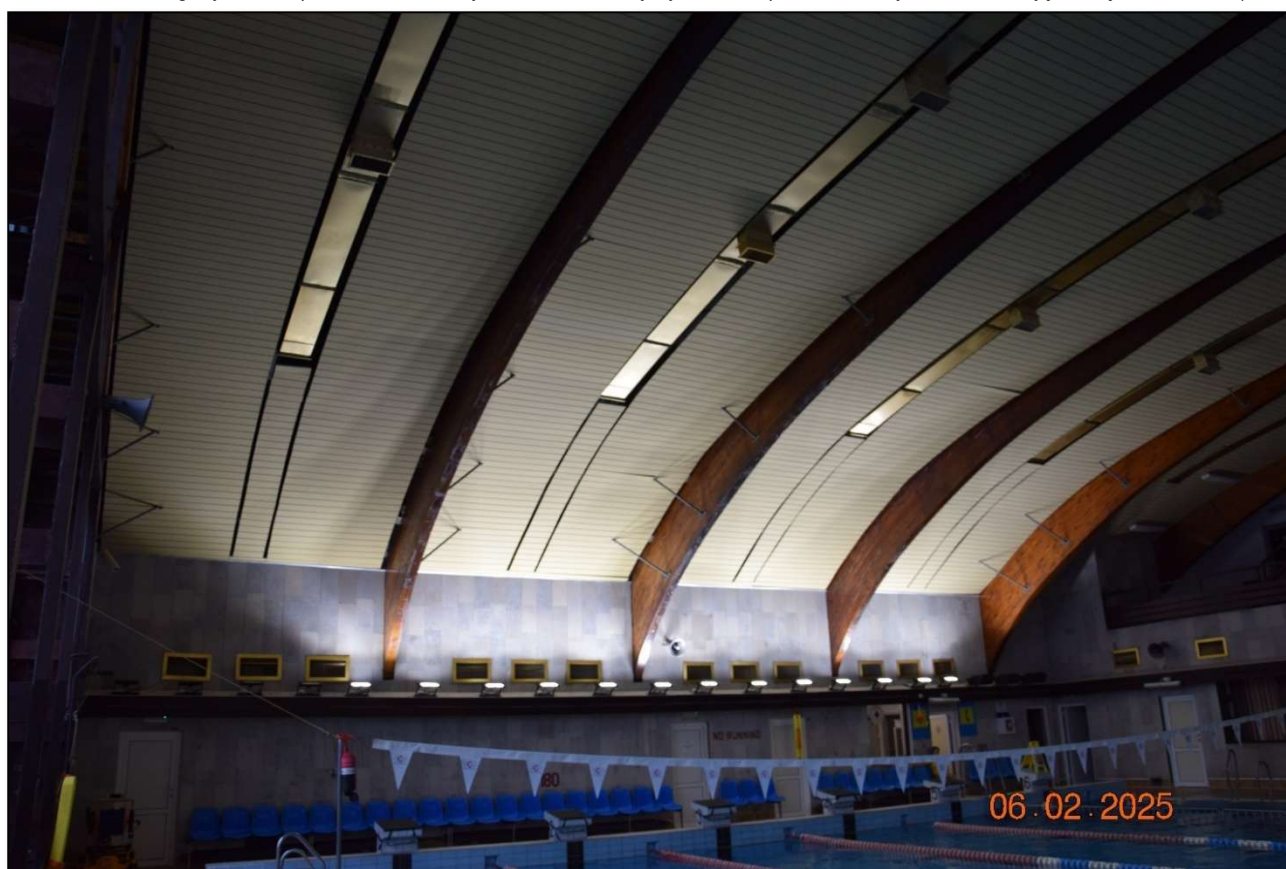


Fot. 179 Analiza wyboczenia i zwichrzenia dźwigarów – nie stwierdzono niepokojących oznak. (fot. Rafał Fit)

20.6 Hala basenowa i technologia



Fot. 180 Widok ogólny okładzin posadzek ceramicznych – stan techniczny zły. Posadzki po 35 latach użytkowania utraciły już swoje właściwości. (fot. Rafał Fit)

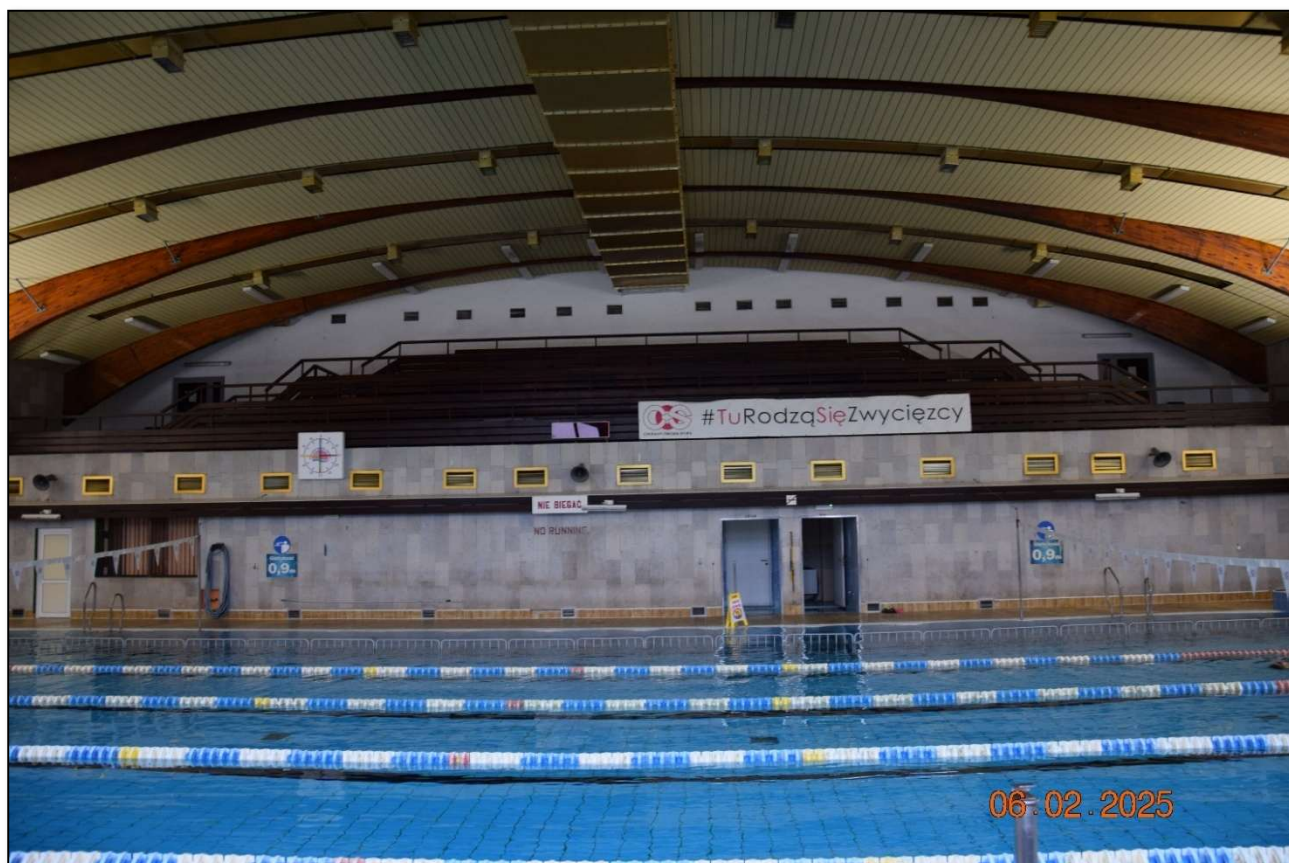


Fot. 181 Widok ogólny sufitów podwieszanych. Stan techniczny – dobry. Nie stwierdzono luźnych elementów mogących zagrażać życiu lub zdrowiu. (fot. Rafał Fit)

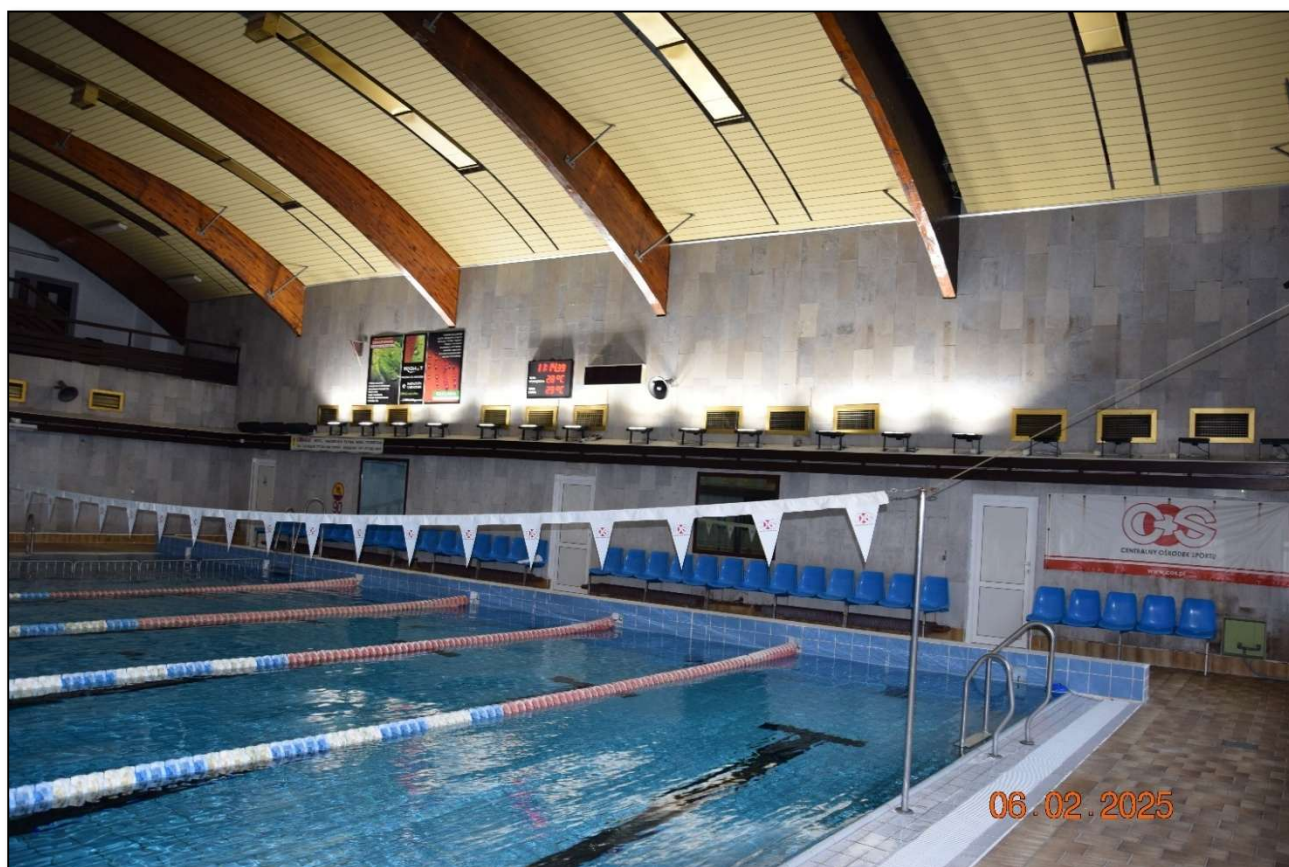
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
rafal.fit@ekspertyzybud.pl
M: 669 358 275

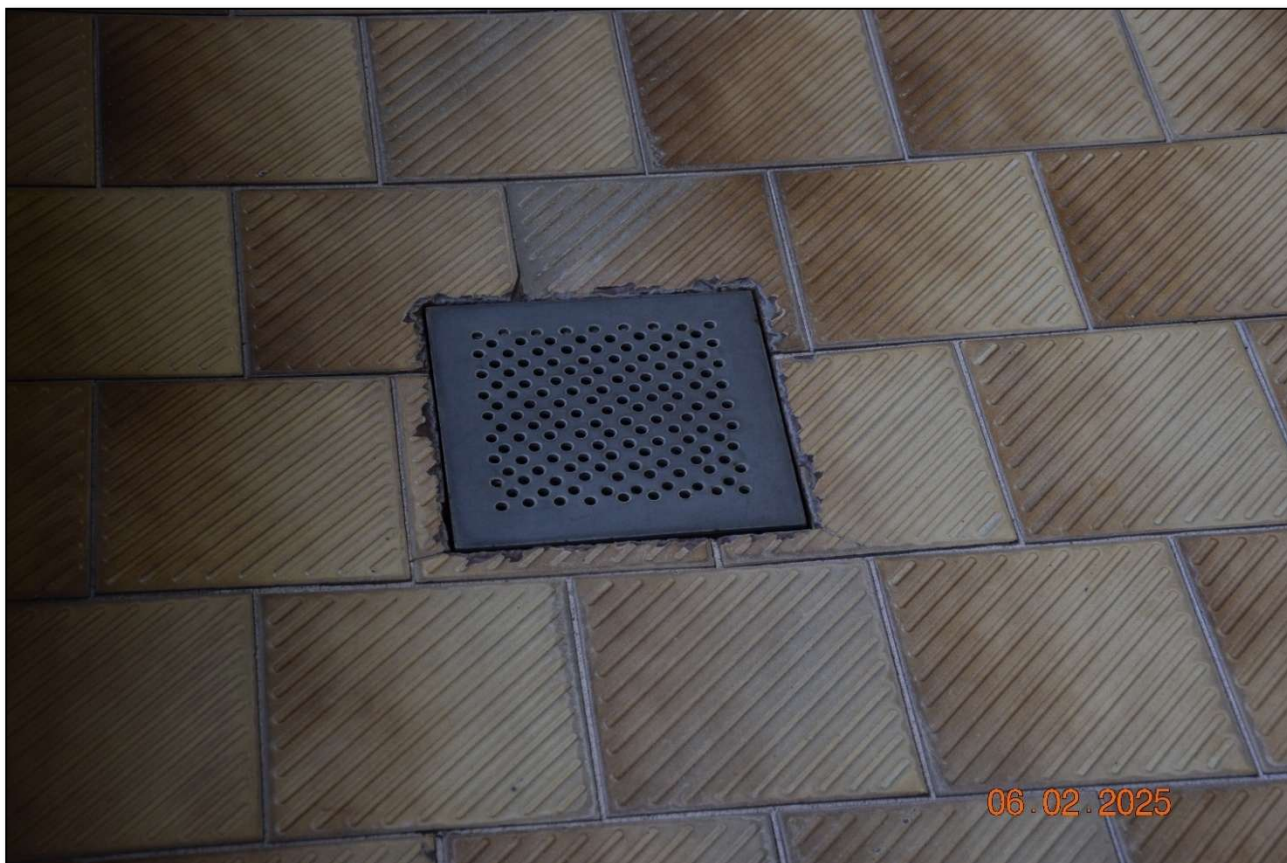
dr inż. Kamila Owczarska
kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
M: 698 870 381



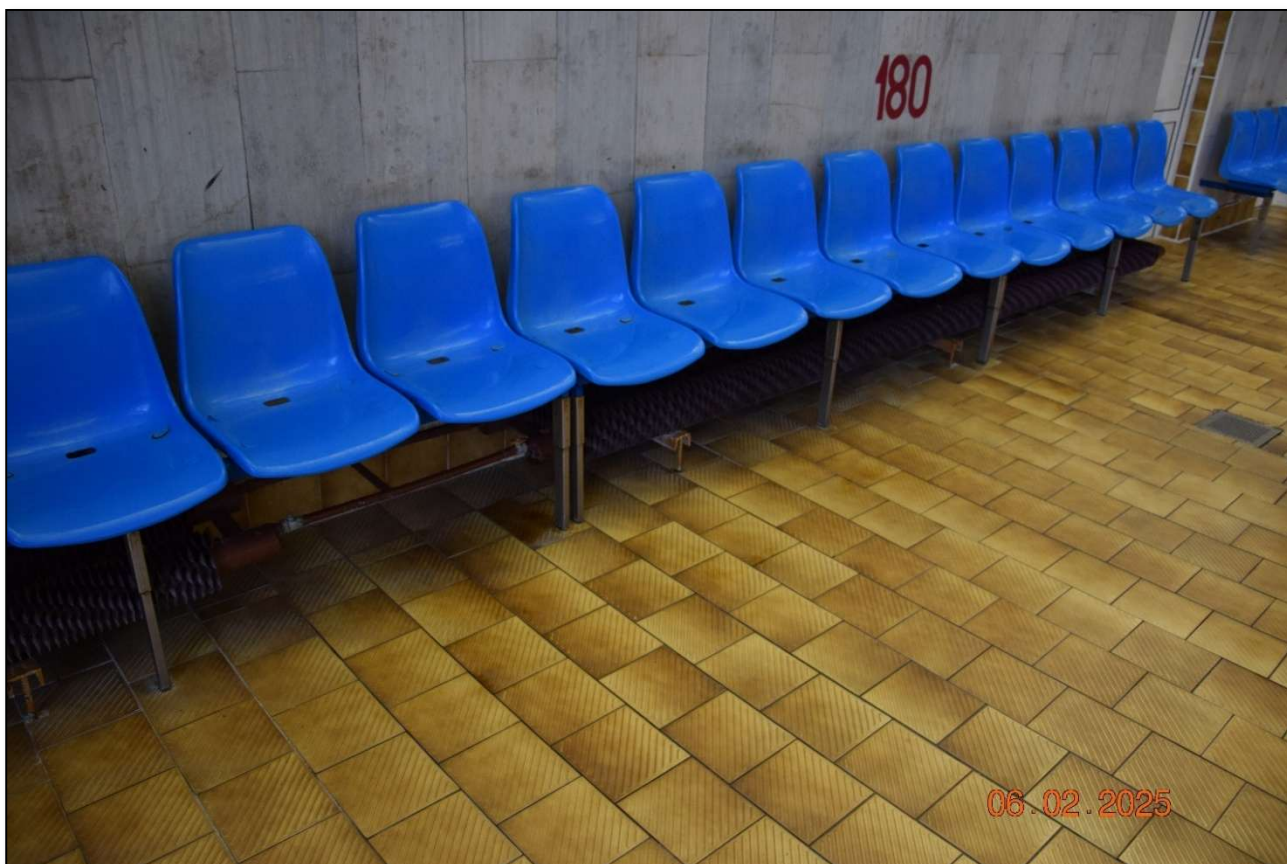
Fot. 182 Widok ogólny kamiennych okładzin ściennych. Stan techniczny – dobry. Nie stwierdzono odspojonych i luźnych elementów. (fot. Rafał Fit)



Fot. 183 Widok ogólny kamiennych okładzin ściennych. Stan techniczny – dobry. Nie stwierdzono odspojonych i luźnych elementów. (fot. Rafał Fit)



Fot. 184 Detal zużycia poziomych okładzin ceramicznych. Widoczne odpryski szkliva mogą powodować ostre krawędzie i ryzyko skaleczenia osób korzystających z pływalni.(fot. Rafał Fit)



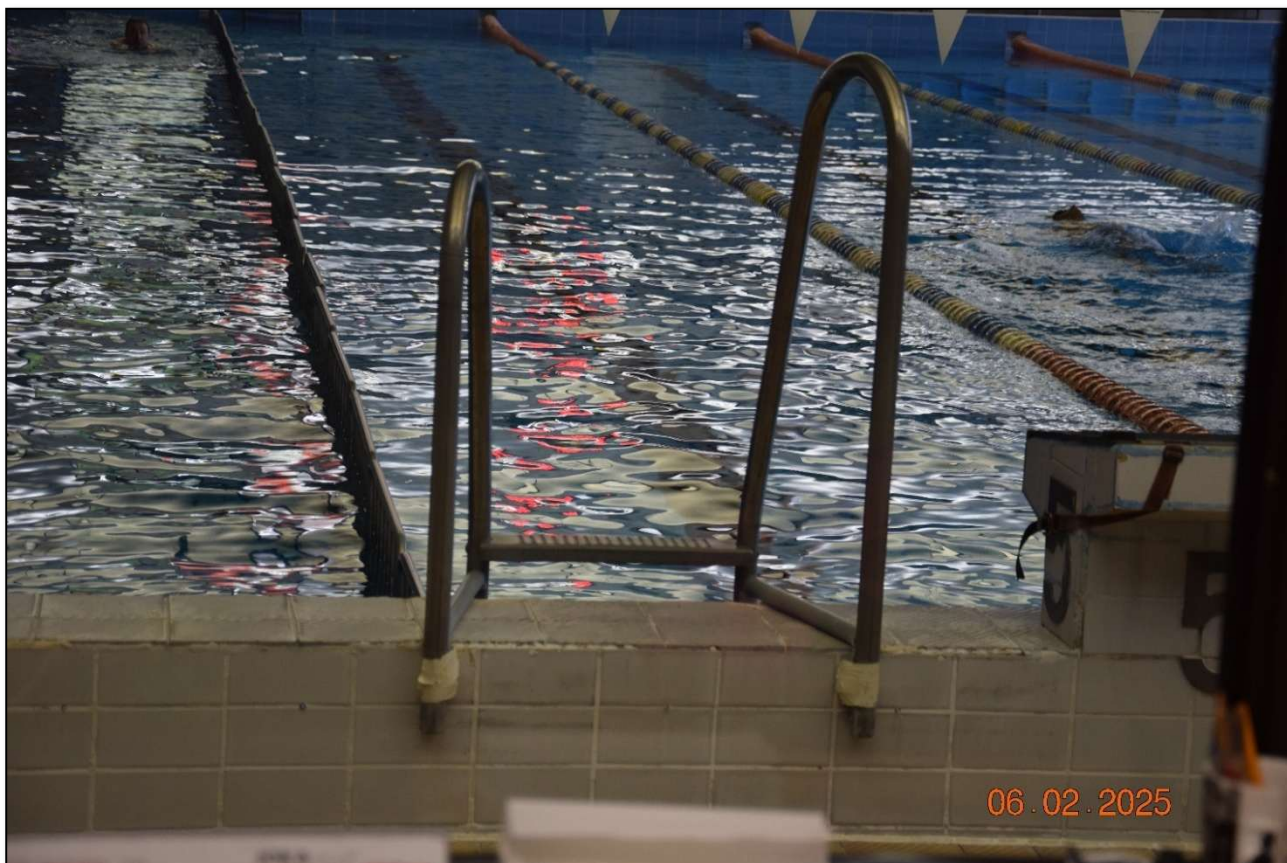
Fot. 185 Detal zużycia poziomych okładzin ceramicznych. Widoczne odpryski szkliva mogą powodować ostre krawędzie i ryzyko skaleczenia osób korzystających z pływalni.(fot. Rafał Fit)



Fot. 186 Instalacje ogrzewcze zainstalowane na hali basenowej nie spełniają obecnych standardów efektywności energetycznej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 187 Okładziny ścienne jak i podłogowe stan techniczny zły – uległy naturalnemu zużyciu na skutek eksploatacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 188 Okładziny ceramiczne jak i hydroizolacja po 35 latach użytkowania wymaga już wymiany. Brak szczegółowych informacji w dokumentacji o rodzaju zastosowanej izolacji (fot. Rafał Fit)



Fot. 189 Ceramiczne okładziny podłogowe w pomieszczeniach technicznych związanych z funkcjonowaniem basenu stan techniczny zły – uległy naturalnemu zużyciu na skutek eksploatacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 190 Wewnętrzne rozdzielnie elektryczne rozdziału mocy starego typu. Zalecana wymiana na nowe zunifikowane systemowe szafowe z możliwością instalacji aparatów bezpiecznikowych i różnicowoprądowych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 191 Instalacja dozowanie chemii basenowej. Wymagane doprowadzenia do aktualnie obowiązujących przepisów higieniczno-sanitarnych m.in. wydzielone pomieszczenie o powierzchniach zmywalnych, oczomyjka itp..(fot. Rafał Fit)



Fot. 192 Widok ogólny instalacji technologicznych funkcjonowania basen. Po 35 latach kontaktu z agresywnym środowiskiem zalecana jest wymiana z uwagi na duże ryzyko pojawiających się awarii. (fot. Rafał Fit)



Fot. 193 Widok ogólny instalacji technologicznych funkcjonowania basen. Po 35 latach kontaktu z agresywnym środowiskiem zalecana jest wymiana z uwagi na duże ryzyko pojawiających się awarii. (fot. Rafał Fit)



Fot. 194 Widok ogólny zadaszenia dachu. Konstrukcja stalowa przykryta żelbetowymi płytami panwiowymi. Brak widocznych śladów karbonatyzacji betonu (płyty tego typu są bardzo wrażliwe na korozję). (fot. Rafał Fit)



Fot. 195 Widok ogólny instalacji technologicznej funkcjonowania basen. Po 35 latach kontaktu z agresywnym środowiskiem zalecana jest wymiana z uwagi na duże ryzyko pojawiających się awarii rurociągów i armatury odcinającej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 196 Widok ogólny zadaszenia dachu. Konstrukcja stalowa przykryta żelbetowymi płytami panwiowymi. Brak widocznych śladów karbonatyzacji betonu (płyty tego typu są bardzo wrażliwe na korozję). (fot. Rafał Fit)



Fot. 197 Widok ogólny zadaszenia dachu. Konstrukcja stalowa przykryta żelbetowymi płytami panwiowymi. Brak widocznych śladów karbonatyzacji betonu (płyty tego typu są bardzo wrażliwe na korozję). (fot. Rafał Fit)



Fot. 198 Widok zużycia okładzin posadzkowych. Zalecana jest również wymiana hydroizolacji poziomej przed przedostawianiem się agresywnej wody oddziaływującej negatywnie na fundamenty. (fot. Rafał Fit)



Fot. 199 Widok ogólny ścian wewnętrznych. Stan techniczny -dobry. Brak widocznych pęknięć i rys świadczących o przekroczeniu stanów granicznych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 200 Oświetleniowe instalacje elektryczne starego typu. Stan techniczny dostateczny. Zalecana wymiana na ekonomiczne oświetlenie typu LED. (fot. Rafał Fit)



Fot. 201 Widok ogólny pomieszczenia technologicznego pompowni basenowej. Stan techniczny - dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 202 Uszkodzenia faktury tynku cementowego spowodowane wadą wykonawczą. Brak śladów przekroczenia stanów granicznych nośności i przydatności do użytkowania. (fot. Rafał Fit)



Fot. 203 Widoczne zużycie kanałów wentylacyjnych wykonanych z blachy ocynkowanej. Stan techniczny - zły. Zalecana wymiana. (fot. Rafał Fit)



Fot. 204 Widok ogólny konstrukcji nośnej – stan techniczny dobry. Nie stwierdzono występowania karbonatyzacji betonu i śladów przekroczenia stanów granicznych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 205 Widok ogólny pomieszczenia technologicznego pompowni basenowej. Stan techniczny - dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 206 Widok ogólny instalacji grzewczej. Widoczne ślady przecieków i rdzawych nalotów świadczą o wyeksploatowaniu materiałów z których została ona wykonana. Zalecany remont generalny instalacji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 207 Widoczne zużycie kanałów wentylacyjnych wykonanych z blachy ocynkowanej. Stan techniczny - zły. Zalecana wymiana. (fot. Rafał Fit)



Fot. 208 Instalacje uzdatniania powietrza starego typu. Rozwiązanie mało efektywne. Ślady utlenienia powłoki ochronnej kanałów świadczą o zużyciu eksploatacyjnym tych elementów. (fot. Rafał Fit)



Fot. 209 Instalacje uzdatniania powietrza starego typu. Rozwiązanie mało efektywne. Ślady utlenienia powłoki ochronnej kanałów świadczą o zużyciu eksploatacyjnym tych elementów. (fot. Rafał Fit)



Fot. 210 Instalacje uzdatniania powietrza starego typu. Rozwiązanie mało efektywne. Ślady utlenienia powłoki ochronnej kanałów świadczą o zużyciu eksploatacyjnym tych elementów. (fot. Rafał Fit)



Fot. 211 Wewnętrzne rozdzielnie elektryczne rozdziału mocy starego typu. Zalecana wymiana na nowe zunifikowane systemowe szafowe z możliwością instalacji aparatów bezpiecznikowych i różnicowoprądowych. (fot. Rafał Fit)



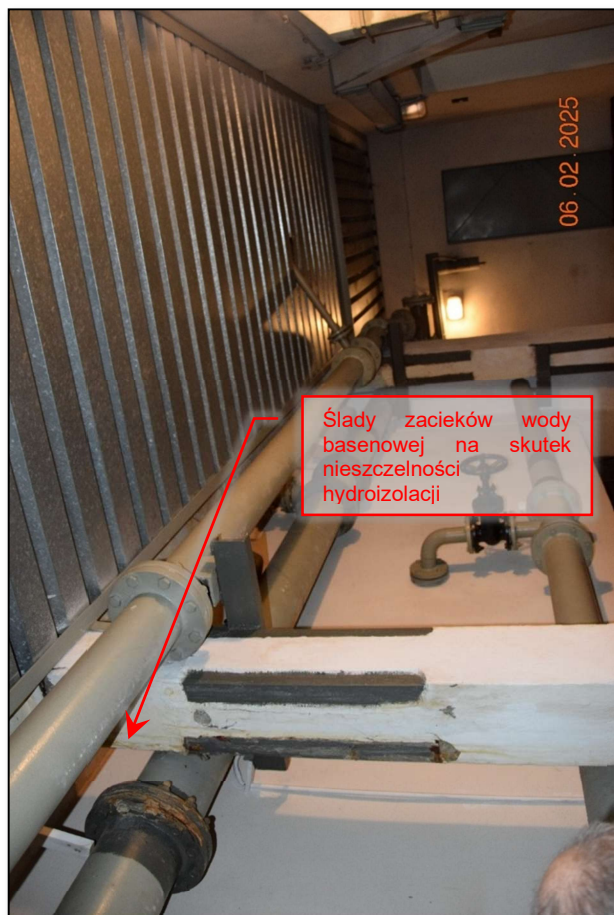
Fot. 212 Urządzenia wentylatorowe – stan techniczny zły. Skorodowane obudowy, brak osłon zabezpieczających .(fot. Rafał Fit)



Fot. 213 Urządzenia wentylatorowe – stan techniczny zły. Skorodowane obudowy, brak osłon zabezpieczających .(fot. Rafał Fit)

20.7 Przestrzeń techniczna pod niecką basenową



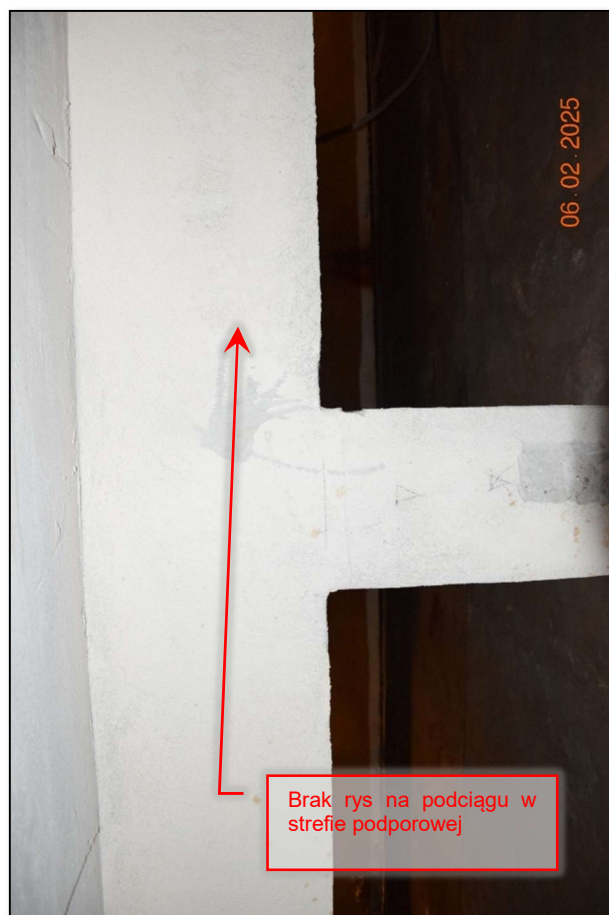


Fot. 214 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

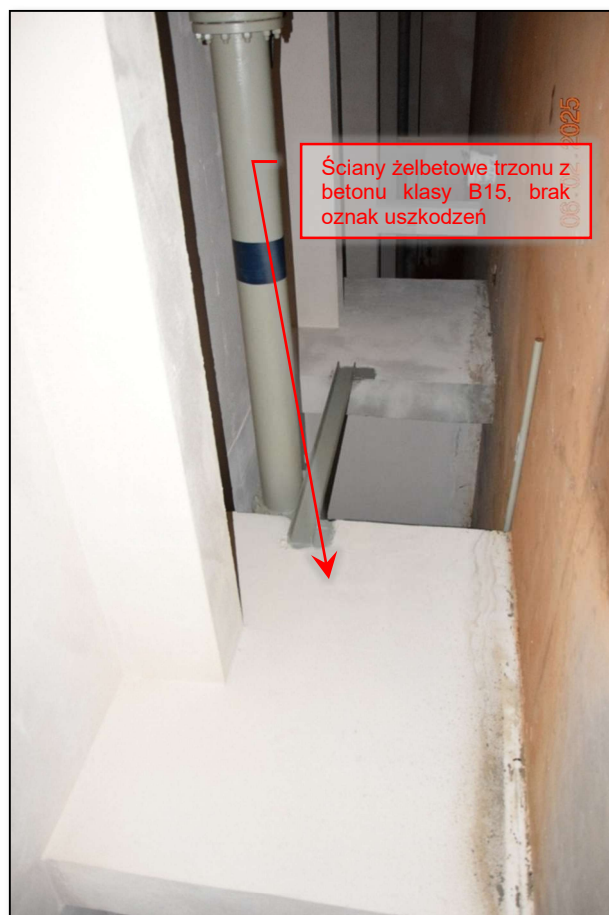
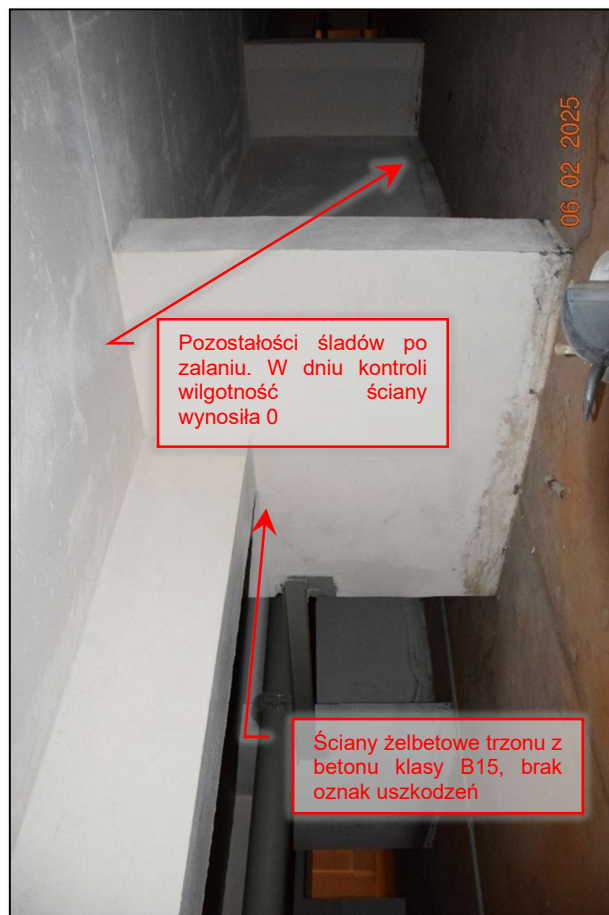


Fot. 215 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

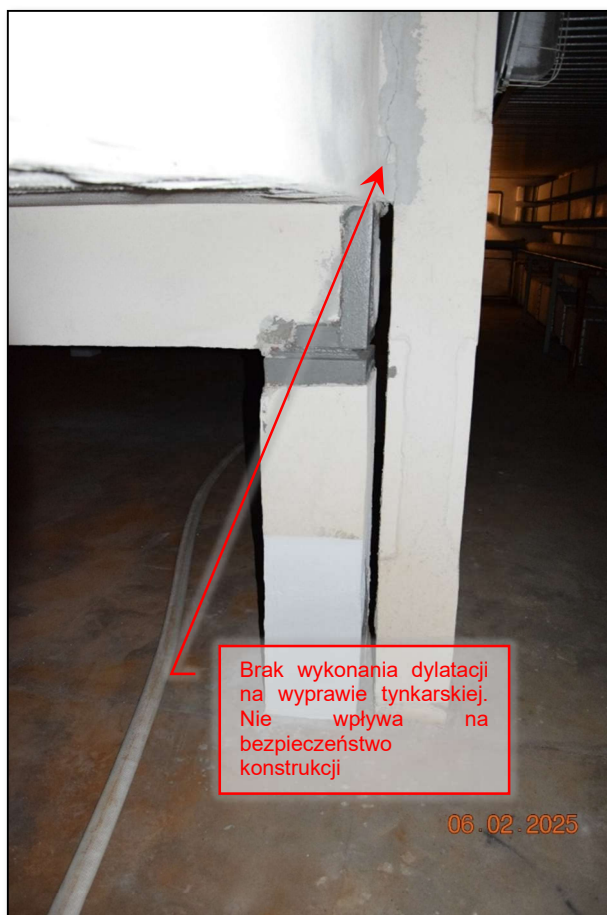
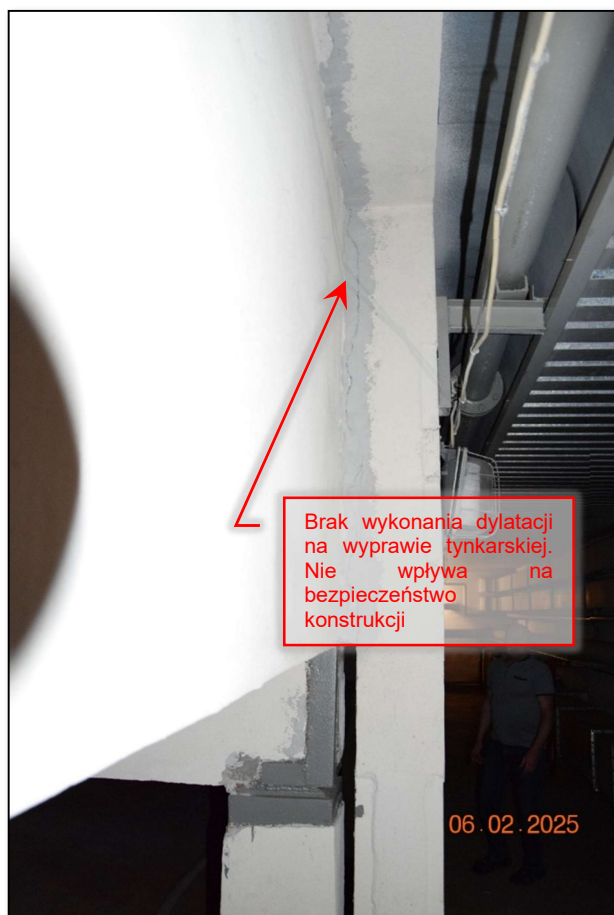


Fot. 216 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

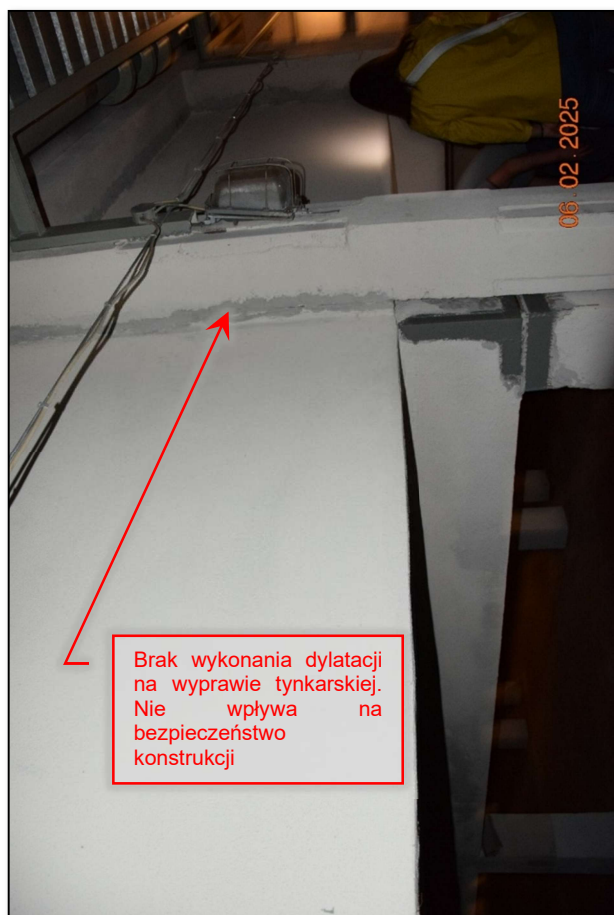
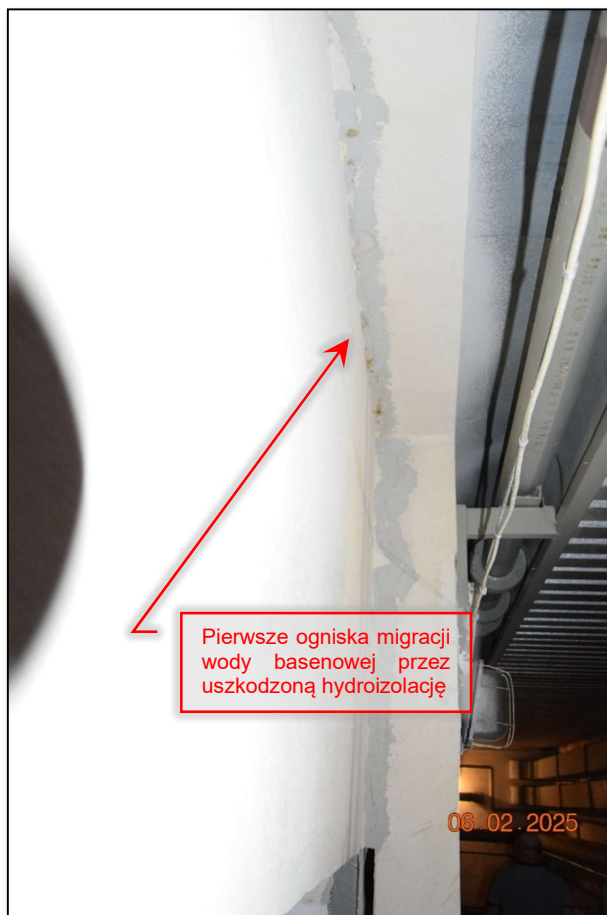


Fot. 217 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

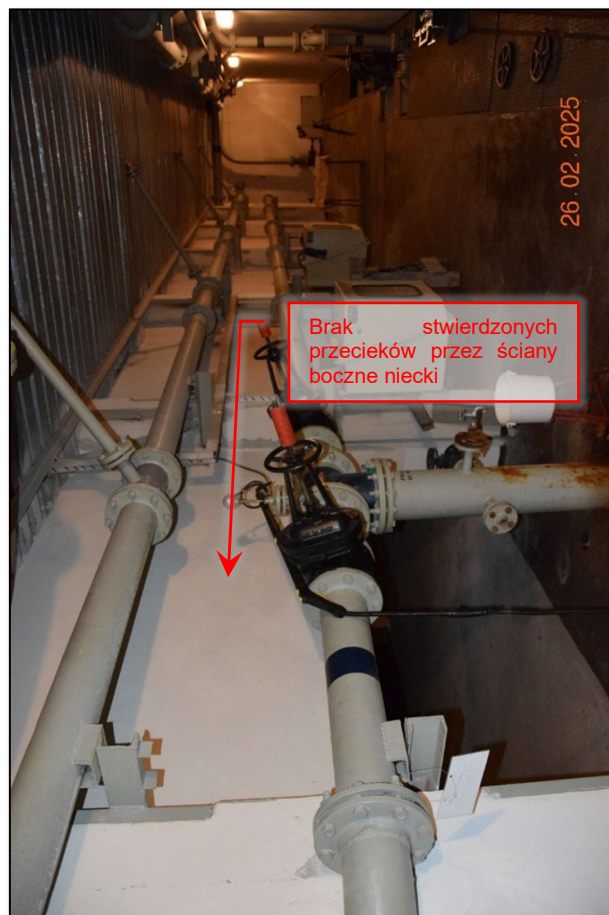
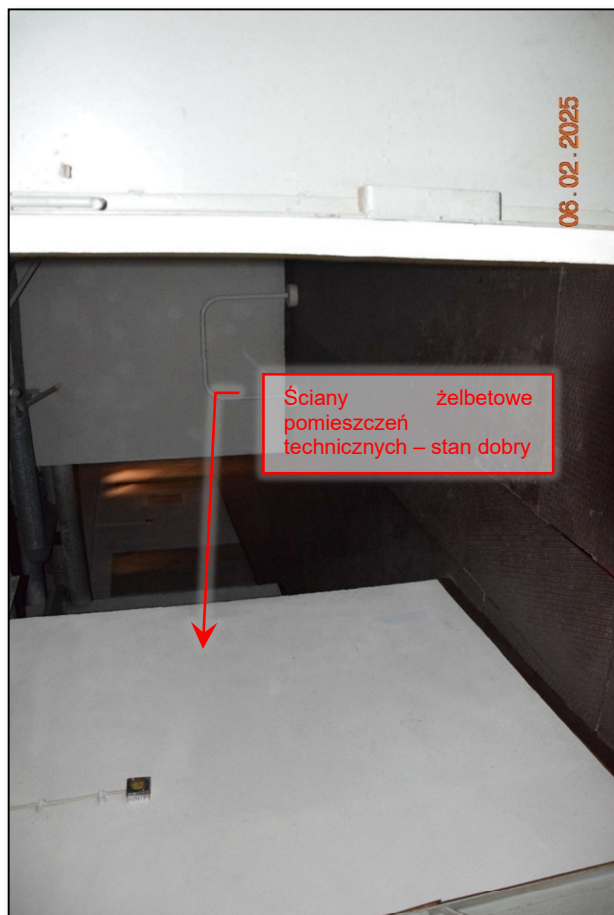


Fot. 218 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

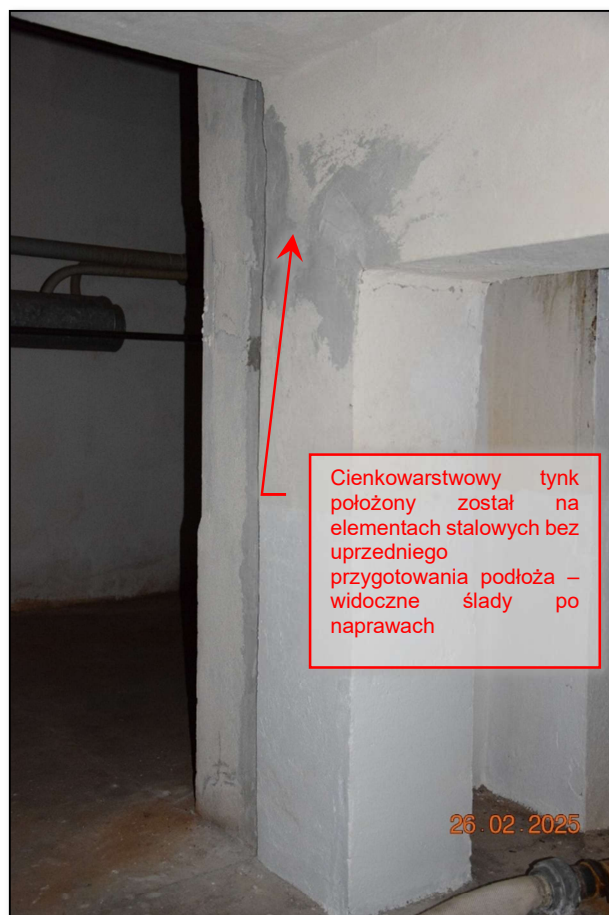
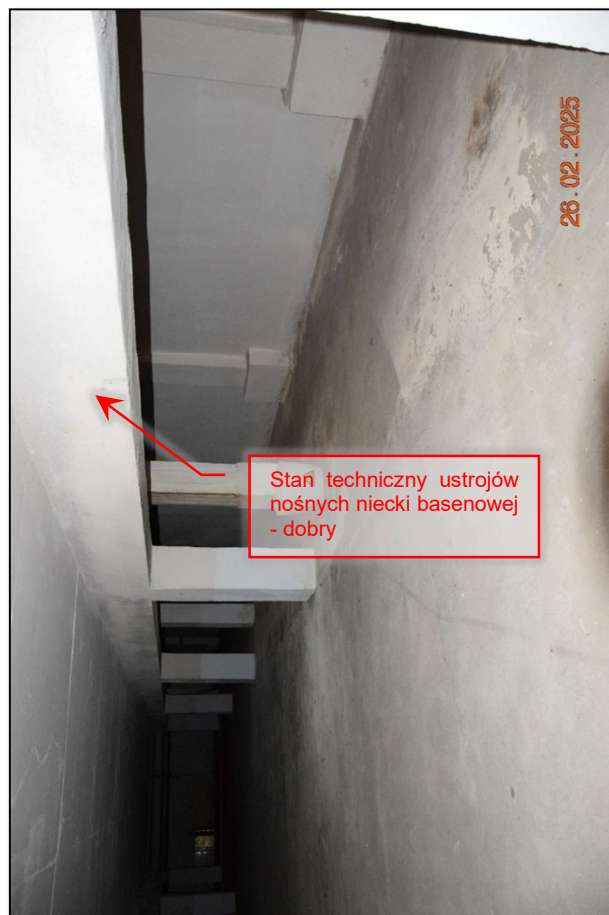


Fot. 219 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

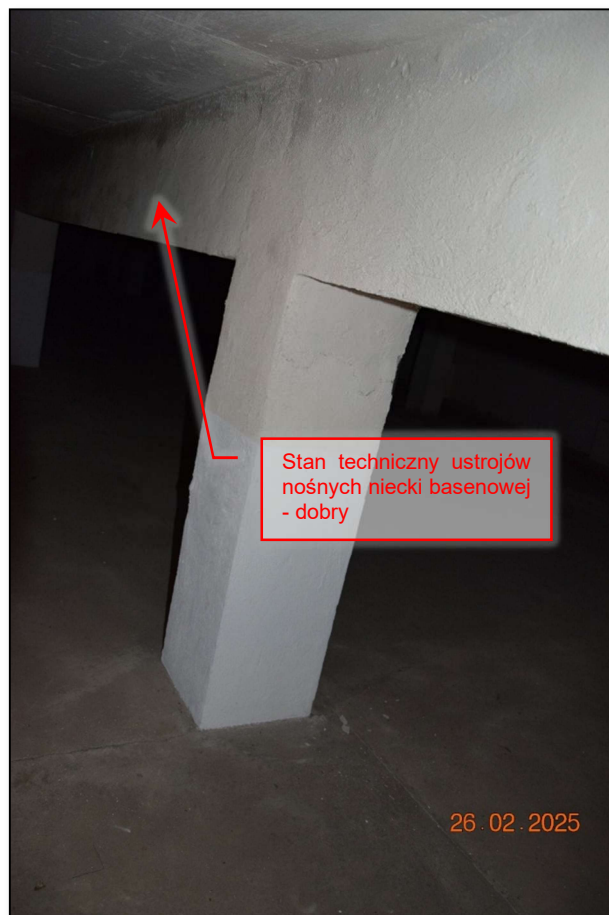
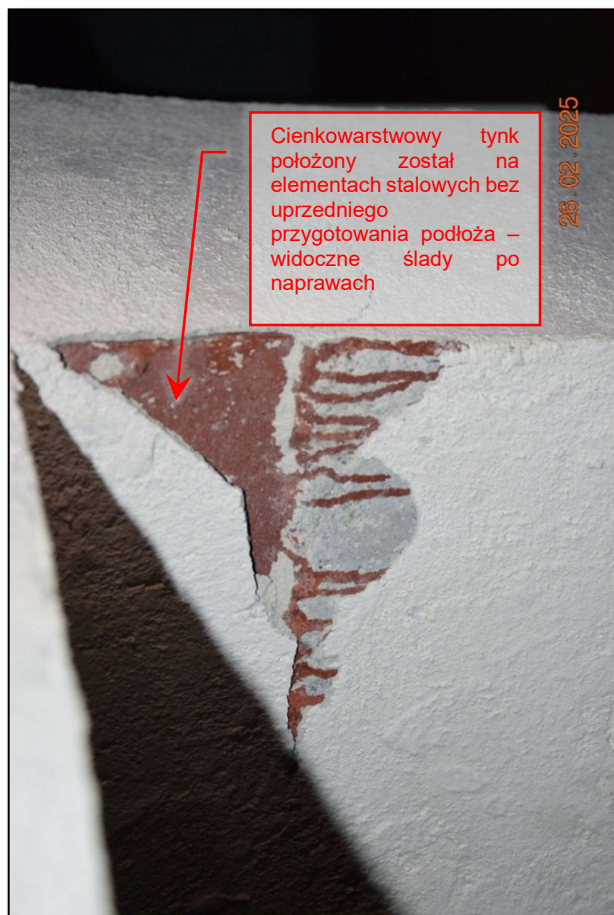
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

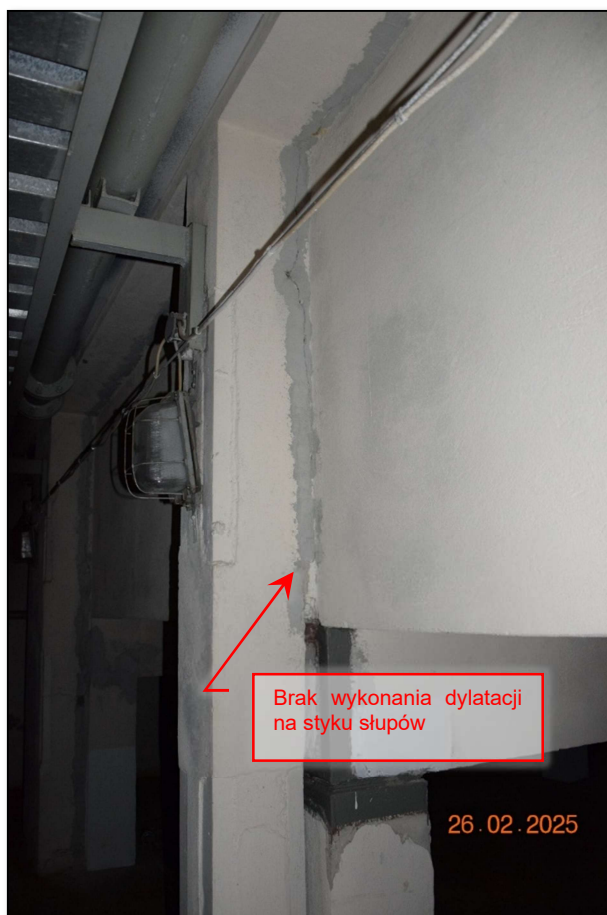
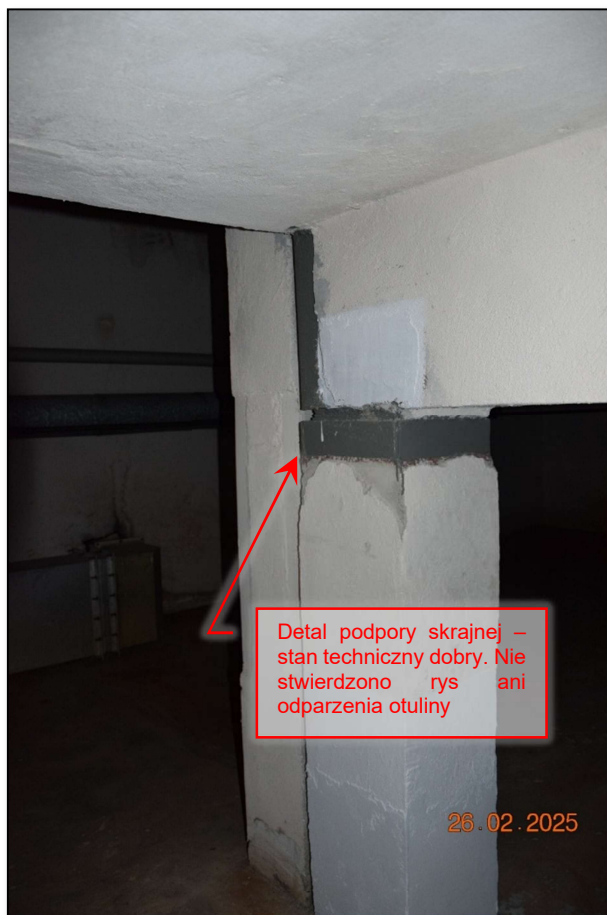
dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



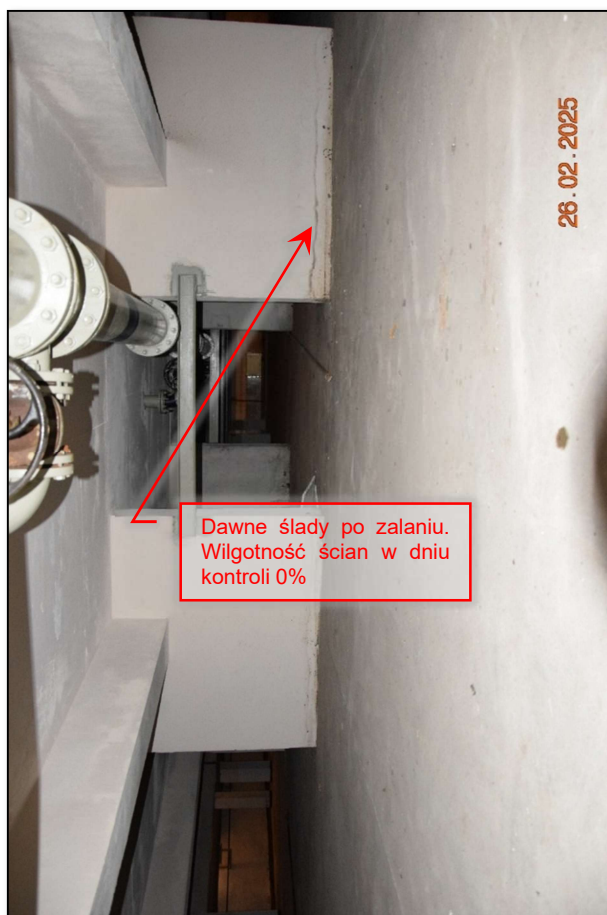
Fot. 220 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 221 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 222 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 223 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

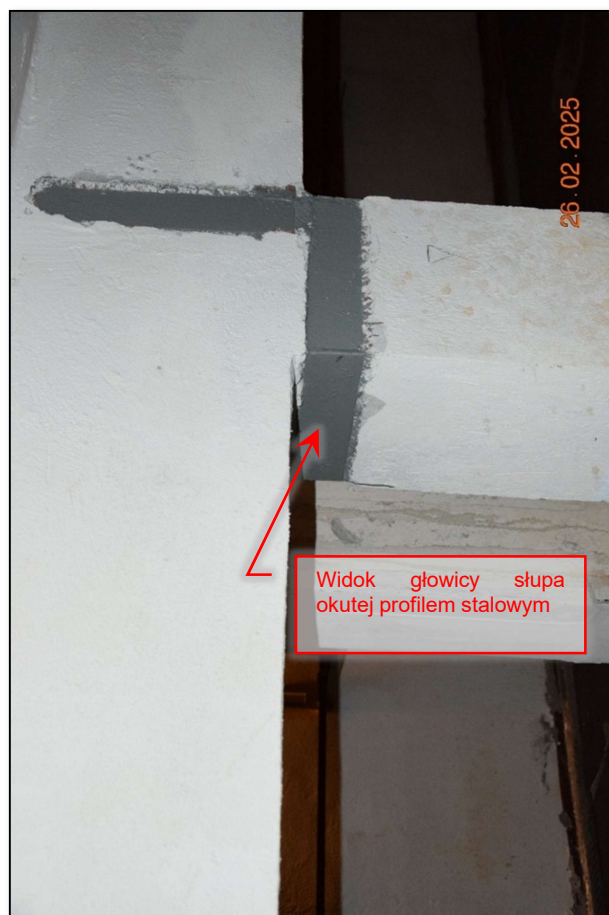
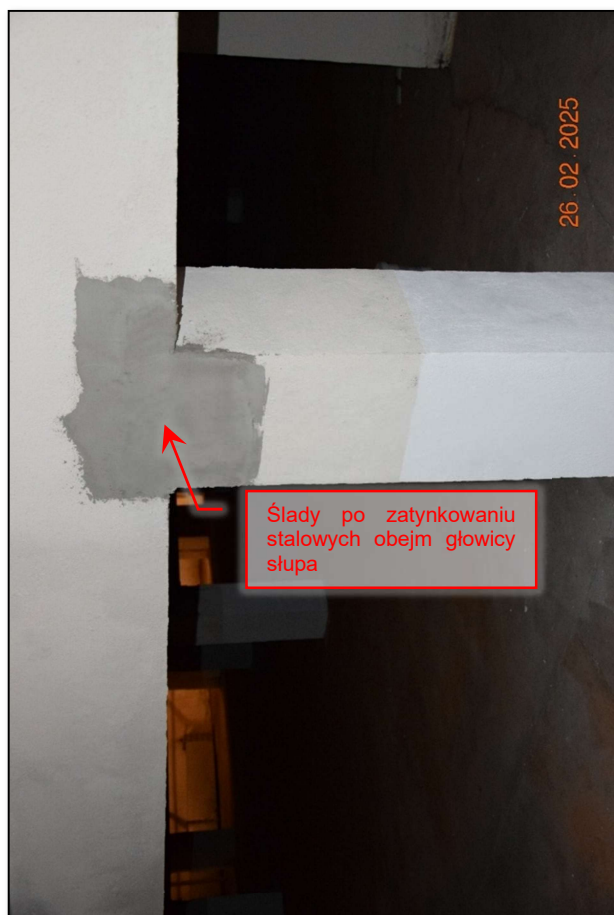


Fot. 224 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381

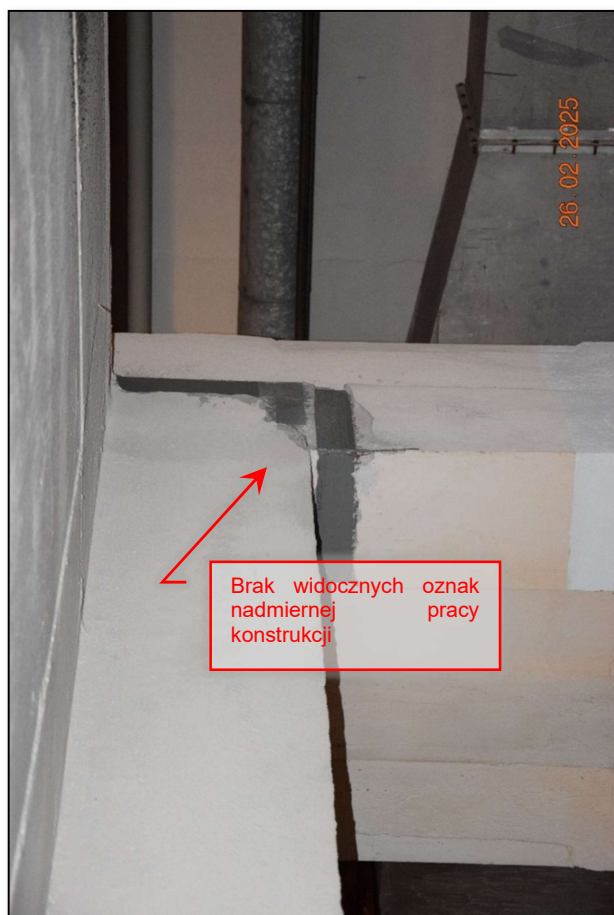


Fot. 225 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

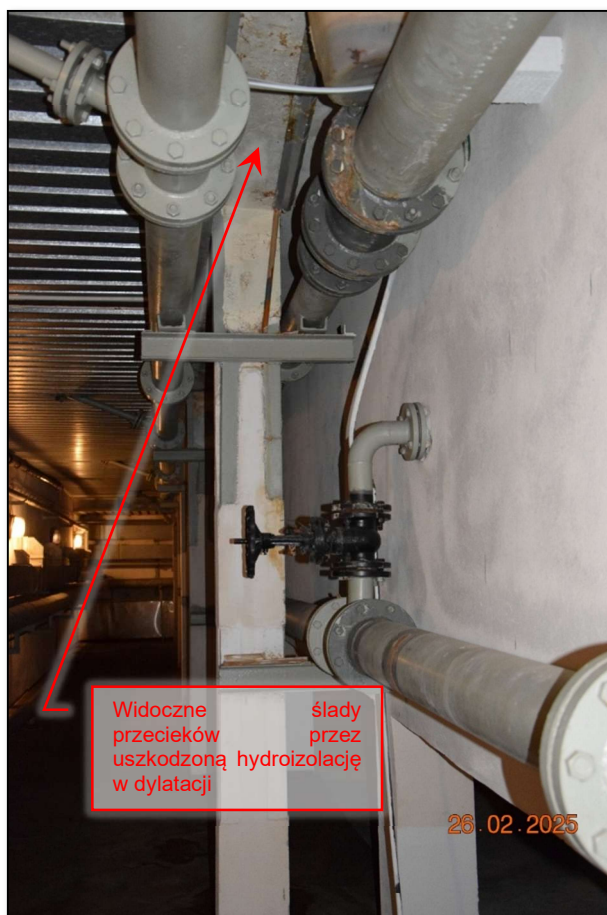
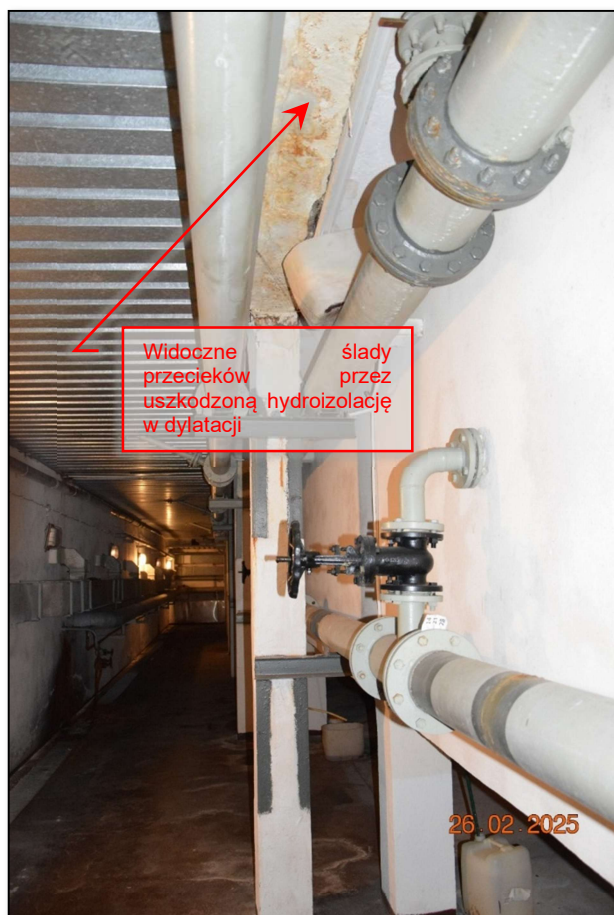
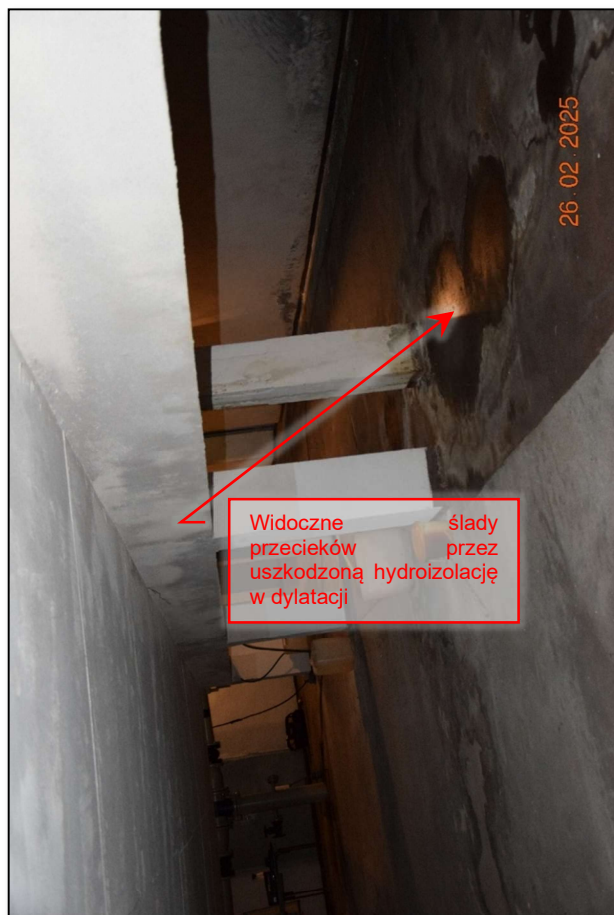
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Fot. 226 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)



Fot. 227 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



Fot. 228 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

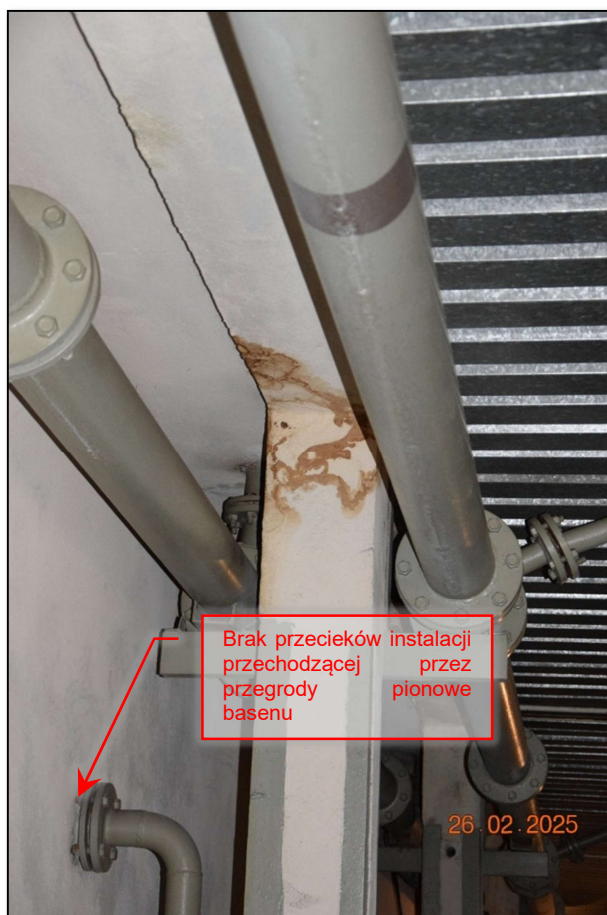


Fot. 229 Inwentaryzacja stanu technicznego konstrukcji nośnej w pomieszczeniu technicznym niecki basenowej – stan techniczny dostateczny. (fot. Rafał Fit)

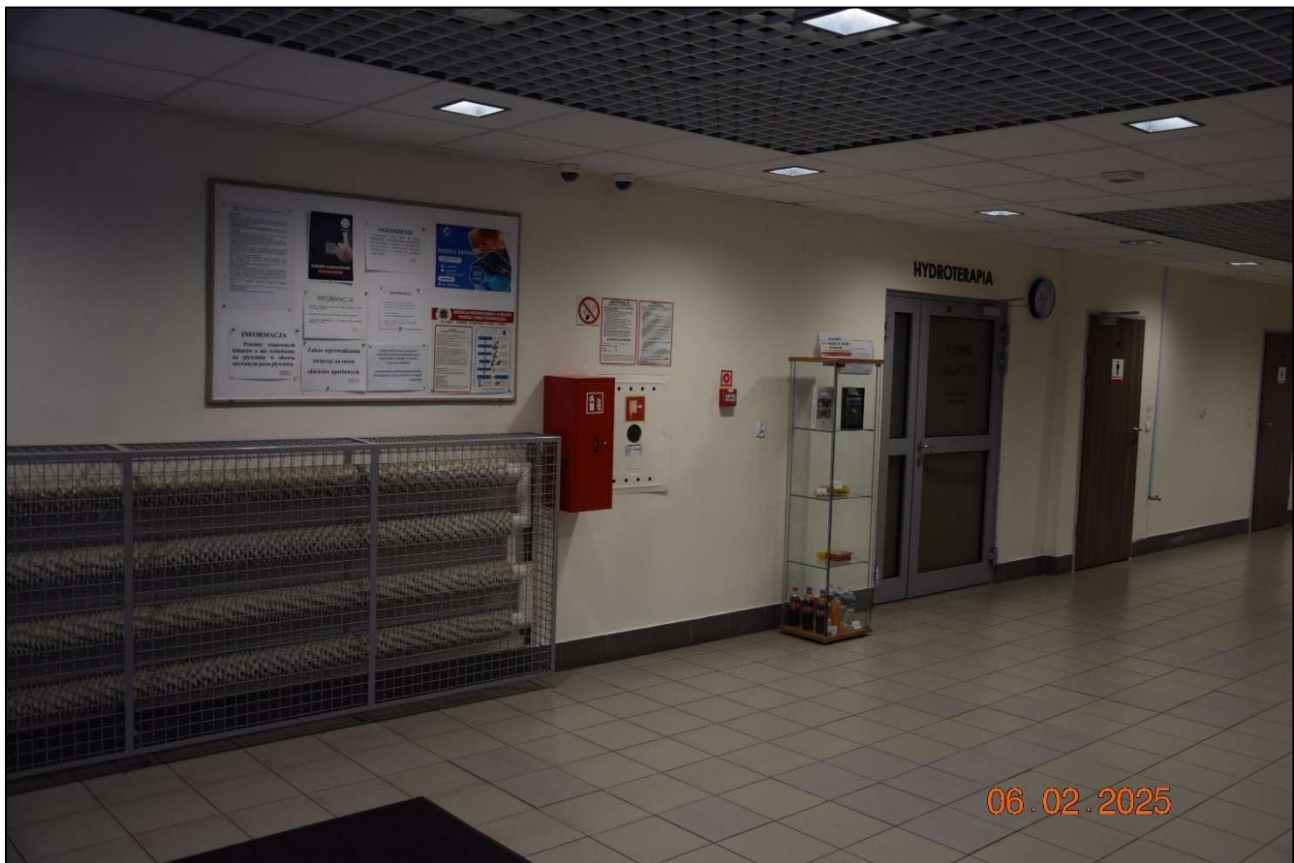
OPRACOWANIE: **EkspertyzyBud sp. z o.o.**, ul. Czechowicka 26/35, 04-218 Warszawa

mgr inż. Rafał Fit
 rafal.fit@ekspertyzybud.pl
 M: 669 358 275

dr inż. Kamila Owczarska
 kamila.owczarska@ekspertyzybud.pl
 M: 698 870 381



20.8 Wnętrza ogólnodostępne budynku pływalni



Fot. 230. Widok ogólny wnętrza obiektu, części wspólne. Stan techniczny i utrzymania – dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 231. Konstrukcja nośna stropów – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 232. Widok ogólny węzłów sanitarnych w częściach ogólnodostępnych. Stan techniczny i utrzymania – dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 233. Pęknięcia na wewnętrznych ścianach działowych spowodowane zmianą sposobu użytkowania korytarzy – wprowadzono urządzenia do ćwiczeń które generują obciążenia dynamiczne. Brak wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji. (fot. Rafał Fit)



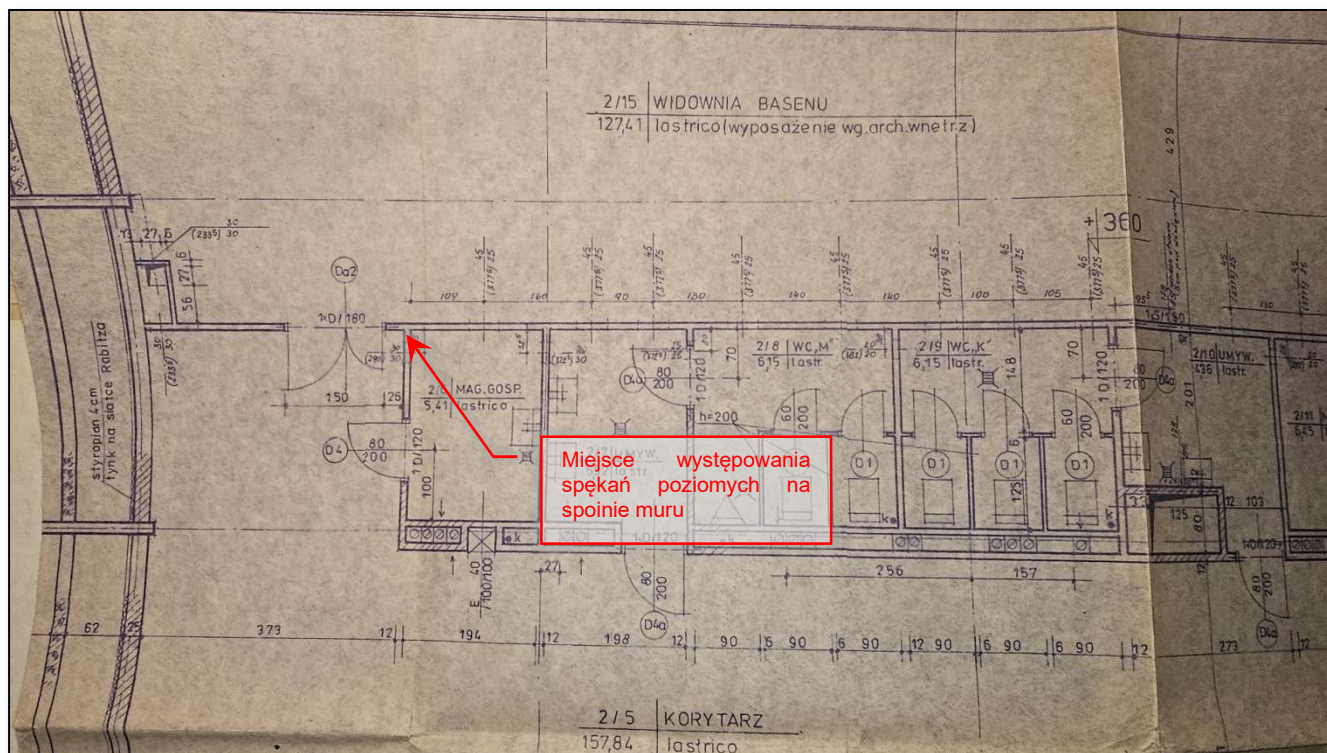
Fot. 234. Pęknięcia na wewnętrznych ścianach działowych spowodowane zmianą sposobu użytkowania korytarzy – wprowadzono urządzenia do ćwiczeń które generują obciążenia dynamiczne. Brak wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji. (fot. Rafał Fit)



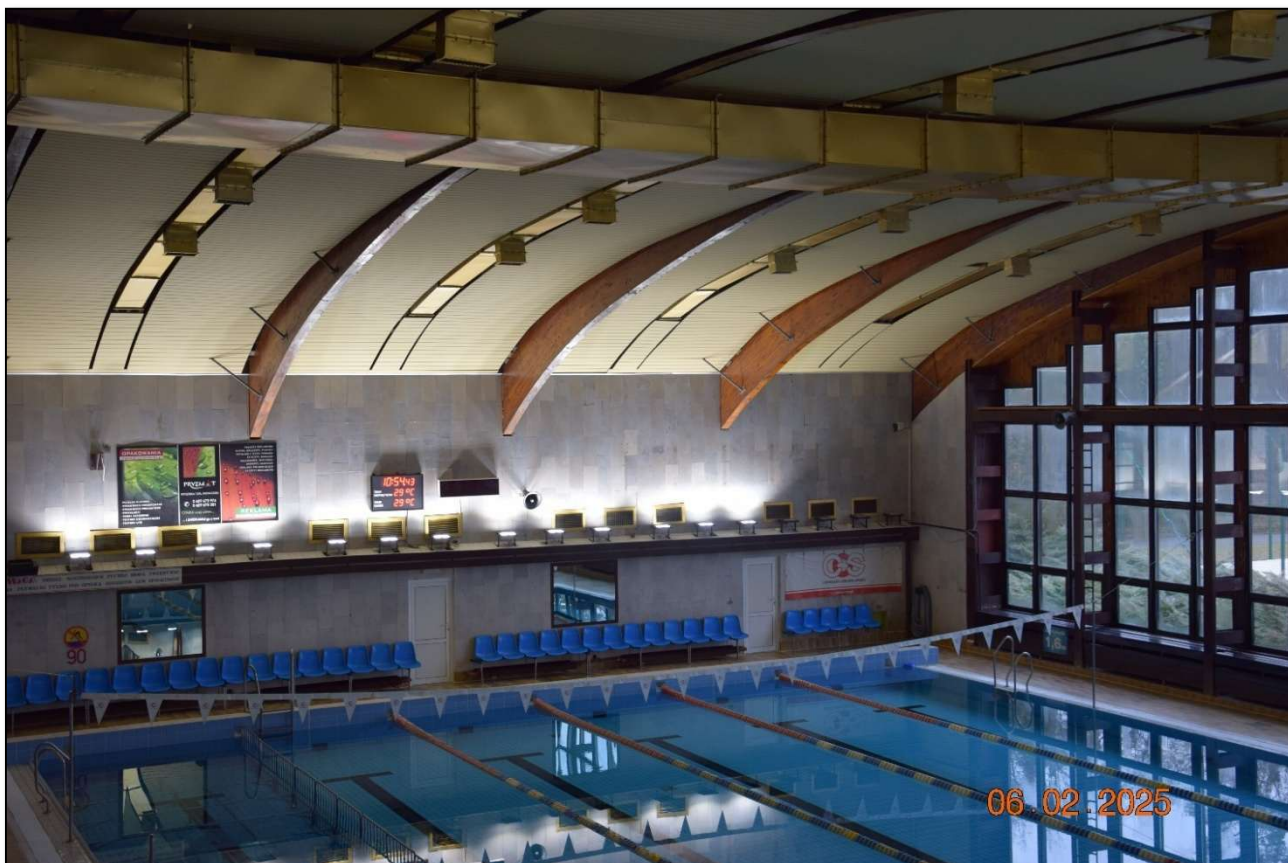
Fot. 235. Pęknięcia na wewnętrznych ścianach działowych spowodowane zmianą sposobu użytkowania korytarzy – wprowadzono urządzenia do ćwiczeń które generują obciążenia dynamiczne. Brak wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji. (fot. Rafał Fit)



Fot. 236. Widok urządzeń do ćwiczeń umieszczonych w korytarzu, które wprowadzają dodatkowe obciążenia dynamiczne prowadzące do pęknięcia ścian działowych. Brak wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji nośnej. (fot. Rafał Fit)



Fot. 237. Fragment dokumentacji projektowej ukazującej ściany murowane. Ściany wykonane w technologii lekkiej gr. 12-15cm. (fot. Rafał Fit)



Fot. 238. Widok ogólny okładzin ściennych hali basenowej. Stan techniczny dobry. Brak oznak zużycia materiału i klejów mocujących. (fot. Rafał Fit)



Fot. 239. Widok ogólny zdegradowanych posadzek ceramicznych w pomieszczeniach technicznych basenu. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 240. Widok ogólny kanałów systemu wentylacji mechanicznej. Stan techniczny zły. Uwidocznione ogniska korozji świadczą o utracie warstwy ochronnej ocynku. (fot. Rafał Fit)



Fot. 241. Widok ogólny grzejników starego typu. Rozwiązanie nieefektywne energetycznie. (fot. Rafał Fit)



Fot. 242. Widok ogólny zdegradowanych posadzek ceramicznych w pomieszczeniach technicznych basenu. Stan techniczny – zły. (fot. Rafał Fit)



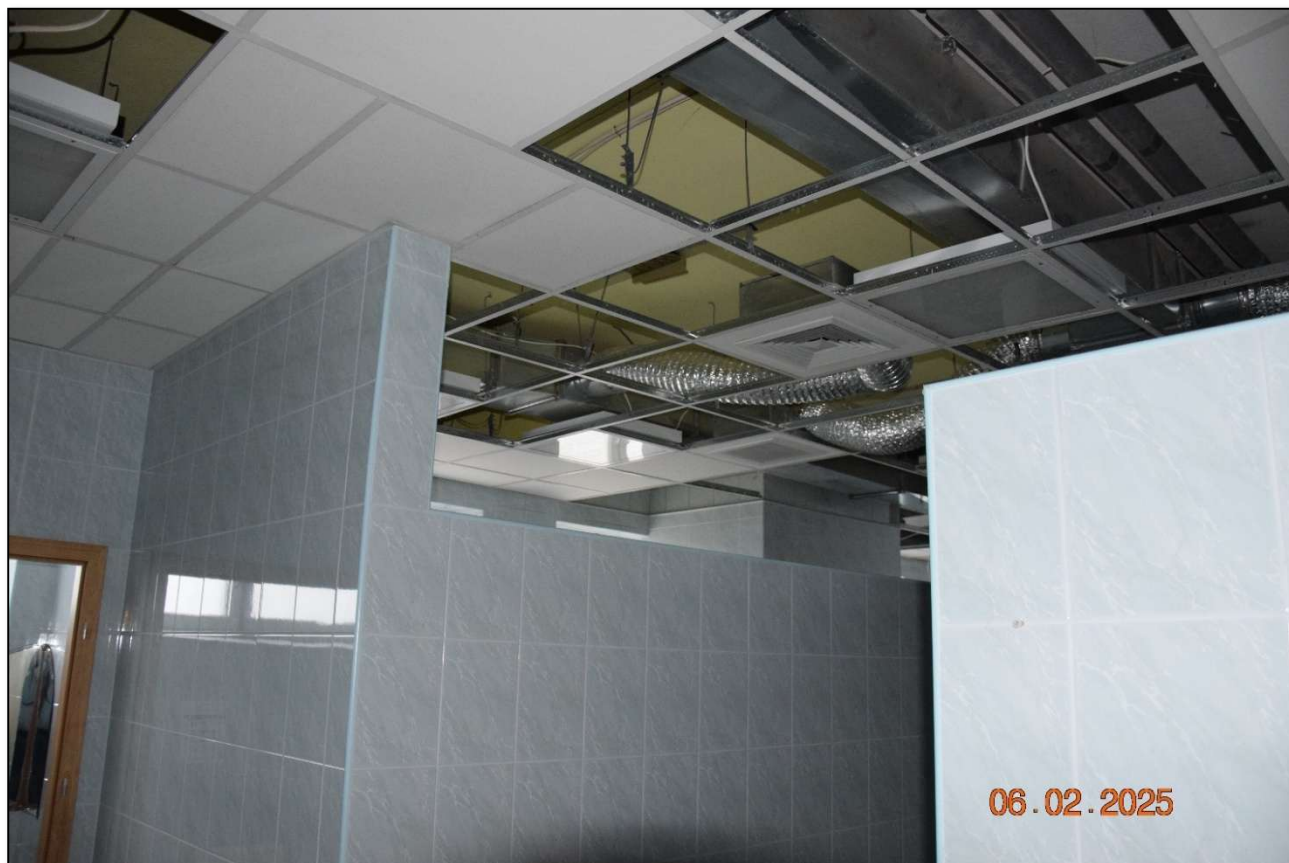
Fot. 243. Widok ogólny posadzek ceramicznych w korytarzach głównych. Stan techniczny – dostateczny. Lokalnie stwierdzono odspojone płytki do podłoża które należy poprawić w ramach remontów doraźnych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 244. Widok ogólny stropodachu żelbetowego – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 245. Widok ogólny stropodachu żelbetowego – stan techniczny dobry. Lokalne ubytki otuliny betonowej spowodowane błędami wykonawczymi powstałymi na etapie budowy. Należy zaszpachlować masami naprawczymi na bazie cementu. (fot. Rafał Fit)



Fot. 246 Widok ogólny ceramicznych okładzin ściennych. Stan techniczny dobry. Nie stwierdzono luźnych okładzin mogących świadczyć o złej kondycji ścian i zapraw klejowych. (fot. Rafał Fit)



Fot. 247. Widok ogólny wielńców żelbetowych. Stan techniczny – dobry.(fot. Rafał Fit)



Fot. 248 Niewłaściwie zaprojektowana i wykonana instalacja wentylacji. Zastosowano wentylację mechaniczną w połączeniu z grawitacyjną. (fot. Rafał Fit)



Fot. 249. Widok ogólny stropodachu żelbetowego – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



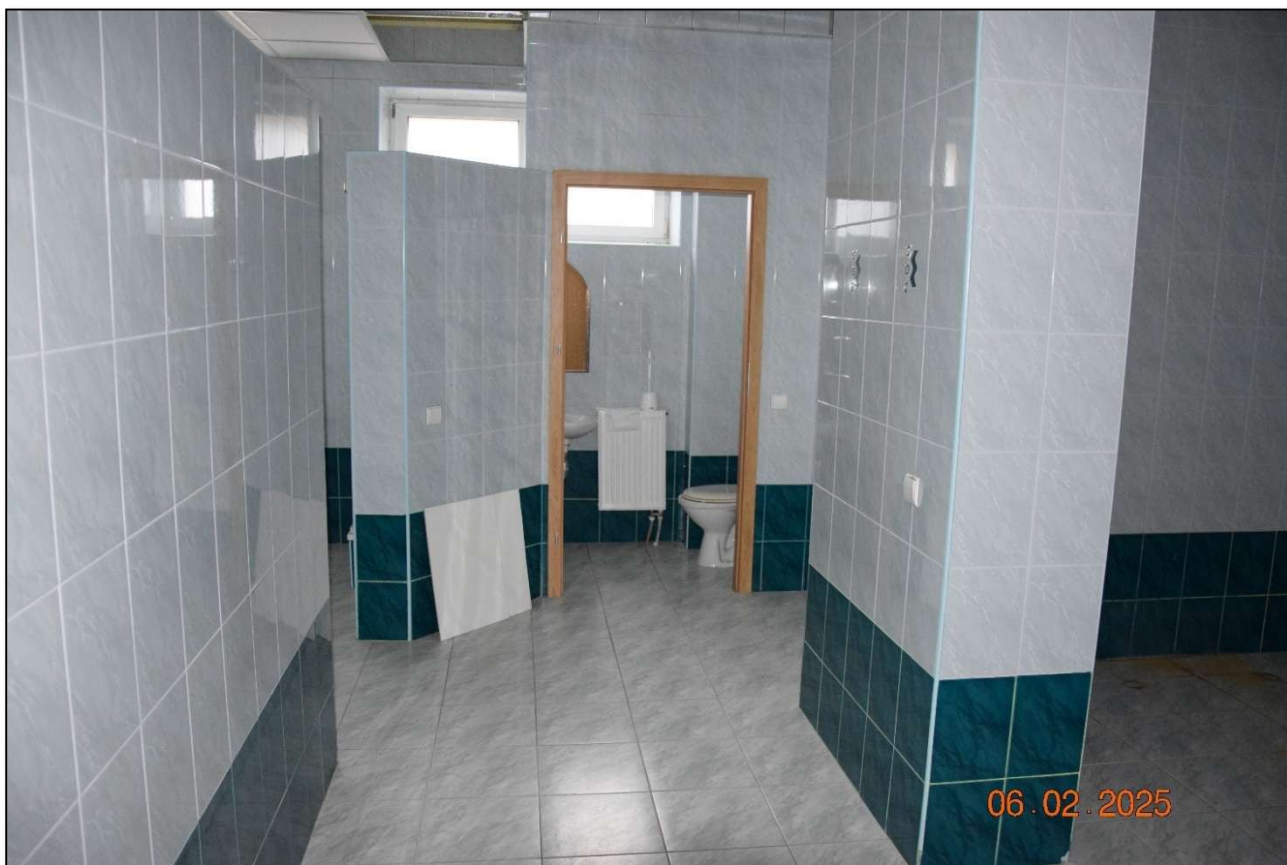
Fot. 250. Widok ogólny stropodachu żelbetowego – stan techniczny dobry. Widoczne lokalne przecieki z poszycia dachu. (fot. Rafał Fit)



Fot. 251. Widok ogólny stropodachu żelbetowego – stan techniczny dobry. Widoczne lokalne przecieki z poszycia dachu. (fot. Rafał Fit)



Fot. 252 Pomieszczenia techniczne w części odnowy biologicznej wyłączone z użytkowania. Stan techniczny instalacji - zły. (fot. Rafał Fit)



Fot. 253. Okładziny ścienne i posadzkowe. Stan techniczny dobry. Nie stwierdzono odspojonych kafli. (fot. Rafał Fit)



Fot. 254. Kanaly ocynkowane mechanicznej instalacji wentylacyjnej w większości pomieszczeń – stan techniczny dobry. (fot. Rafał Fit)



Fot. 255. Ściany działowe wykonane z cegły ceramicznej – stan techniczny dobry. Nie stwierdzono pęknięć i rys mogących świadczyć o złej kondycji przegród pionowych. (fot. Rafał Fit)

This image shows a full page of a document template designed for writing. It features approximately 30 evenly spaced, thin horizontal grey lines across the entire page. The lines are uniform in thickness and spacing, providing a guide for handwriting or typing. There are no margins, headers, footers, or other markings present on the page.

