



BARG Zachód Sp. z o.o.

ul. K. Drewnowskiego 2B; 61-248 Poznań

tel. 61 875 33 28; poznan@barg.pl

www.barg.pl

EKSPERTYZA TECHNICZNA

NA TEMAT STANU TECHNICZNEGO PAWILONU NR 4 NA TERENIE MIĘDZYNARODOWYCH TARGÓW POZNAŃSKICH

Zamawiający: *Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o.*
ul. Głogowska 14,
60-734 Poznań

Autorzy opracowania:
dr inż. Mariusz Dembiński
uprawnienia budowlane
nr ewd. WKP/0069/POOK/11
do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

dr inż. Mariusz Dembiński
Uprawnienia budowlane
nr WKP/0069/POOK/11

BARG Zachód Sp. z o.o.


Inż. Jacek Krawczyk
Specjalista ds. Diagnostyki Budowli

inż. Jacek Krawczyk

Poznań, sierpień 2022

Spis treści

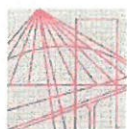
1.	Uprawnienia	3
2.	Podstawa opracowania	6
3.	Przedmiot, cel i zakres opracowania	6
4.	Materiały wykorzystane w opracowaniu	7
5.	Wprowadzenie w zagadnienie	8
6.	Analiza dokumentacji	10
7.	Przeprowadzone oględziny	12
8.	Przeprowadzone badania	29
8.1.	Określenie parametrów stropodachu	29
8.1.1.	Rozpoznanie konstrukcji oraz badanie grubości warstw stropodachu ...	29
8.1.2.	Badanie ściągów stalowych konstrukcji dachu łukowego	38
8.1.3.	Badanie wilgotności elementów konstrukcyjnych	41
8.2.	Określenie parametrów elementów konstrukcji hali	42
8.2.1.	Badanie wytrzymałości betonu na ściskanie	42
8.2.2.	Określenie parametrów elementów konstrukcyjnych	47
9.	Podsumowanie	52
10.	Wyznaczenie wymaganej grubości izolacji termicznej dachu	54
11.	Wnioski	55
12.	Zalecenia	57

Załącznik 1 – Sprawozdanie z badania wytrzymałości na ściskanie

Załącznik 2 – Obrazy skanowań

Załącznik 3 – Wyniki badania twardości stali metodą Leeb'a

1. Uprawnienia



WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

sygn. akt WOIB-OKK-KP-0054-192/2011

Poznań, dnia 20 czerwca 2011 r.

DECYZJA

Na podstawie 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.) i art. 12 ust. 1 pkt 1, art. 12 ust. 3 i 4, art. 13 ust. 1 pkt 1, oraz ust. 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. 1625 z późn. zm.) oraz § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.)

decyzją Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB
otrzymuje

Pan

Mariusz Dembiński

doktor inżynier nauk technicznych

kierunek: Budownictwo

urodzony dnia 05 maja 1965 r. w Poznaniu

UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny WKP/0069/POOK/11

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

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

1. Podstawą do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB


dr inż. Daniel Pawlicki

Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1 i 5 ustawy Prawo budowlane Pan Mariusz Dembiński jest upoważniony w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

bez ograniczeń.

Zgodnie z § 17 ust.1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie niniejsze uprawnienia upoważniają do sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

Na podstawie § 15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie danej specjalności.

Niniejsze uprawnienia nie obejmują obiektów i robót budowlanych wyszczególnionych w § 18, § 19, § 20, § 21 i § 22 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r.

Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Przewodniczący – dr inż. Daniel Pawlicki:
Członek Komisji – dr inż. Andrzej Barezynski:
Członek Komisji – mgr inż. Szczepan Mikurenda:

Otrzymują:

1. Pan Mariusz Dembiński
61-216 Poznań, os. Powstań Narodowych 43/11
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru
Budowlanego
4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-V6A-A5T-UKF *

Pan Mariusz Dembiński o numerze ewidencyjnym WKP/BO/0250/11

adres zamieszkania

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-09-01 do 2022-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-08-18 roku przez:

Włodzimierz Draber, Zastępca Przewodniczącego Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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



2. Podstawa opracowania

Opracowanie sporządzono na podstawie zlecenia przygotowanego przez *Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o.* dla BARG Zachód Sp. z o.o.

3. Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest konstrukcja pawilonu nr 4 Międzynarodowych Targów Poznańskich.

Celem opracowania jest określenie stanu technicznego przedmiotowej konstrukcji oraz wykonanie analizy stateczno-wytrzymałościowej pod kątem montażu na dachu instalacji fotowoltaicznej.

Zakres opracowania zgodnie ze zleceniem obejmuje:

- Oględziny przedmiotowego obiektu:
 - przeprowadzenie inwentaryzacji uszkodzeń, rys i spękań,
 - analiza dostępnej dokumentacji technicznej,
 - wykonanie dokumentacji fotograficznej
- Wykonanie odwiertów rdzeniowych w konstrukcji dachu:
 - oznaczenie grubości warstw na pobranych rdzeniach,
 - badanie wilgotności elementów konstrukcyjnych dachu.
- Badanie materiałowe słupów:
 - wykonanie odwiertów rdzeniowych w konstrukcji
 - określenie wytrzymałości na ściskanie materiału,
 - skanowanie elementów przy pomocy skanera ferromagnetycznego,
 - określenie grubości otuliny oraz rozstawu prętów zbrojeniowych.
- Badanie twardości stali łuków metodą Leeb'a.
- Wykonanie niezbędnych odkrywek elementów konstrukcyjnych hali.
- Przeprowadzenie analizy stateczno-wytrzymałościowej.
- Wykonanie ekspertyzy technicznej:
 - ocena stanu technicznego dachu budynku,
 - ocena możliwości termomodernizacji wraz z przedstawieniem propozycji rozwiązań materiałowych,
 - wskazanie propozycji technologii naprawy powstałych uszkodzeń.

4. Materiały wykorzystane w opracowaniu

- [4.1] PN-EN 13971:2019-12: *Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych*
- [4.2] PN-EN 1991-1-1:2004: *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach*
- [4.3] PN-EN 1992-1-1:2008: *Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*
- [4.4] PN-EN 1993-1-1:2006: *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych -- Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*
- [4.5] PN-EN 13791:2019-12: *Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych*
- [4.6] PN-EN 206+A2:2021-08: *Beton - Wymagania, właściwości użytkowe, produkcja i zgodność*
- [4.7] *Opinia techniczna możliwości montażu na dachu urządzeń klimatycznych - Pracownia projektowa konstrukcji budowlanych MAX – mgr inż. H. Maćkowiak – Poznań, maj 1998r*
- [4.8] *Projekt budowlany: Przebudowa i rozbudowa pawilonu nr 4 na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich – część 2: Architektura; Studio ADS Sp. z o.o., Sp. k.*
- [4.9] *Audyty energetyczny budynku dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z 21.11.2008 roku o wsparciu termomodernizacji i remontów opracowany przez „Ekoprodet” Zbigniew Grabarkiewicz w lutym 2022 r.*

5. Wprowadzenie w zagadnienie

Przedmiotem opracowania jest konstrukcja hali pawilonu nr 4 znajdującego się na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich. Przedmiotowa konstrukcja została wzniesiona w 1955 r. Pawilon nr 4 został wykonany jako monolityczna konstrukcja żelbetowa z elementami prefabrykowanymi. W 2001 roku został on rozbudowany o ok. 6 m w kierunku ul. Bukowskiej o fragment wykonany w konstrukcji stalowej. Obecnie wymiary hali w rzucie wynoszą: długość $L = 132,3$ m, szerokość $B = 33,2$ m. Hala zlokalizowana jest w lekkim odchyleniu od osi północ-południe. Główna nawa przekryta jest dachem łukowym natomiast nawa boczna oraz dobudowany w latach późniejszych fragment hali przekryty jest dachem płaskim.

Zamawiający zlecił wykonanie niniejszej ekspertyzy w związku z planowaną modernizacją pawilonu oraz chęcią montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku.



Fot. 5.1 Lokalizacja badań – kolorem czerwonym oznaczono pawilon nr 4
(źródło: mapy.geoportal.pl)



Fot. 5.2 Widok ogólny przedmiotowej hali



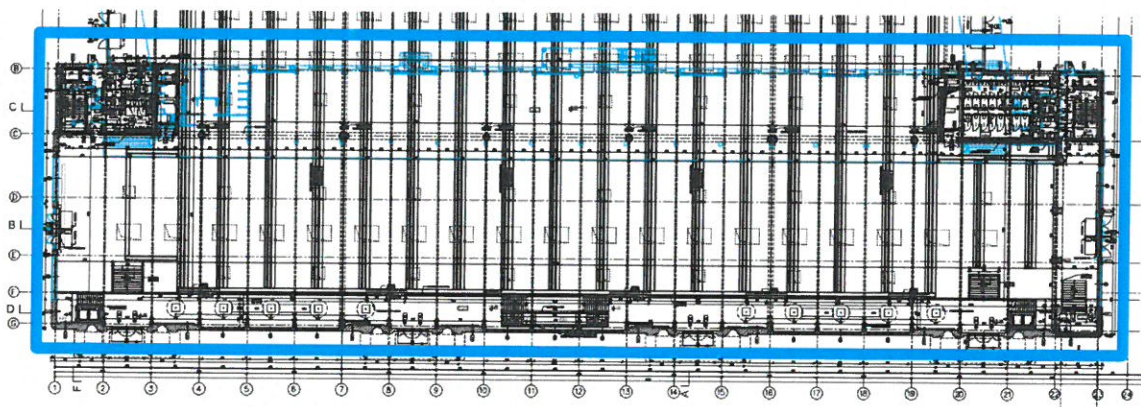
Fot. 5.3 Widok ogólny wnętrza pawilonu

6. Analiza dokumentacji

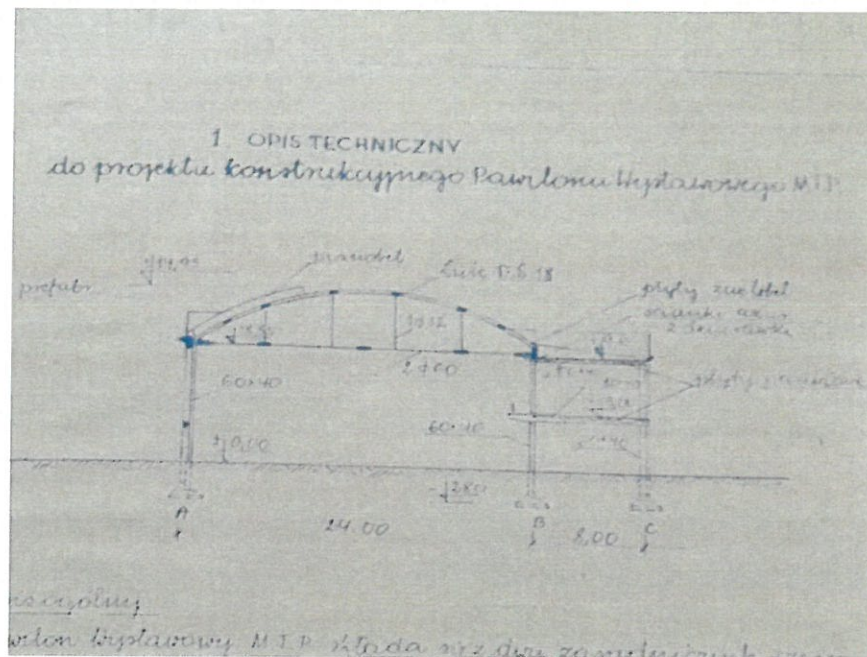
Na podstawie dokumentacji archiwalnej posiadanej przez Zamawiającego ustalono, że przedmiotowy pawilon został wybudowany w 1955. Jest to jednokondygnacyjna dwunawowa hala z antresolą nad mniejszą z naw. Główny hol ma wymiary ok. 24 m szerokości i ok. 126 m długości natomiast mniejsza z naw jest równa mu co do długości przy szerokości ok. 8 m. Mniejsza z naw zlokalizowana jest po stronie zachodniej głównej nawy. W 2001 r. obiekt został rozbudowany o ok. 6 m w stronę północną w celu budowy łącznika z pawilonem nr 3A. Obecne wymiary budynku wynoszą 132,3 m długości oraz 33,2 m szerokości. Wysokość budynku od poziomu terenu do szczytu głównej nawy wynosi 13,4 m, a do ściany attykowej 11,3 m.

Główna nawa budynku przekryta jest dachem łukowym o konstrukcji staloceramicznej DS ze stalowym ściągiem. Rozpiętość dachu nad główną nawą wynosi 24 m. Nawa boczna z antresolą przekryta jest stropodachem płaskim wentylowanym o konstrukcji z płyt żużłobetonowych opartych na ściankach ażurowych, które wymurowano z cegły na typowych płytach panwiowych stanowiących konstrukcję dachu.

Budynek przedmiotowego pawilonu zrealizowano z elementów nośnych (słupy oraz stropy) wykonanych w technologii żelbetowej natomiast ściany wewnętrzne oraz zewnętrzne są murowane z cegły. Dachy pokryte są papą a do izolacji termicznej zastosowane zostały różne materiały w zależności od rodzaju dachu: dach płaski izolowany jest wełną mineralną natomiast konstrukcja łukowa styropianem.



Fot. 6.1 Rzut przedmiotowego pawilonu poziom „0” (fragment) – kolorem niebieskim zaznaczony został stan obecny



Fot. 6.2 Przekrój przez obiekt – dokumentacja archiwalna

7. Przeprowadzone oględziny

Oględziny przedmiotowego pawilonu przeprowadzono 08.07.2022 roku. Wykonano inwentaryzację uszkodzeń z podziałem na trzy kategorie elementów: elewacja budynku, konstrukcja stropodachu wraz ze stanem pokrycia oraz stan budynku wewnątrz hali. Stwierdzono występowanie następujących uszkodzeń:

- Elewacja budynku:
 - odspojenia oraz wykruszenia tynku,
 - ubytki w warstwie cegieł w miejscu instalacji nowego systemu odwodnienia,
 - wykruszenia betonowej otuliny zbrojenia w wieńcach.
- Konstrukcja stropodachu:
 - liczne ubytki w warstwie papy,
 - widoczne efekty ruchów reologicznych materiałów bitumicznych,
 - występowanie lokalnych obniżzeń na powierzchni dachu, w których gromadzi się woda opadowa,
 - widoczne bąble oraz zgrubienia papy,
 - wegetacja roślin oraz porostów na konstrukcji dachu,
 - wykruszenia betonu z konstrukcji ściany attykowej.
- Wnętrze hali:
 - występowanie nacieków na konstrukcji łukowego sklepienia głównej nawy hali oraz na stropie płaskim nawy bocznej,
 - wykruszenia i odspojenia tynków, szczególnie na ścianie zachodniej budynku.

Poniżej zamieszczono dokumentację fotograficzną opisanych wyżej uszkodzeń.



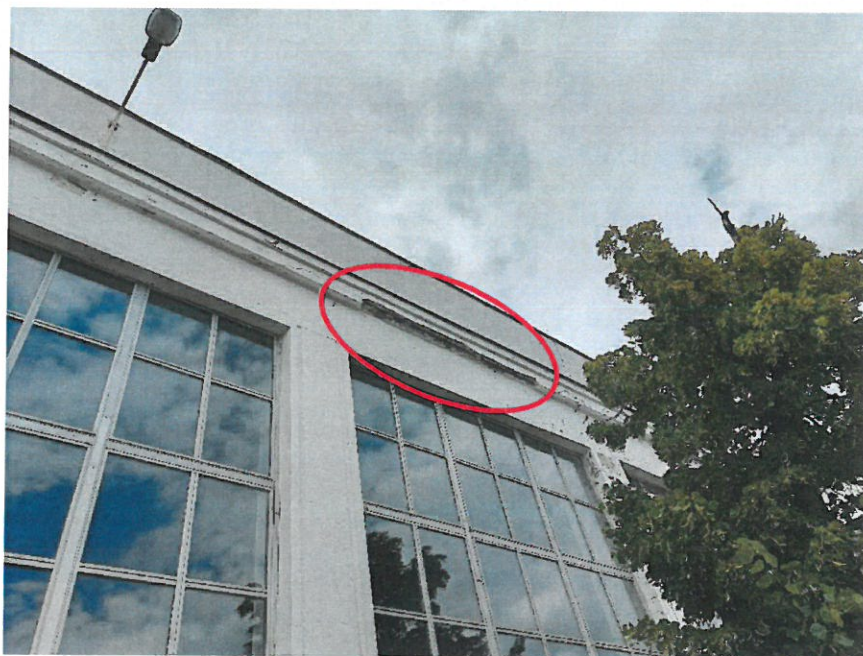
Fot. 7.1 Widok ogólny stanu elewacji zewnętrznej



Fot. 7.2 Widok uszkodzeń elewacji – wykruszenia tynków



Fot. 7.3 Uszkodzenia elewacji – odspojenia warstwy tynku oraz zarysowania (kolor czerwony)



Fot. 7.4 Uszkodzenia elewacji – wykruszenia otuliny zbrojenia wieńca



Fot. 7.5 Uszkodzenia ściany ceglanej – montaż odwodnienia



Fot. 7.6 Uszkodzenia tynków na kolumnach portyków



Fot. 7.7 Wykruszenia elementów elewacji przy gruncie



Fot. 7.8 Widok ogólny stanu pokrycia dachowego – sklepienie łukowe



Fot. 7.9 Widok ogólny stanu pokrycia dachowego – dach płaski



Fot. 7.10 Uszkodzenie dachu – miejsce gromadzenia się wody deszczowej



Fot. 7.11 Uszkodzenie dachu – miejsce gromadzenia się wody deszczowej – maksymalna głębokość kałuży 12 cm



Fot. 7.12 Uszkodzenie dachu – bąble na powierzchni papy



Fot. 7.13 Spękanie papy w wyniku starzenia się materiału



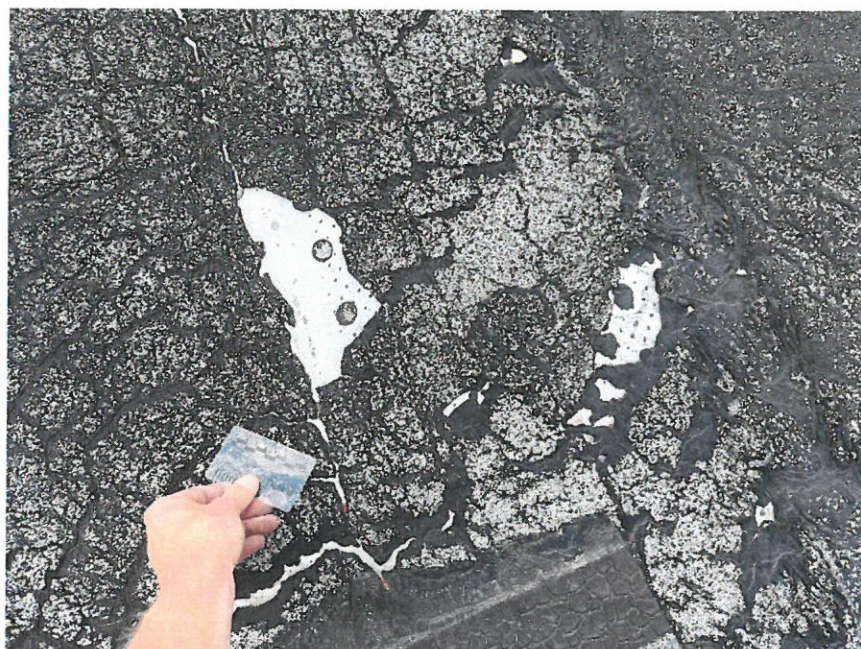
Fot. 7.14 Ruchy reologiczne materiału pokrycia



Fot. 7.15 Ruchy reologiczne materiału pokrycia – wysokość powstałych zagięć



Fot. 7.16 Ubytki w warstwie izolacji oraz papy



Fot. 7.17 Wykruszenia warstwy papy



Fot. 7.18 Wegetacja roślinności na dachu budynku



Fot. 7.19 Występowanie porostów oraz ubytki papy



Fot. 7.20 Stan ściany attykowej – widok ogólny



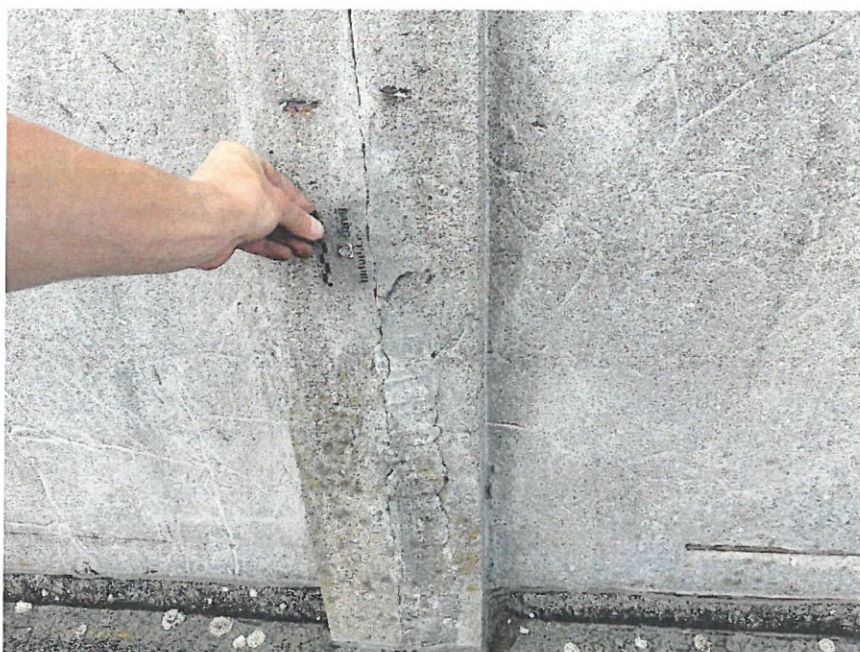
Fot. 7.21 Wykruszenia otuliny zbrojenia – widoczne stosowanie warstw naprawczych.
Korozja zbrojenia stalowego



Fot. 7.22 Wykruszenie otuliny zbrojiny – ściana attykowa



Fot. 7.23 Zarysowania ściany attykowej – 0,7mm



Fot. 7.24 Odsparanie się zaprawy naprawczej oraz korozja biologiczna - porosty



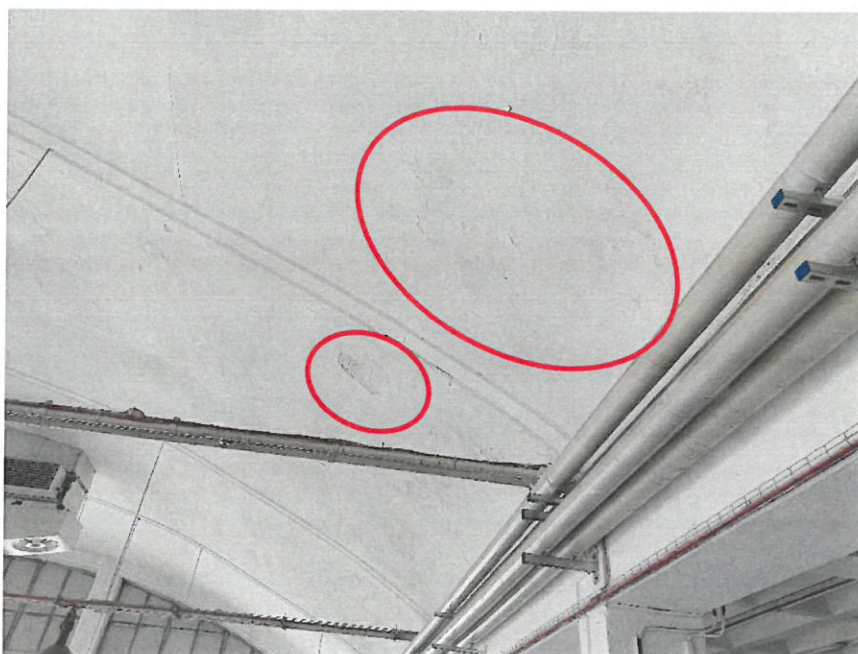
Fot. 7.25 Odślonięte pręty zbrojeniowe – korozja stali



Fot. 7.26 Stan pokrycia dachowego portyków – widoczna korozja biologiczna



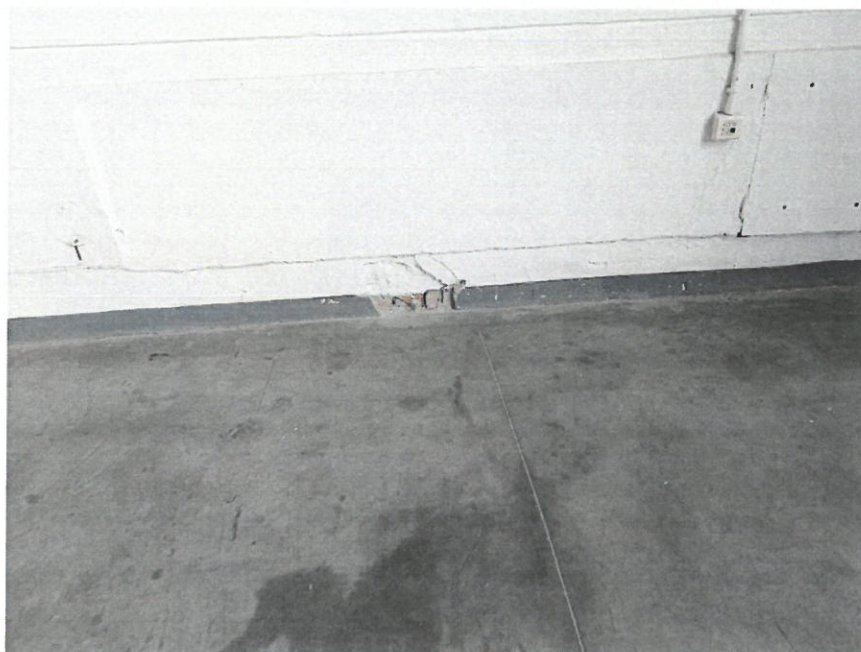
Fot. 7.27 Stan wnętrza hali – widok ogólny



Fot. 7.28 Miejsca przecieków na konstrukcji dachu lukowego



Fot. 7.29 Miejsca przecieków – konstrukcja dachu płaskiego nad antresolą



Fot. 7.30 Uszkodzenia ścian zewnętrznych – widok od wewnątrz



Fot. 7.31 Wykruszenia fragmentów tynku – konstrukcja antresoli



Fot. 7.32 Zły stan techniczny pokrycia ścian zewnętrznych – braki w pokryciu tynkiem, wykruszenia oraz odspojenia tynku



Fot. 7.33 Odsparowanie się farby i tynku – miejsca przecieków - strop płaski

8. Przeprowadzone badania

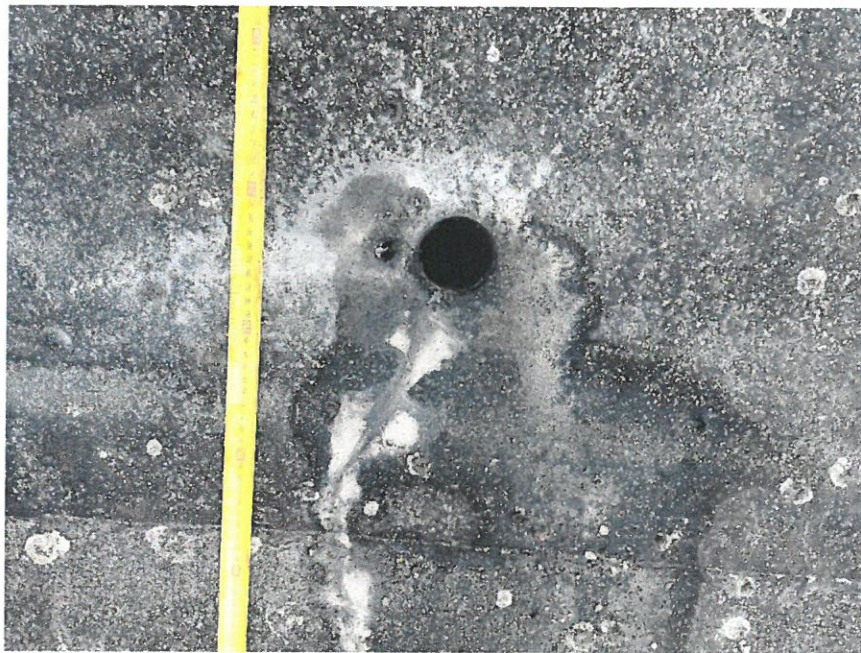
8.1. Określenie parametrów stropodachu

Badania konstrukcji stropodachu wykonano w dniu 08.07.2022. Określono aktualny stan pokrycia dachowego oraz wykonano odwierty rdzeniowe przez warstwy pokrycia w celu określenia rodzaju oraz grubości zastosowanych materiałów. Zbadano gatunek stali stalowych ściąгов występujących w konstrukcji dachu łukowego. W miejscach widocznych przecieków zbadano także wilgotność elementów konstrukcyjnych.

8.1.1. Rozpoznanie konstrukcji oraz badanie grubości warstw stropodachu

W celu określenia występujących warstw pokrycia dachowego wykonano 4 odwierty rdzeniowe przez konstrukcję dachu. Pobrano dwa rdzenie z konstrukcji dachu łukowego oraz dwa z konstrukcji dachu płaskiego zlokalizowanego nad antresolą.

Poniżej przedstawiono dokumentację zdjęciową z przeprowadzonych badań.



Fot. 8.1 Lokalizacja odwiertu nr 1 – konstrukcja dachu płaskiego. Na miarce odległość odwiertu w linii prostej do ściany attykowej.



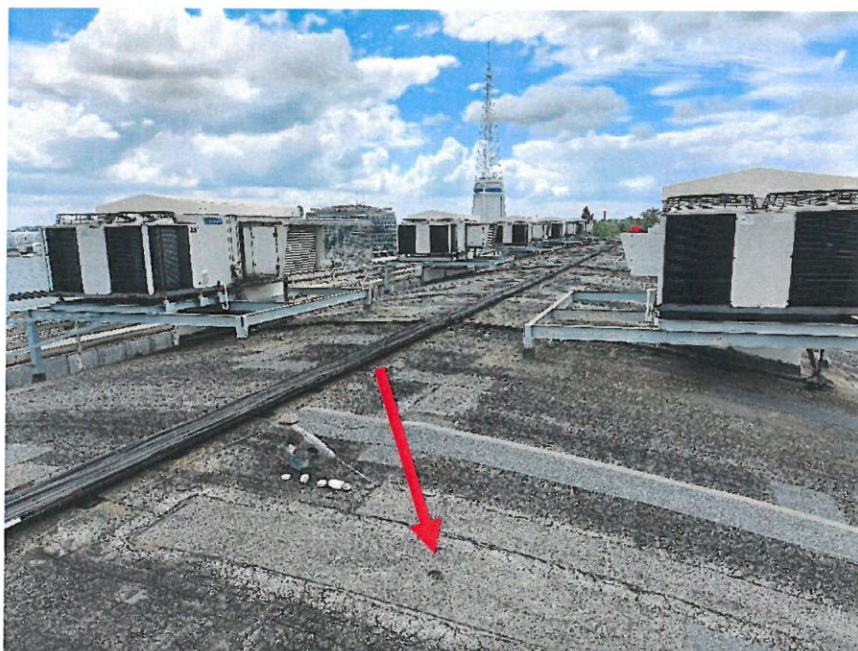
Fot. 8.2 Grubości górnych warstw (do pustki powietrznej) – próbka nr 1



Fot. 8.3 Lokalizacja odwiertu nr 2 – konstrukcja dachu płaskiego. Na miarce odległość odwiertu w linii prostej do ściany attykowej.



Fot. 8.4 Pomiar grubości górnych warstw na odwiercie rdzeniowym – odwiert nr 2



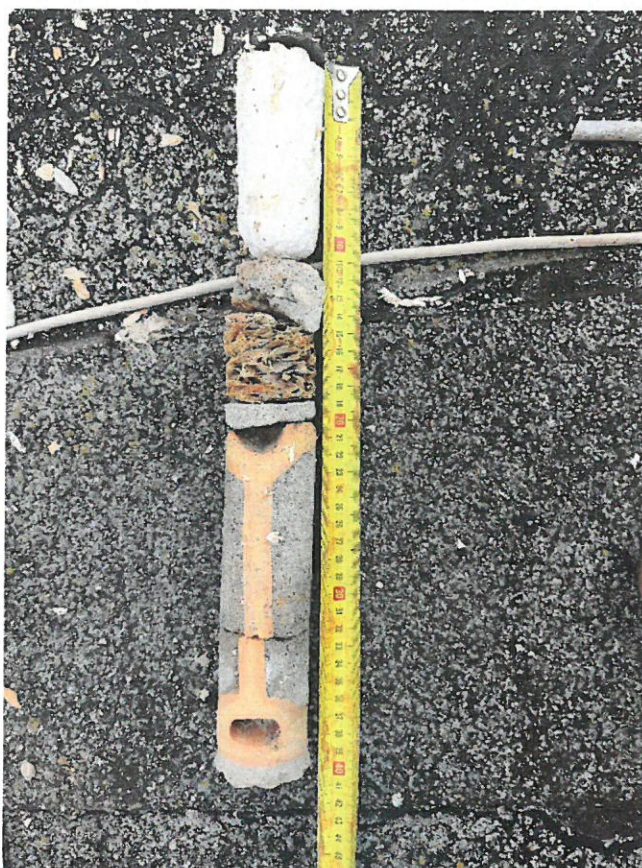
Fot. 8.5 Lokalizacja odwiertu nr 3 – dach łukowy



Fot. 8.6 Pomiar grubości warstw w miejscu odwiertu – odwiert rdzeniowy nr 3



Fot. 8.7 Lokalizacja odwiertu nr 4 – dach łukowy



Fot. 8.8 Grubość warstw - próbka nr 4

Wyniki dla poszczególnych punktów zebrano w poniższej tabeli [Tab. 8.1].

Tab. 8.1. Układ warstw stropodachu

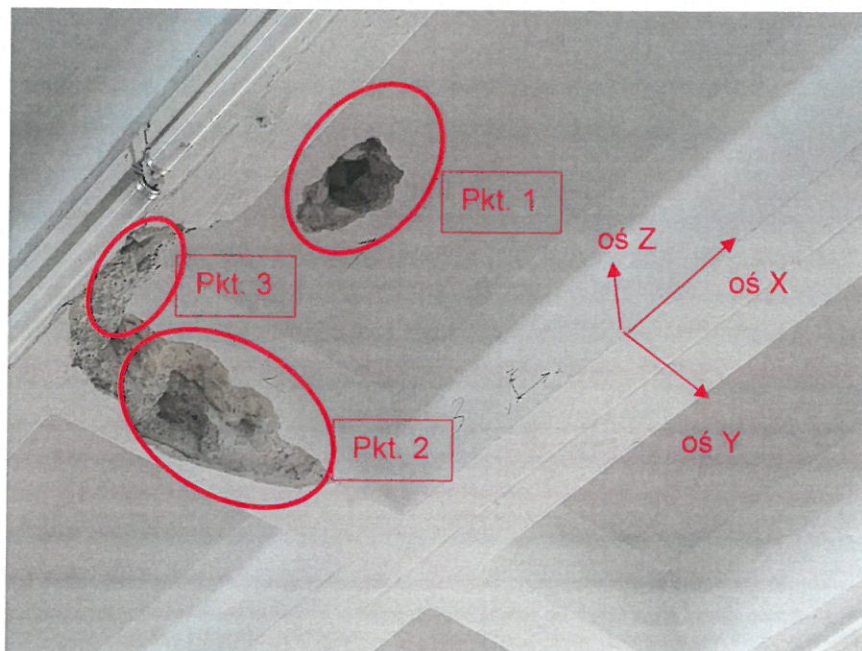
Dach płaski							
Warstwa [mm]	Papa x2	Wylewka betonowa	Płyta żużlobetonowa	Pustka powietrzna	Wełna mineralna	Płyta żelbetowa	
Punkt 1	10	19	80	273	150	80	
Punkt 2	10	45	78	391	150	80	
Dach łukowy							
Warstwa [mm]	Papa	Styropian	Wylewka betonowa	Płyta suprema	Wylewka betonowa	Cegła ceramiczna DS	Tynk
Punkt 3	5	120	40	45	12	182	12
Punkt 4	5	112	42	46	10	185	7

Zbadany układ warstw porównano z dokumentacją archiwalną. Stwierdzono zgodność stwierdzonych warstw z danymi archiwalnymi.

Przyjęto wykonanie pokrycia dachowego przy zastosowaniu następujących materiałów:

- Dach płaski:
 - papa na lepiku – jedna lub dwie warstwy 5-10 mm
 - wylewka betonowa ok. 35 mm
 - płyta żużlobetonowa – 80 mm
 - stelaż ze ścianek ażurowych z cegły dziurawki
 - wełna mineralna – 150 mm
 - płyta żelbetowa – 80 mm
- Dach łukowy:
 - papa na lepiku – jedna warstwa 5 mm
 - styropian PS 20 – 100 mm
 - wylewka cementowa – ok. 40 mm
 - płyta SUPREMA – 40 mm
 - wylewka cementowa – 10-15 mm
 - pustak ceramiczny DS 18 – 180 mm
 - tynk – ok. 10-15 mm

W celu rozpoznania konstrukcji dachu wykonano niezbędne odkrywki oraz skanowania. Obrazy wykonanych skanowań znajdują się w załączniku nr 2 do opracowania. Na poniższych zdjęciach przedstawiono wyniki wykonanych pomiarów.



Fot. 8.9 Lokalizacja odkrywek zbrojenia – strop płaski – konstrukcja płytowa żelbetowa oraz kierunki skanowań



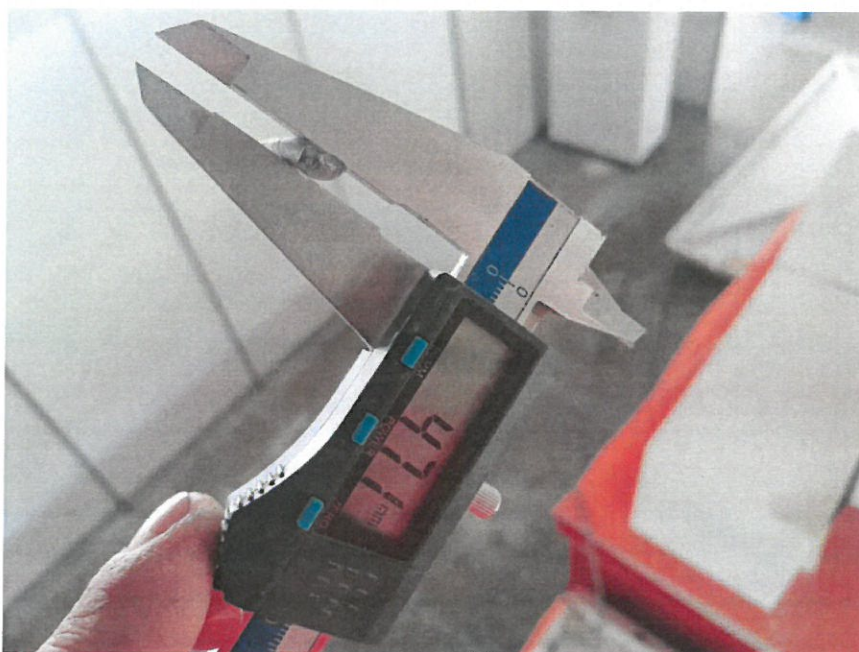
Fot. 8.10 Odkrywka zbrojenia – strop płaski – żebro pkt 2 – pręt $\varnothing 10\text{mm}$



Fot. 8.11 Odkrywka zbrojenia – strop płaski – żebro pkt 3 – pręt główny 18 mm



Fot. 8.11 Odkrywka zbrojenia – strop płaski – strzemię pkt 3 – pręt $\varnothing 4,5$ mm



Fot. 8.12 Odkrywka zbrojenia – strop płaski – siatka zbrojeniowa z prętów $\varnothing 4,5$ mm

Na podstawie wykonanych odkrywek oraz skanów stwierdzono wykonanie stropu płaskiego z konstrukcji żelbetowej zbrojonego siatką z prętów $\varnothing 4,5$ mm o rozstawie 15 cm x 15 cm. Podciąg podłużny (pkt. 3) zbrojony jest dwoma prętami kwadratowymi o boku 18 mm. Strzemiona z prętów $\varnothing 4,5$ mm zastosowano co ok. 20 cm. Podciąg poprzeczny zbrojony jest jednym prętem o średnicy $\varnothing 10$ mm bez strzemion.

Płyty panwiowe z których wykonano strop płaski oparte są na podłużnych belkach stropowych żelbetowych zbrojonych ośmioma prętami kwadratowymi o boku 24 mm po cztery góra i dołem. Zmierzony rozstaw prętów wynosi ok. 8 cm. Strzemiona w belce są wykonane z prętów okrągłych gładkich o średnicy $\varnothing 10$ mm w rozstawie ok. 22 cm.



Fot. 8.13 Odkrywka zbrojenia – strop płaski – podciąg poprzeczny - pręt 24 mm



Fot. 8.14 Odkrywka zbrojenia – strop płaski – podciąg poprzeczny - pręt $\varnothing 10$ mm

Strop łukowy został wykonany z konstrukcji stalowo-ceramicznej. Jest on wykonany z cegieł ceramicznych stanowiących wypełnienie ortogonalnego układu betonowych żeber zbrojonych prętami stalowymi. Rozstaw prętów zbrojenia określono jako co ok. 25 cm – pręty poprzeczne oraz co ok. 16 cm – pręty podłużne.

8.1.2. Badanie ściągów stalowych konstrukcji dachu łukowego

Wykonano inwentaryzację geometryczną ściągów stalowych oraz zbadano twardość stali metodą Leeb'a. Na podstawie wyników badania twardości oszacowano klasę stali według normy *PN-EN 1993-1-1*. Badania przeprowadzono na trzech wybranych ściągach.

Otrzymano następujące wyniki:

- Ściąg nr 4 (od strony południowej) – $R_m = 480$ MPa
- Ściąg nr 6 (od strony północnej) – $R_m = 544$ MPa
- Ściąg nr 8 (od strony południowej) – $R_m = 607$ MPa

Na podstawie otrzymanych wyników dla badanych elementów można oszacować klasę stali jako S355. Jest to stal o wyższej wytrzymałości od stali projektowanej, opisanej w dokumentacji archiwalnej.

Szczegółowe wyniki badania znajdują się w załączniku nr 3 do opracowania.

Poniżej przedstawiono dokumentację zdjęciową z badań.



Fot. 8.15 Pomiar średnicy – ściąg nr 4 w kierunku północnym



Fot. 8.16 Lokalizacja badania twardości stali metodą Leeb'a – ściąg nr 4



Fot. 8.17 Pomiar średnicy – ściąg nr 6 w kierunku południowym



Fot. 8.18 Pomiar średnicy pręta konstrukcji wieszaka

Ściągi o rozpiętości 24 m wykonane są z dwóch prętów stalowych o średnicy $\varnothing 60$ mm podwieszonych do konstrukcji dachu na wieszakach z prętów o średnicy $\varnothing 12$ mm, które rozmieszczono co ok. 4-5 m. Oszacowana klasa stali konstrukcji wynosi S355.

8.1.3. Badanie wilgotności elementów konstrukcyjnych

W celu określenia oddziaływania przecieków na stan materiałów konstrukcyjnych stropów wykonano pomiar wilgotności metodą karbidową (CM). Materiał pobrano z miejsc widocznych przecieków na konstrukcji stropu łukowego.

Pomiar CM (Carbid Mess), znany również jako metoda karbidowa, wykonywany jest za pomocą higrometru CM. Urządzenie wykorzystuje proces chemiczny rozkładu węgla wapniowego (karbidu) przez wodę, podczas którego wydzielany jest gaz acetylenowy, powodujący wzrost ciśnienia w stalowej butli. Poziom wilgotności odczytuje się bezpośrednio z manometru, który wskazuje wysokość ciśnienia w butli oraz w specjalnych tabelach.

Wyniki badania zaprezentowano w tabeli poniżej.

Tab. 8.2. Wyniki badania wilgotności stropodachu

<i>Lp.</i>	<i>Punkt pomiarowy</i>	<i>Badany materiał</i>	<i>Wilgotność [%]</i>
1.	<i>Punkt 1</i>	<i>Cegła</i>	<i>0</i>
2.		<i>Zaprawa cementowa</i>	<i>1,75</i>
3.	<i>Punkt 2</i>	<i>Cegła</i>	<i>0</i>
4.		<i>Zaprawa cementowa</i>	<i>0,75</i>

Pomimo przeprowadzania badania w dniu po opadach deszczu nie stwierdzono podwyższonej wilgotności materiałów konstrukcji stropodachu. Należy jednak zaznaczyć, że widoczne na stropie ślady przecieków wskazują, że jest to problem stale występujący w konstrukcji. Kontakt materiałów konstrukcyjnych z wilgocią może mieć negatywny wpływ na ich parametry wytrzymałościowe. Występujące przecieki mogą wraz z upływem czasu wpłynąć negatywnie na stan techniczny elementów konstrukcji oraz pogorszyć izolacyjność termiczną stropodachu.

8.2. Określenie parametrów elementów konstrukcji hali

W celu analizy konstrukcji pawilonu zbadano również pozostałe elementy konstrukcyjne. Badania przeprowadzono w dniach 12 oraz 13.07.2022 r. Wykonano odwierty rdzeniowe w słupach oraz sprawdzono ilość i rodzaj zastosowanego zbrojenia przy pomocy skanera ferromagnetycznego oraz wykonując niezbędną odkrywki.

8.2.1. Badanie wytrzymałości betonu na ściskanie

Badanie wytrzymałości betonu na ściskanie przeprowadzono na pobranych ze słupów budynku próbkach rdzeniowych. Prace badawcze przeprowadzono na losowo wybranych słupach reprezentatywnych dla całej konstrukcji. Pobrano 6 odwiertów rdzeniowych odpowiednio: 2 z słupów wewnętrznych pod antresolą (oznaczone numerami 1 oraz 2), 1 z słupa zewnętrznego od strony niższej części hali (oznaczone numerem 3) oraz 3 z słupów zewnętrznych ze wschodniej części hali (oznaczone numerami 4 - 6). Próbki rdzeniowe pobrano zgodnie z normą *PN-EN 12504-1:2019-08: Badania betonu w konstrukcjach*.

Na poniższych zdjęciach przedstawiono lokalizację pobrania rdzeni do badań oraz pobrane próbki.



Fot. 8.19 Lokalizacja odwiertu rdzeniowego – słup nr 1



Fot. 8.20 Lokalizacja odwiertu rdzeniowego – słup nr 2



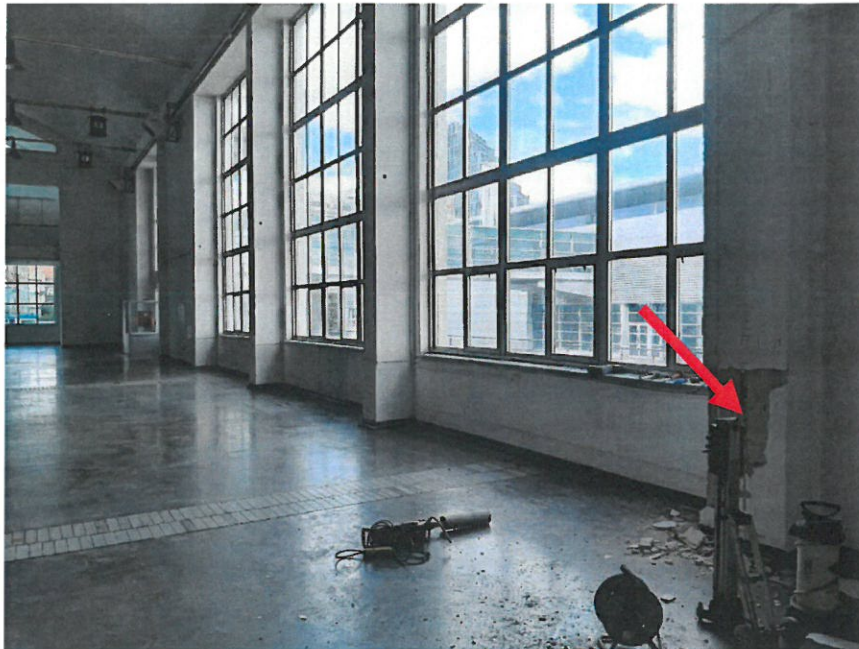
Fot. 8.21 Lokalizacja odwiertu rdzeniowego – słup nr 3



Fot. 8.22 Lokalizacja odwiertu rdzeniowego – słup nr 4



Fot. 8.23 Lokalizacja odwiertu rdzeniowego – słup nr 5

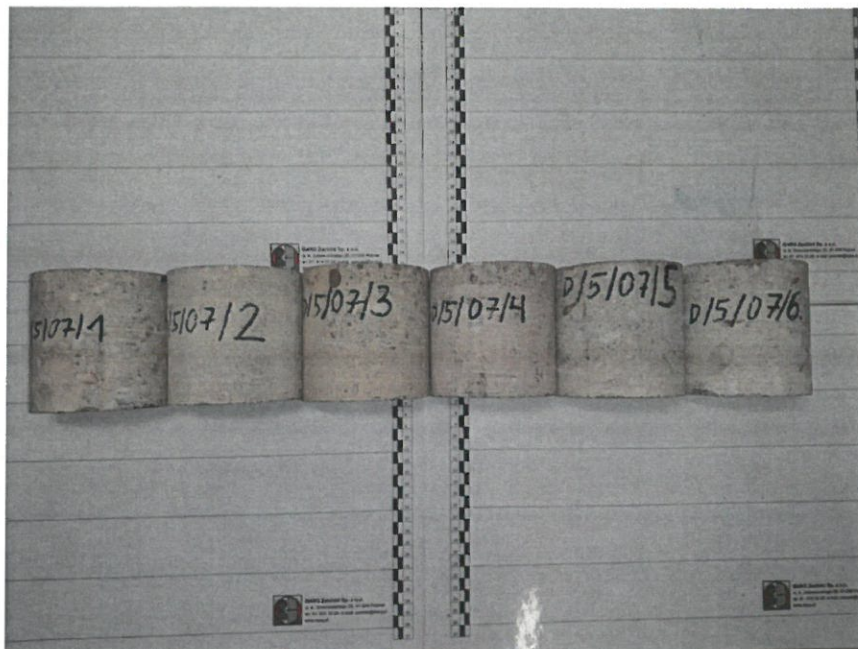


Fot. 8.24 Lokalizacja odwiertu rdzeniowego – słup nr 6



Fot. 8.25 Pobrane odwierty rdzeniowe

Z pobranych odwiertów rdzeniowych przygotowano próbki do przeprowadzenia badań wytrzymałościowych. W tym celu pobrane próbki zostały przycięte na pile diamentowej oraz wyszlifowane w celu spełnienia normowych wymogów (uzyskania właściwej długości, płaskości i prostokątności powierzchni).



Fot. 8.26 Próbki przygotowane do badań wytrzymałościowych

Uzyskane wartości wytrzymałości betonu na ściskanie wynoszą od **14,7 MPa** do **23,1 MPa**, przy wartości średniej równej **19,4 MPa**.

Na potrzeby tego pracowania stwierdzono, że badany beton spełniałby wymagania dla klasy **C20/25**. Szacowanie przeprowadzono w oparciu o normę **PN-EN 13791:2019-12 pkt. 9.2**

Sprawozdanie z badania wytrzymałości na ściskanie znajduje się w załączniku nr 1 do opracowania.

8.2.2. Określenie parametrów elementów konstrukcyjnych

W celu pełniejszego określenia parametrów konstrukcji pawilonu wykonano badania mające na celu określenie rodzaju, ilości oraz stanu zastosowanego zbrojenia w słupach przedmiotowej hali. W tym celu wykonano niezbędne odkrywki prętów zbrojeniowych oraz wykonano skanowania elementów konstrukcyjnych. Wykonano również inwentaryzację geometryczną badanych słupów.

Obrazy skanowań zamieszczono w załączniku nr 2 do opracowania. Na poniższych zdjęciach przedstawiono wykonane odkrywki oraz pomiary.



Fot. 8.27 Odkrywka zbrojenia – słup nr 1 – zbrojenie główne – pręt kwadratowy 20 mm



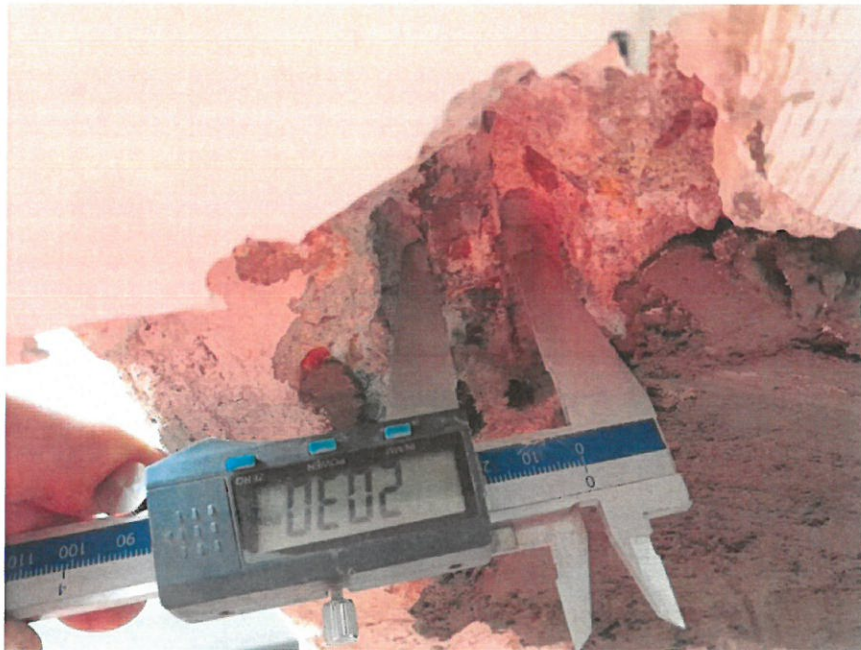
Fot. 8.28 Odkrywka zbrojenia - słup nr 1 – pomiar strzemienia – pręt okrągły $\varnothing 8$ mm



Fot. 8.29 Odkrywka zbrojenia – słup nr 3 – zbrojenie główne – pręt kwadratowy 20 mm



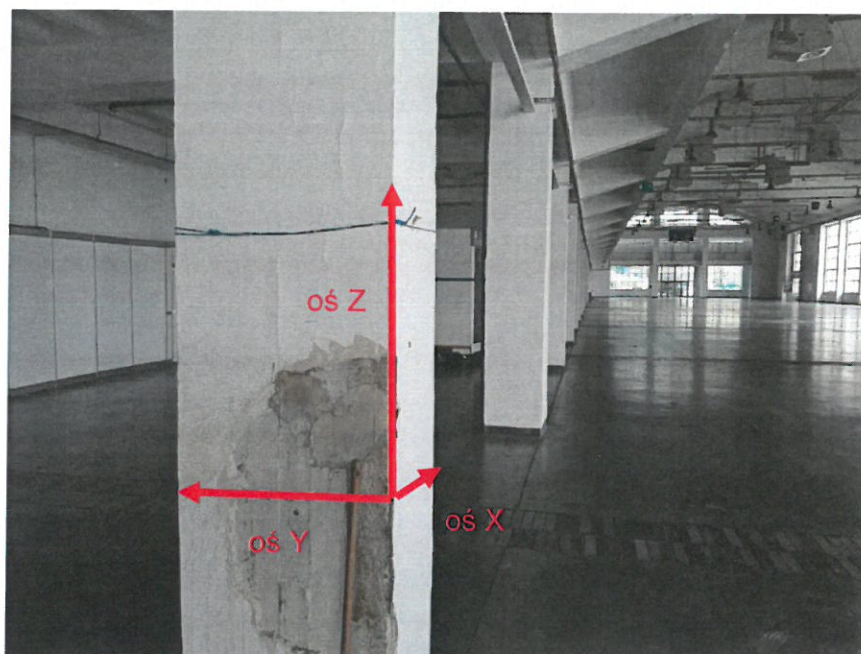
Fot. 8.30 Odkrywka zbrojenia – słup nr 3 – pomiar strzemienia – pręt okrągły $\varnothing 8$ mm



Fot. 8.31 Odkrywka zbrojenia – słup nr 6 – zbrojenie główne – pręt kwadratowy 20 mm



Fot. 8.32 Odkrywka zbrojenia – słup nr 6 – pomiar strzemienia – pręt okrągły $\varnothing 8$ mm



Fot. 8.33 Kierunek wykonywania skanowań

Szczegółowe dane dotyczące prętów zbrojeniowych otrzymane na podstawie skanowań oraz odkrywek zamieszczono w tabeli 8.3.

Na podstawie wykonanych pomiarów określono następujące parametry dla poszczególnych rodzajów słupów. Dla wszystkich stwierdzono zbrojenie główne z prętów kwadratowych o boku 20 mm oraz strzemion z prętów gładkich $\varnothing 10$ mm. Słupy różnią się między sobą ilością zastosowanych prętów.

Poniżej zebrano dane dotyczące poszczególnych rodzajów słupów:

- słupy wewnętrzne pod antresolą:
 - wymiary: 40 x 60 cm
 - zbrojenie: w osi Y – 3 pręty, w osi X – 4 pręty,
- słupy zewnętrzne (od strony zachodniej):
 - wymiary: 40 x 60 cm
 - zbrojenie: w osi Y – 3 pręty, w osi X – 3 pręty,
- słupy zewnętrzne (od strony wschodniej):
 - wymiary: 40 x 60 cm
 - zbrojenie: w osi Y – 3 pręty, w osi X – 2 pręty.

Stan zbrojenia w słupach określa się na bardzo dobry, bez widocznych oznak korozji.

Tab. 8.3. Rozstaw oraz otulina prętów zbrojeniowych

Lp.	Oznaczenia	Ilość	Otulina [mm]			Rozstaw [cm]		
			Min	Max	Średnia	Min	Max	Średni
1	Słup nr 1 - oś Y	3	57,3	75,2	65,6	23,7	25,9	24,8
2	Słup nr 1 - oś X	4	29,2	48,2	36,3	7,3	12,8	9,5
3	Słup nr 1 - oś Z	6	16,3	25,3	19,5	24,4	35,7	31,3
4	Słup nr 2 - oś Z	6	45,9	61,4	52,6	25,3	37,2	31,3
5	Słup nr 2 - oś Y	3	66,5	81,3	72,5	23,2	26,5	24,9
6	Słup nr 2 - oś X	4	36,1	41,8	39,6	9,4	11,3	10,7
7	Słup nr 3 - oś Z	7	30,7	47,4	36,8	25,0	35,4	30,9
8	Słup nr 3 - oś Y	3	51,5	74,2	61,9	20,1	25,6	22,9
9	Słup nr 3 - oś X	3	39,4	56,3	46,7	13,7	17,4	15,6
10	Słup nr 4 - oś Z	4	23,1	29,5	26,3	36,5	36,9	36,8
11	Słup nr 4 - oś X	2	70,5	78,7	74,6	29,0	29,0	29,0
12	Słup nr 4 - oś Y	3	37,8	49,1	42,9	15,5	28,7	22,1
13	Słup nr 5 - oś Z	7	49,1	67,1	57,4	22,8	43,3	36,9
14	Słup nr 5 - oś Y	3	77,6	85,6	81,6	42,3	42,3	42,3
15	Słup nr 5 - oś X	2	68,5	69,6	69,1	26,8	26,8	26,8
16	Słup nr 6 - oś Z	7	47,1	75,0	54,9	12,5	43,9	33,6
17	Słup nr 6 - oś Y	3	57,4	65,4	61,0	18,5	25,3	21,9
18	Słup nr 6 - oś X	4	51,7	62,2	57,3	17,1	30,7	23,9

9. Podsumowanie

Przedmiotem opracowania jest konstrukcja oraz pokrycie dachowe pawilonu nr 4 Międzynarodowych Targów Poznańskich. Konstrukcja hali jest mieszana – główne elementy ram (słupy, rygle, płyty) są żelbetowe, stalowy ściągnięty łączy dwa słupy głównej nawy a ściany budynku są murowane z cegły. Przedmiotowy pawilon jest dwunawowy. Dla każdej z naw zastosowano inny rodzaj pokrycia: główna nawa o szerokości 24 m przekryta jest dachem łukowym wykonanym jako konstrukcja stalowo-ceramiczna, natomiast nawa boczna o szerokości 8 m ma dach płaski wentylowany o konstrukcji z płyt panwiowych, na których wykonano ścianki ażurowe, stanowiące podporę dla płyt żużłobetonowych pokrytych papą. Długość obydwu naw wynosi 126 m. Od strony północnej pawilon w 2001 roku został rozbudowany o ok. 6 m. Nowy fragment hali wykonano w konstrukcji stalowej.

W celu określenia stanu konstrukcji oraz potencjału do termomodernizacji oraz możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku przeprowadzono oględziny przedmiotowej hali oraz wykonano wybrane badania materiałowe.

Oględziny konstrukcji pawilonu wykazały występowanie różnego typu uszkodzeń, które podzielono na trzy kategorie z zależności od miejsca wstępowania.

- Elewacja budynku:
 - odspojenia oraz wykruszenia tynku,
 - ubytki w warstwie cegieł w miejscu instalacji nowego systemu odwodnienia,
 - wykruszenia otuliny zbrojenia w wieńcach i gzymsach.
- Konstrukcja stropodachu:
 - liczne ubytki w warstwie papy,
 - widoczne efekty ruchów reologicznych materiałów bitumicznych,
 - występowanie lokalnych obniżzeń w poziomie dachu w których gromadzi się woda opadowa tworząc kałuże,
 - widoczne bąble oraz zgrubienia na papie,
 - wegetacja roślin oraz porostów na konstrukcji dachu,
 - wykruszenia betonu z konstrukcji ściany attykowej.
- Wnętrze hali:
 - występowanie nacieków na konstrukcji łuku oraz na stropie płaskim,
 - wykruszenia i odspojenia tynków, szczególnie na ścianie zachodniej budynku.

Charakter uszkodzeń dotyczący stanu tynków oraz ubytków cegieł w miejscach instalacji rur odpływowych ocenia się jako lokalne, nie mające wpływu na parametry wytrzymałościowe obiektu. Są to jednak uszkodzenia wymagające przeprowadzenia prac renowacyjnych. Uszkodzenia pokrycia dachowego są znaczne, a ich charakter pozwala na określenie aktualnego stanu technicznego stropodachu na niedostateczny – wymagający bezwzględnie przeprowadzenia prac naprawczych. Konieczna jest wymiana izolacyjnych warstw pokrycia. Badanie wilgotności wykazało, że elementy

konstrukcyjne nie ulegają trwałemu zawilgoceniu w wyniku przecieków. Należy jednak zaznaczyć, że przedostająca się przez nieszczelne pokrycie woda będzie w dalszej perspektywie negatywnie wpływać na właściwości techniczne i wytrzymałościowe zastosowanych w obiekcie materiałów zarówno izolacyjnych jak i konstrukcyjnych.

Zbadano układ warstw stropodachu wykonując odwierty rdzeniowe przez całą grubość konstrukcji. Stwierdzono występowanie następujących warstw pokrycia dachu:

- Dach płaski:
 - papa na lepiku – jedna lub dwie warstwy 5 – 10 mm
 - wylewka betonowa ok. 35 mm
 - płyta żużlobetonowa – 80 mm
 - stelaż ze ścianek ażurowych z cegły dziurawki
 - wełna mineralna – 150 mm
 - płyta żelbetowa – 80 mm
- Dach łukowy:
 - papa na lepiku – jedna warstwa 5 mm
 - styropian PS 20 – 100 mm
 - wylewka cementowa – ok. 40 mm
 - płyta SUPREMA – 40 mm
 - wylewka cementowa – 10 – 15 mm
 - pustak ceramiczny DS 18 – 180 mm
 - tynk – ok. 10 – 15 mm

Na podstawie badania twardości metodą Leeb'a oszacowano klasę stali ściąągów stalowych na S355. Ocena makroskopowa nie wykazała uszkodzeń korozyjnych elementów stalowych.

Określono parametry wytrzymałościowe betonu konstrukcyjnego w słupach oraz przeprowadzono inwentaryzację geometryczną. Na podstawie badania wytrzymałości stwierdzono, że analizowany beton spełniałby wymagania dla klasy C20/25. W odniesieniu do klasy ekspozycji XC1 – *warunki suche lub stale mokre* – stwierdzono zgodność z wymogami normy PN-EN 206+A2:2021-08. Słupy przedmiotowej hali posiadają wymiary 40 x 60 cm i są zbrojone prętami głównymi kwadratowymi o boku 20 mm natomiast strzemiona wykonane są z prętów $\varnothing 8$ mm. Słupy różnią się między sobą ilością prętów w zależności od lokalizacji słupa:

- słupy wewnętrzne pod antresolą:
 - zbrojenie: w osi Y – 3 pręty, w osi X – 4 pręty,
- słupy zewnętrzne (od strony zachodniej):
 - zbrojenie: w osi Y – 3 pręty, w osi X – 3 pręty,
- słupy zewnętrzne (od strony wschodniej):
 - zbrojenie: w osi Y – 3 pręty, w osi X – 2 pręty.

10. Wyznaczenie wymaganej grubości izolacji termicznej dachu

Maksymalne, dopuszczalne wartości współczynnika U dla poszczególnych przegród są ujęte w Rozporządzeniu Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 5 lipca 2013 r. (zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie). Parametry te zmieniały się w czasie co kilka lat i od 2021 roku maksymalna wartość współczynnika U dla dachów wynosi 0,15 W/(m²K). Aby uzyskać taką izolacyjność dachu w istniejącym obiekcie wymagane jest zastosowanie izolacji termicznej o odpowiednio dobranej grubości, która zależy od współczynnika przewodzenia ciepła zastosowanego materiału. Poniżej w tabeli zestawiono wymagane grubości nowej warstwy izolacji termicznej dla typowych współczynników przewodzenia ciepła zawartego w przedziale między 0,025 i 0,045 W/mK. Do izolacji dachów pawilonu należy zastosować najłżejsze dostępne na rynku materiały (pianka PIR/PUR, ewentualnie styropian). Nie zaleca się stosowania wełny mineralnej z uwagi na jej kilkakrotnie większy ciężar objętościowy.

Tab. 10.1. Wymagana grubość izolacji termicznej dachu w zależności od współczynnika przewodzenia ciepła zastosowanego materiału

Wymagana grubość warstwy izolacji termicznej na dachu [cm]				
L.p.	Materiał	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacji [W/mK]	Dach łukowy - nawa 24 m	Dach płaski - nawa 8 m
1	Pianka PIR/PUR, styropian	$\lambda = 0,025$	16	17
2	Pianka PIR/PUR, styropian	$\lambda = 0,035$	23	23
3	Pianka PIR/PUR, styropian	$\lambda = 0,045$	29	30

W przypadku dachu nad szerszą nawą izolację należy ułożyć na płycie ceramicznej lub na znajdującej się na tej płycie warstwie gładzi cementowej, gdyby tej nie udało się odspoić od płyty ceramicznej. W przypadku dachu płaskiego warstwa izolacji termicznej powinna znajdować się na dolnej żelbetowej płycie, która pełni funkcję konstrukcyjną stropodachu. Nowy materiał izolacyjny można zaaplikować do przestrzeni między dolną płytą żelbetową i górną płytą żużłobetonową metodą natrysku lub metodą wdmuchiwania granulatu.

11. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, badań oraz analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Ogólny stan konstrukcji pawilonu nr 4 MPT ocenia się jako dość dobry, bez widocznych poważnych uszkodzeń, które mogłyby świadczyć o zagrożeniu bezpieczeństwa użytkowania obiektu.
2. Stan pokrycia dachowego ocenia się na zły, wymagający przeprowadzenia bezwzględnie i niezwłocznie prac naprawczych. Ze względu na dużą ilość zaobserwowanych ubytków, pęknięć i innych uszkodzeń wierzchniej warstwy pokrycia konieczna jest gruntowna jego renowacja. Występujące lokalnie przecieki negatywnie wpływają na parametry materiałów warstw izolacyjnych oraz konstrukcyjnych zastosowanych w dachach obu naw budynku.
3. Stalowe ścigi w konstrukcji dachu wykonano ze stali, której klasę oceniono na S355. Jest to stal o wyższej wytrzymałości od klasy projektowanej. Elementy stalowe są w stanie dobrym, bez widocznych uszkodzeń lub oznak korozji. Ścigi w dachu mają również znaczne rezerwy nośności.
4. Stan elewacji pawilonu ocenia się na niedostateczny, wymagający również przeprowadzenia prac renowacyjnych.
5. Stan konstrukcji żelbetowej ocenia się jako dobry. Beton spełnia wymagania dla klasy ekspozycji XC1 w której znajduje się przedmiotowa konstrukcja. Zbrojenie elementów żelbetowych jest również w stanie dobrym, bez widocznych zmian korozyjnych. Na podstawie pomiarów grubości otuliny oraz makroskopowej ocenie zbrojenia stwierdza się, że beton skutecznie chroni pręty zbrojeniowe przed korozją. Stan betonu w elementach konstrukcji wewnątrz budynku (poza miejscami, w których występują widoczne zacieki lub ślady po długotrwałym zawilgoceniu) ocenia się jako dobry. Nie stwierdzono również występowania większych zarysowań lub nadmiernych ugięć elementów głównej konstrukcji budynku, co świadczy o wystarczającej nośności i sztywności przekrojów.
6. Dokumentacja projektowa obiektu nie zakładała żadnych podwieszanych do dachu dodatkowych obciążeń (tylko ciężar własny, śnieg, wiatr i temperatura).
7. Z uwagi na ukształtowanie dachu głównej nawy pawilonu nr 4 nie ma możliwości podczepiania do niego dodatkowych obciążeń – nie można tego robić do stalowych ściągów, ponieważ są one przewidziane jedynie do przenoszenia sił rozciągających od rozporu dachu łukowego i nie powinny być obciążane w inny sposób (zginane pod wpływem mocowanych do nich obciążeń).
8. Podobnie stalowo-ceramiczna płyta stropodachu nie jest przewidziana i nie jest przystosowana do mocowania do niej dodatkowego obciążenia.

9. Aktualnie występujące obciążenia od ciężaru własnego stropodachu głównej nawy hali, ciężaru warstw pokrycia, central wentylacyjnych, wraz z normowym obciążeniem śniegiem i wiatrem powodują wykorzystanie nośności dachu na poziomie około 91 %.
10. Strop przybudówki w poziomie +5,0 m zachowuje zakładaną nośność równą $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$, w wartości tej zawierają się łączne obciążenia użytkowe na górnej powierzchni stropu jak i podwieszane do niego od spodu.
11. Stropodach przybudówki nie był przewidywany na obciążanie dodatkowymi elementami podwieszanymi do konstrukcji. Ponadto z uwagi na jego aktualny stan techniczny nie ma możliwości podwieszania do niego jakichkolwiek dodatkowych obciążeń.
12. Jako najbardziej racjonalne uznaje się usunięcie wszystkich warstw izolacji przeciwwilgociowych i termicznych ułożonych na górnej powierzchni płyt obu stropodachów. W przypadku dachu łukowego wszystkie warstwy ponad gładzią ułożoną na płycie stalowo-ceramicznej generują łącznie obciążenie $1,18 \text{ kN/m}^2$. Zastępując je nową warstwą izolacji termicznej np. z pianki PIR oraz membrany jako izolacji przeciwwilgociowej o łącznym ciężarze około $0,18 \text{ kN/m}^2$ można uzyskać wystarczającą rezerwę na obciążenie od instalacji fotowoltaicznej, której ciężar razem ze stelażem i balastem zwykle nie przekracza $0,50 \text{ kN/m}^2$.
13. W przypadku dachu płaskiego nad nawą boczną usunięcie dwóch warstw papy i wylewki o grubości około 3,5 cm pozwoli zredukować obciążenie połaci o około $0,9 \text{ kN/m}^2$. Po ułożeniu nowej warstwy izolacji termicznej na dolnej płycie stropodachu i nowej izolacji przeciwwilgociowej na płycie górnej powstanie rezerwa obciążeń połaci dachu bocznej nawy około $0,70 \text{ kN/m}^2$, którą można przeznaczyć na planowaną instalację fotowoltaiczną. Nowy materiał izolacyjny można zaaplikować do przestrzeni między dolną płytą żelbetową i górną płytą żużlobetonową metodą natrysku lub metodą wdmuchiwania granulatu.
14. Nowe pokrycie obu dachów pawilonu powinno spełniać aktualne wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków. Maksymalna wartość współczynnika U dla dachów budynków, w których projektowana temperatura użytkowa jest wyższa od 16°C aktualnie wynosi $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. W tabeli 10.1 podano wymagane grubości izolacji termicznej dachu w zależności od współczynnika przewodzenia ciepła zastosowanego materiału.
15. Do izolacji dachów pawilonu należy zastosować najlżejsze dostępne na rynku materiały (pianka PIR/PUR, ewentualnie styropian). Nie zaleca się stosowania wełny mineralnej z uwagi na jej kilkakrotnie większy ciężar objętościowy.

12. Zalecenia

Po przeprowadzeniu opisanych wyżej oględzin, badań i analiz zaleca się wykonanie następujących działań naprawczych:

1. Wykonanie prac renowacyjnych dla elewacji zewnętrznych. Zaleca się oczyszczenie elewacji wodą pod ciśnieniem w celu usunięcia uszkodzonych warstw farb i tynków. Następnie powstałe ubytki należy uzupełnić materiałami o podobnej charakterystyce, co obecnie zastosowane w obiekcie. Należy skuć i oczyścić wszystkie miejsca zawilgocone i zdegradowane w wyniku powstałych nieszczelności. Przyjmuje się, że po doczyszczeniu powierzchnia uszkodzeń i ubytków tynku może sięgać 40 - 50% powierzchni elewacji.
2. Przeprowadzenie gruntownej renowacji pokrycia dachowego. Dla konstrukcji dachu łukowego zaleca się zerwanie starego pokrycia i usunięcie wszystkich warstw do gładzi ułożonej bezpośrednio na płycie stalowo-ceramicznej. Proponuje się wykonanie na nowo warstwy izolacji termicznej PIR oraz nowej izolacji przeciwwilgociowej w postaci membrany. W miejscach przewidzianych jako dojścia do zainstalowanych na dachu urządzeń należy ułożyć warstwę dodatkowej folii lub membrany antypoślizgowej najlepiej w odróżniającym się kolorze, która służy do wyznaczania ścieżek serwisowych na dachach.
3. Dla konstrukcji dachu płaskiego zaleca się zerwanie starego pokrycia z papy, usunięcie gładzi cementowej, a następnie naprawę lub wymianę uszkodzonych płyt żużlobetonowych. Podczas prac naprawczych należy usunąć wełnę mineralną znajdującą się na dolnej płycie stropodachu i zastąpić ją grubszą warstwą nowej izolacji. Na górnych płytach konstrukcji należy ułożyć nową izolację przeciwwilgociową. Aby uzyskać gładką górną powierzchnię płyt żużlobetonowych można ułożyć na nich płyty PIR o grubości 30-50 mm. Na górnej warstwie izolacji przeciwwilgociowej, wzdłuż dojść do zainstalowanych na dachu urządzeń należy ułożyć warstwę dodatkowej folii lub membrany antypoślizgowej do ścieżek serwisowych, najlepiej w odróżniającym się kolorze.
4. Wymiana pokrycia na obu dachach pawilonu pozwoli zredukować obciążenie połączeń o około 1,20 kN/m² w głównej nawie oraz 0,90 kN/m² w nawie bocznej, co pozwoli na umieszczenie na dachu instalacji fotowoltaicznej. Bez wymiany pokrycia na dachach nie ma możliwości zamontowania instalacji.
5. Przeprowadzenie prac naprawczych ściany attykowej. Podczas prowadzenia naprawy konieczne jest oczyszczenie ścian z odspajających się fragmentów betonu, oczyszczenie skorodowanych prętów zbrojeniowych oraz uzupełnienie powstałych ubytków przy pomocy zaprawy naprawczej PCC.
6. Renowacja wnętrza obiektu – uzupełnienie tynków na obu stropodachach, słupach i ścianach oraz malowanie wnętrza budynku – należy wykonać po wyeliminowaniu wszystkich nieszczelności w dachach pawilonu.

Załącznik 1 – Sprawozdanie z badania wytrzymałości na ściskanie



BARG Zachód Sp. z o.o.
ul. K. Drewnowskiego 2B, 61-248 Poznań
tel. 61 875 33 28; e-mail: poznan@barg.pl
www.barg.pl



AB 1527

Laboratorium akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji

data wydania: 01.12.2020

SPRAWOZDANIE Z BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI BETONU W KONSTRUKCJI
nr MTP/PAWILON_4/1/OR/2022

Zleceniodawca: Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o.
ul. Głogowska 14, 60-734 Poznań

Obiekt / Budowa: MTP Pawilon nr 4

Element konstrukcji*: Stupy żelbetowe

Data betonowania*: -

Deklarowana klasa betonu*: -

Miejsca pobrania próbek: Miejsca pobrania rozmieszczone równomiernie w obszarze badawczym

Sposób pobrania próbek: Próbki rdzeniowe pobrane przez Laboratorium zgodnie z PN-EN 12504-1:2019-08

Data pobrania próbek: 12.07.2022

Protokół pobrania nr: D/5/07

Ocena wizualna rdzeni: Próbki bez widocznych uszkodzeń/pustek

Oszacowany maks. wymiar kruszywa: D_{max} 16 mm

Wymiary odwiertów rdzeniowych:

$\varnothing=100$ mm, h=250 mm;	$\varnothing=100$ mm, h=250 mm;	$\varnothing=100$ mm, h=230 mm;	$\varnothing=100$ mm, h=220 mm;
D/5/07/1	D/5/07/2	D/5/07/3	D/5/07/4
$\varnothing=100$ mm, h=240 mm;	$\varnothing=100$ mm, h=270 mm;		
D/5/07/5	D/5/07/6		

Nr próbki rdzeniowej:

Metoda przygotowania próbek: Próbki do badań przygotowano wg PN-EN 12504-1:2019-08

Sposób przygotowania próbek: Przycinanie, szlifowanie

Warunki przechowywania próbek: Zgodnie z normą PN-EN 12504-1:2019-08, zabezpieczone przed utratą wilgoci

Użytkany dla próbek stosunek h/ø: 1,0

Metoda badawcza: PN-EN 12504-1:2019-08: Badania betonu w konstrukcjach – Część 1: Próbki rdzeniowe – Pobieranie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie^{A)}
PN-EN 12390-3:2019-07: Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań^{A)}
PN-EN 12390-7:2019-08: Badania betonu – Część 7: Gęstość betonu - pkt. 6.2 i 6.6

Miejsce wykonania badania: BARG Zachód Sp. z o.o., ul. K. Drewnowskiego 2B, 61-248 Poznań

Odstępstwa od wytycznych norm: Brak

WYNIKI BADAŃ

Numer próbki badawczej	Data badania	Wiek próbki [dni]	Lokalizacja próbki w przekroju rdzenia	Zbrojenie w próbce badawczej		Średnie wymiary próbek		Masa	Siła niszcząca	Gęstość objętościowa	Wytrzymałość $f_{c,1.1core}$	Wytrzymałość $f_{c,is}$
				średnica	lokalizacja ¹⁾	średnica	wysokość					CLF $f_{c,1.1core}$
			mm	mm	mm	mm	kg	kN	kg/m ³	N/mm ²	N/mm ²	
D/5/07/1	14.07.2022	>28	90-190	-	-	99	101	1,710	215,0	2217	28,2	23,1
D/5/07/2			90-190	-	-	99	99	1,670	153,0	2195	20,0	16,4
D/5/07/3			100-200	-	-	99	100	1,710	137,0	2236	17,9	14,7
D/5/07/4			90-190	-	-	99	100	1,690	197,0	2201	25,8	21,1
D/5/07/5			70-170	-	-	99	102	1,710	190,0	2205	24,9	20,4
D/5/07/6			100-200	-	-	99	101	1,710	190,0	2209	24,9	20,4
				n	6	Wytrzymałość średnia $f_{c,m(n),is}$					19,4	
				CLF	0,82	Wytrzymałość minimalna $f_{c,is,lowest}$					14,7	
				Niepewność pomiaru^{2,3}							±1,1	

¹⁾ odległość środka odkrytego pręta od górnej powierzchni próbki

²⁾ podać jeśli zasadne

³⁾ Podane wartości niepewności wyników są niepewnością rozszerzoną obliczoną dla współczynnika rozszerzenia k=2 zapewniający poziom ufności ok. 95%. Podane wartości niepewności obejmują etap pobierania próbek.

^{A)} Badanie w zakresie akredytacji

* - Informacje przekazane przez Klienta

Poznań, dnia 14.07.2022

BARG Zachód Sp. z o.o.

opracował
Jacek Krówczyk
inż. Jacek Krówczyk
Specjalista ds. Diagnostyki Budowli

BARG Zachód Sp. z o.o.

Łukasz Koscielak
mgr inż. Łukasz Koscielak
Specjalista ds. Diagnostyki Budowli

autoryzował

PO-F401.1-PQ7.8

Podane wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
Bez zgody laboratorium niniejsze sprawozdanie z badania nie może być powielane inaczej, jak tylko w całości.
Koniec sprawozdania

Załącznik 2 – Obrazy skanowań

LEGENDA DO WYKONANYCH SKANOWAŃ

Name: 7 Stop piov główny

Date & Time: 02/19/2015 8:30 AM

Mode: Single-Line

Fibers: 7

Lines: 1

Distance: 0.004 m

Snapshots: 0

Unit: Metric

Dane informacyjne na temat skanu [opis, data, ilość prętów, długość skanu]

View: Single-Line

Cover Curve: On

Pręty zdefiniowane przez program

Otulina

Statistics of Covers (Normal)

No. of Readings: 7

Median (mm): 26.0

Mean (mm): 28.4

Standard Deviation (mm): 3.0

Lowest (mm): 24

Highest (mm): 35

Settings

Measuring Range: Stand: 30

Rebar Diameter (mm):

Rebar Correction:

Rebar Spacing (cm):

Minimum Cover:

Minimum Cover Value (mm):

Maximum Cover:

Maximum Cover Value (mm):

Cover Offset:

Cover Offset Value (mm):

Align Rebar Positions:

Line Height (cm):

Grid Width (cm):

Probe Position:

Statystyka dla otuliny prętów

Ilość prętów: 7

Mediana: 26.0

Średnia: 28.4

Odchylenie standardowe: 3.0

Minimalna: 24

Maksymalna: 35

Założona średnica pręta

według odkrywki lub jeśli nie
było przyjęto 16 mm

Statystyki dla otuliny prętów

Pręty zdefiniowane przez program

Snapshots (mm mm mm)	Cover (mm)
L1	32.0
	26.0
	24.1
	26.9
	25.3
	25.7
	34.8

Rzędna odczytu

Otulina poszczególnych zdefiniowanych przez program prętów

Głębokość [mm]	20	40	60	80	100
6	±1	±1	±2	±4	±5
8	±1	±1	±2	±4	±5
10	±1	±1	±2	±4	±5
12	±1	±1	±2	±4	±5
14	±1	±1	±2	±4	±5
16	±1	±1	±2	±4	±5
20	±1	±1	±2	±4	±5
25	±1	±1	±2	±4	±5
28	±1	±1	±2	±4	±5
30	±1	±1	±2	±4	±5
36	±1	±1	±2	±4	±5

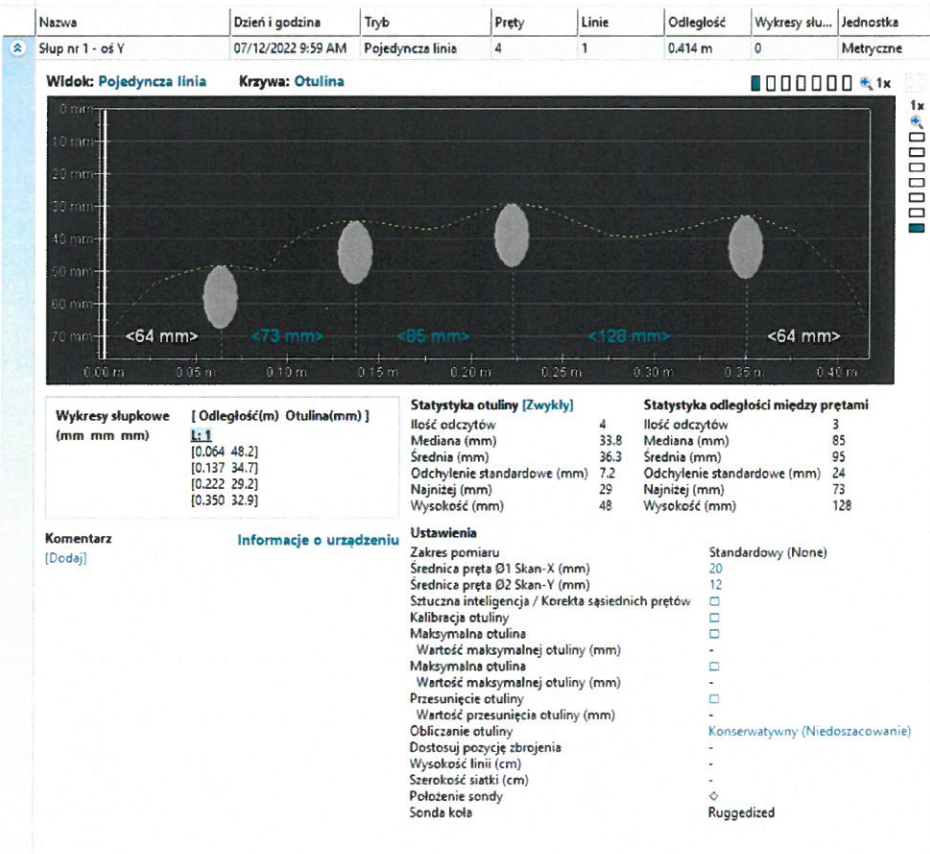
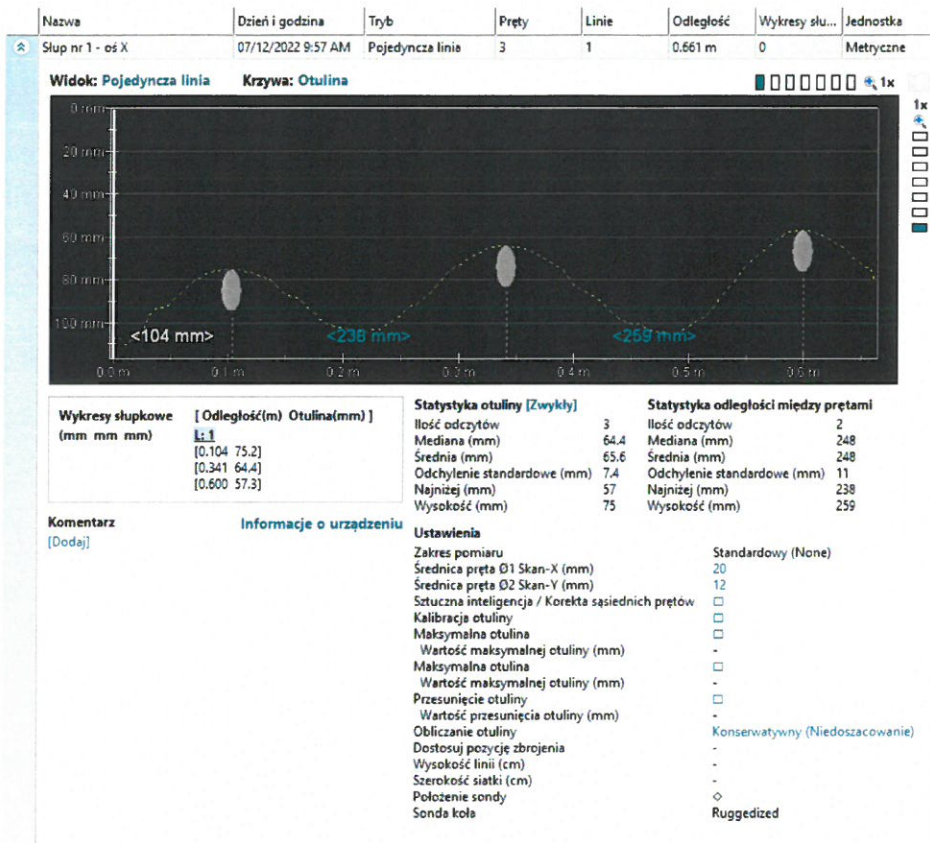
Średnica prętów zbrojeniowych (DIN 488)

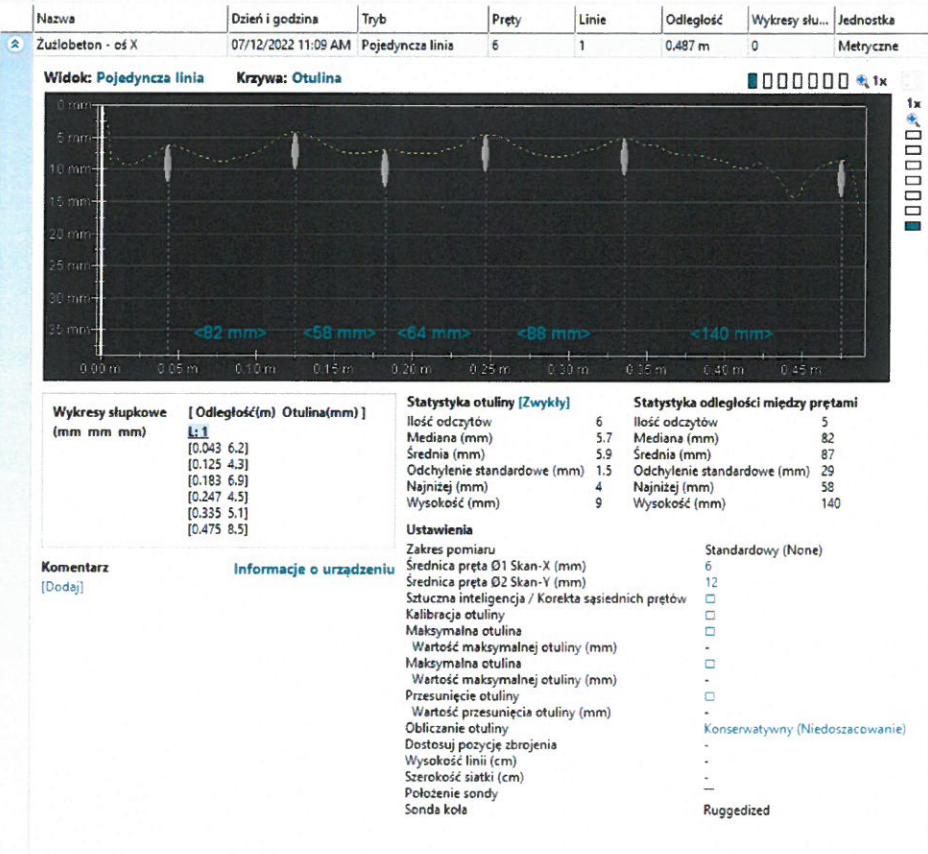
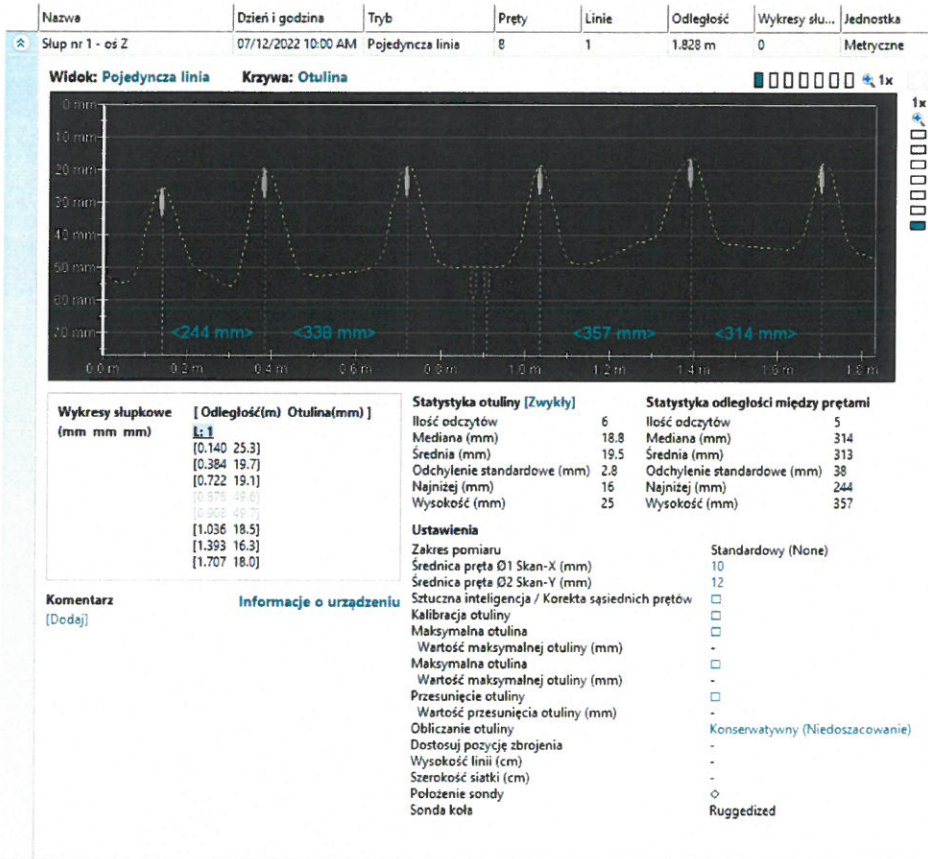
Komentarz do skanu

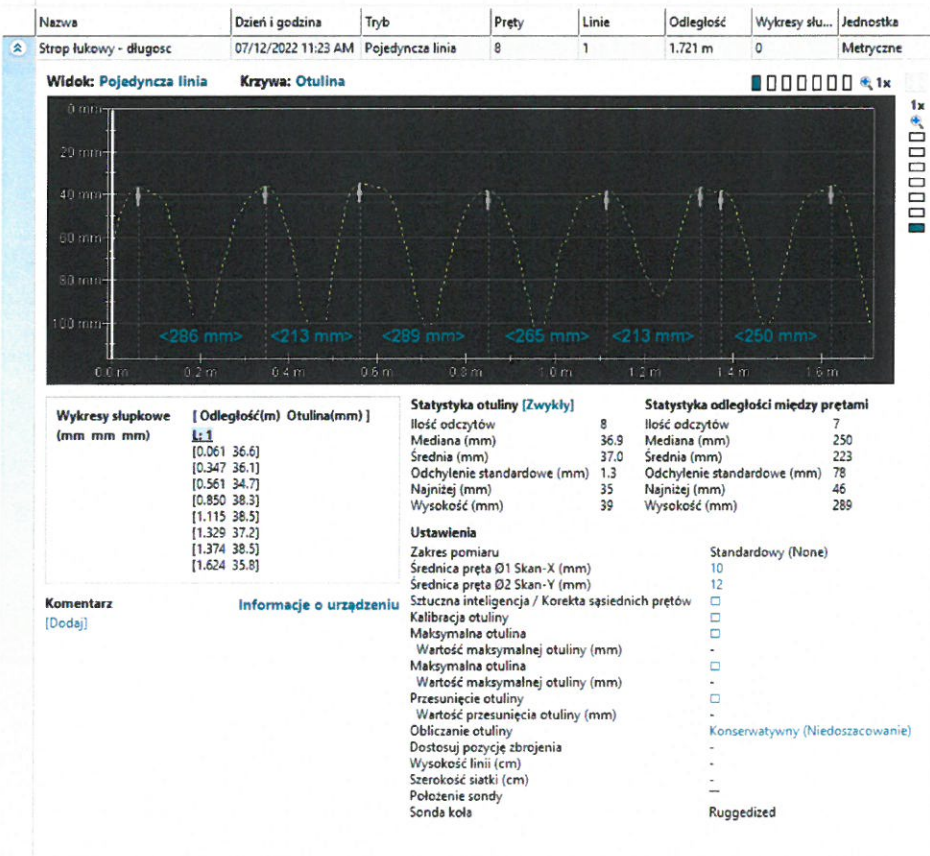
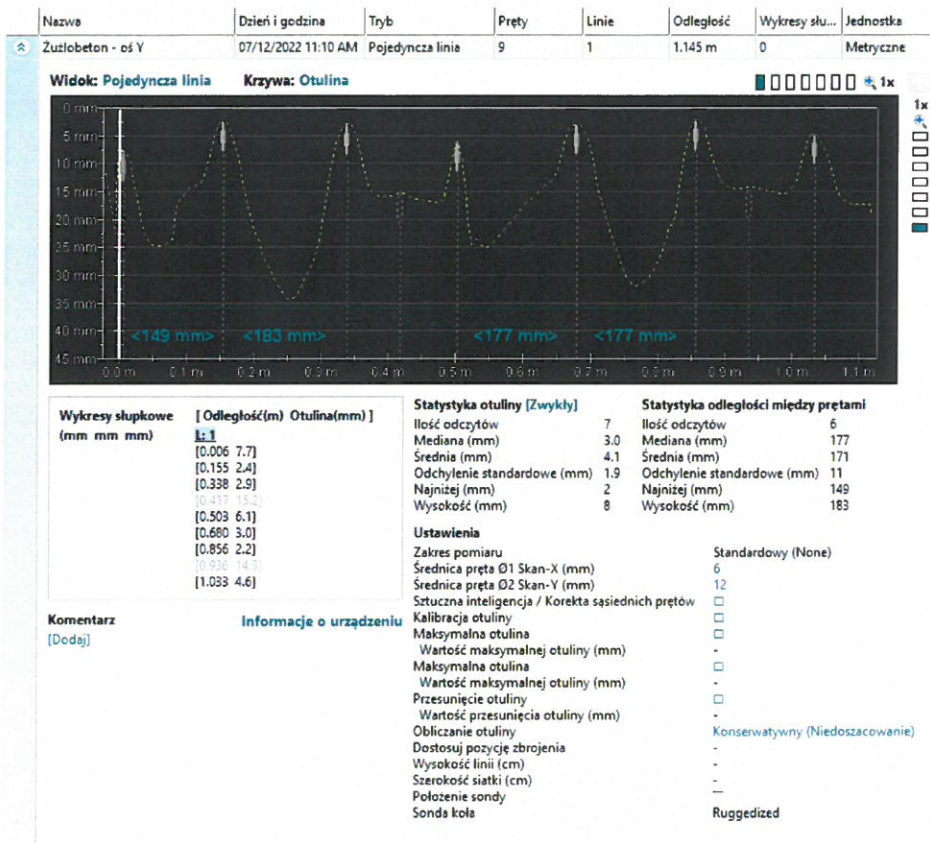
Comment (Add)

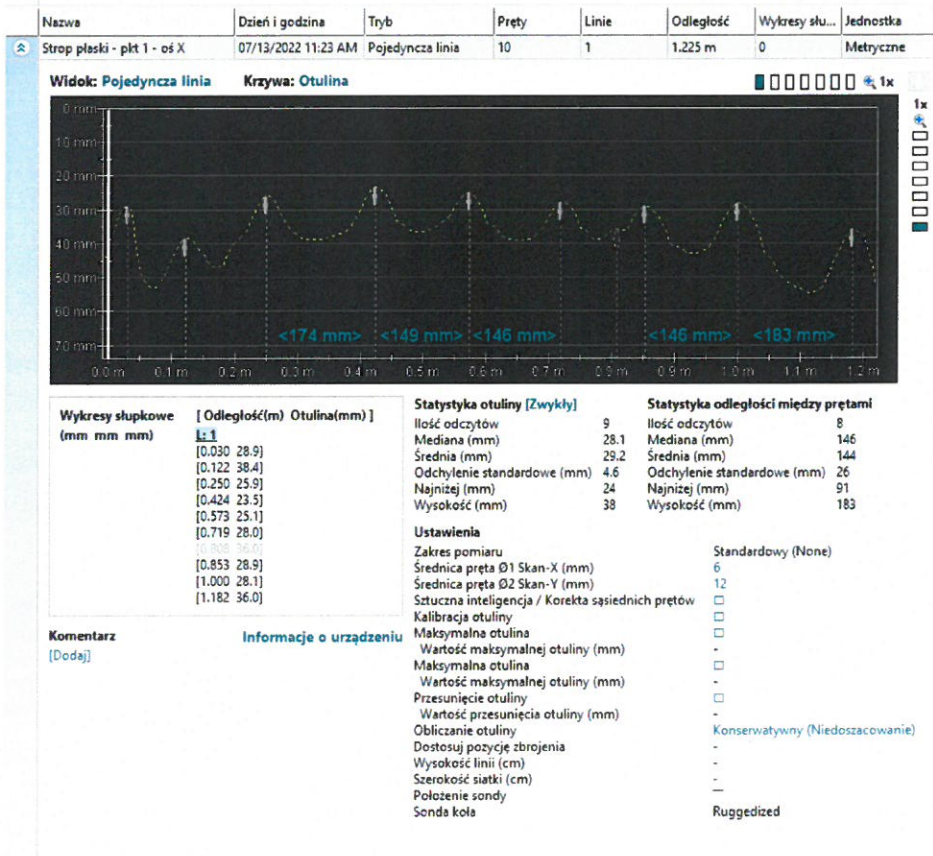
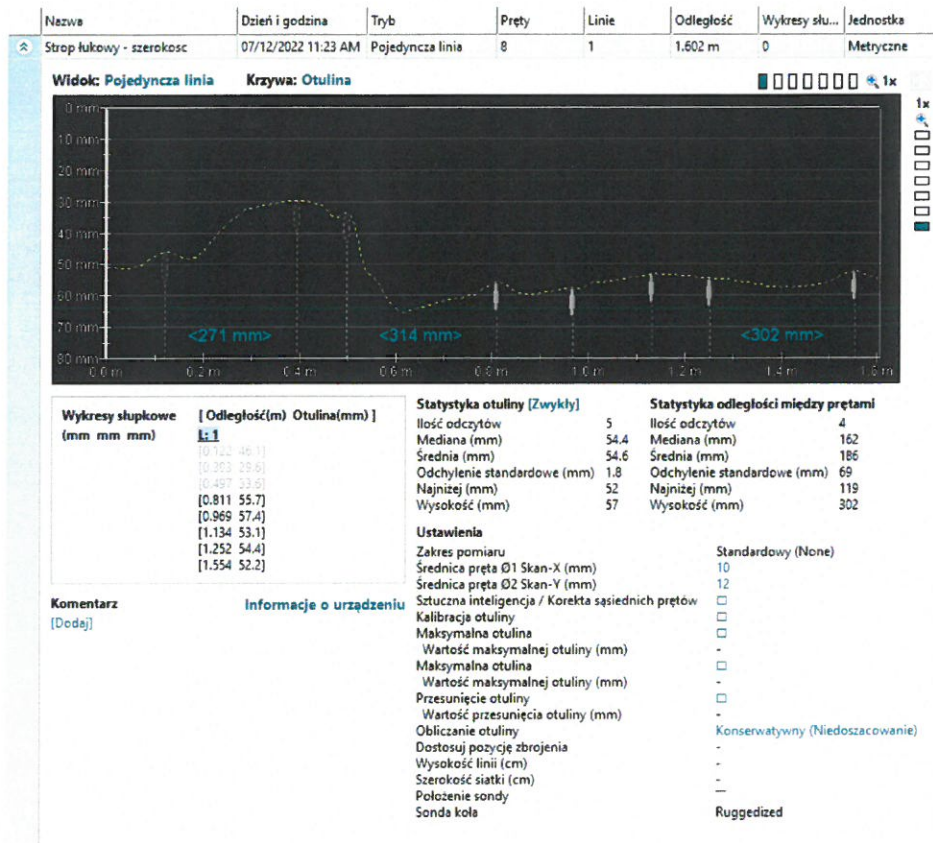
Tolerancje pomiaru otuliny

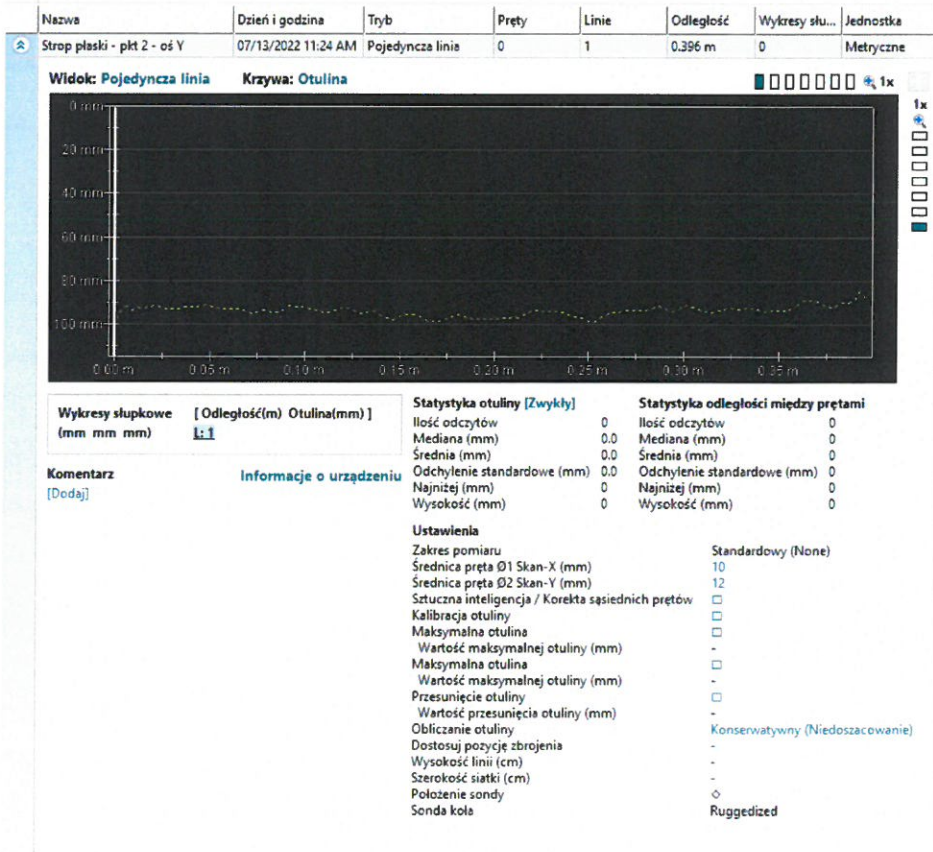
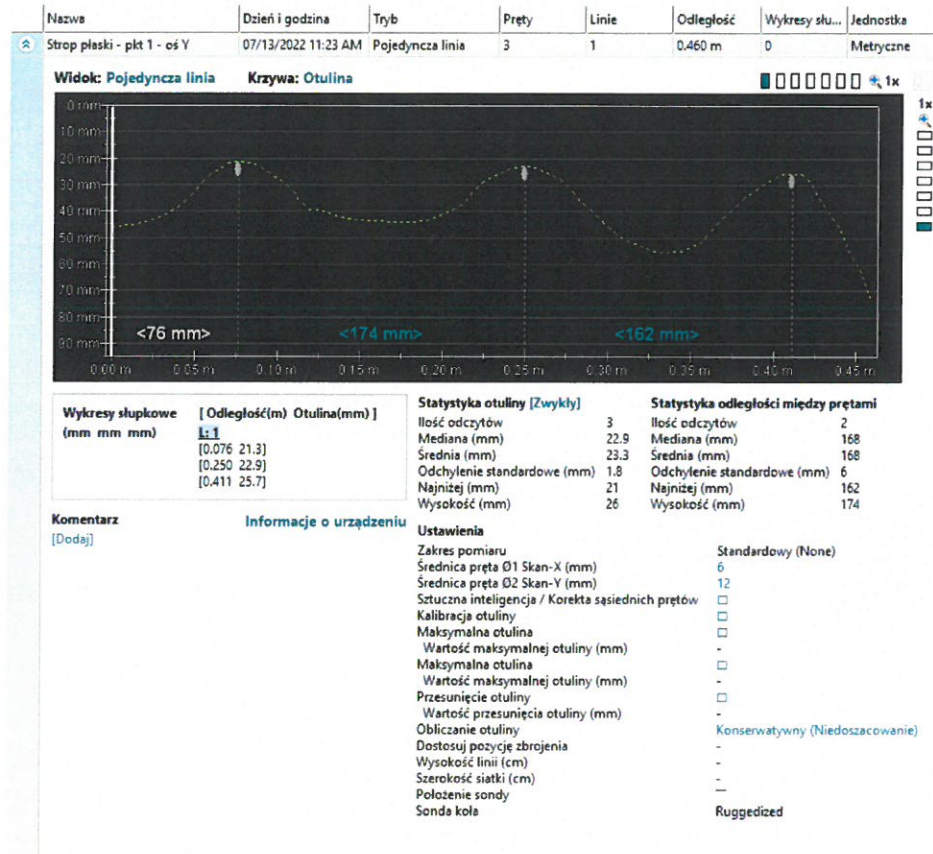
W badaniu rozkładu prętów zbrojeniowych określamy rozkład i otulinę prętów. Nie definiujemy średnicy prętów. Średnicę prętów należy definiować poprzez odkrywki

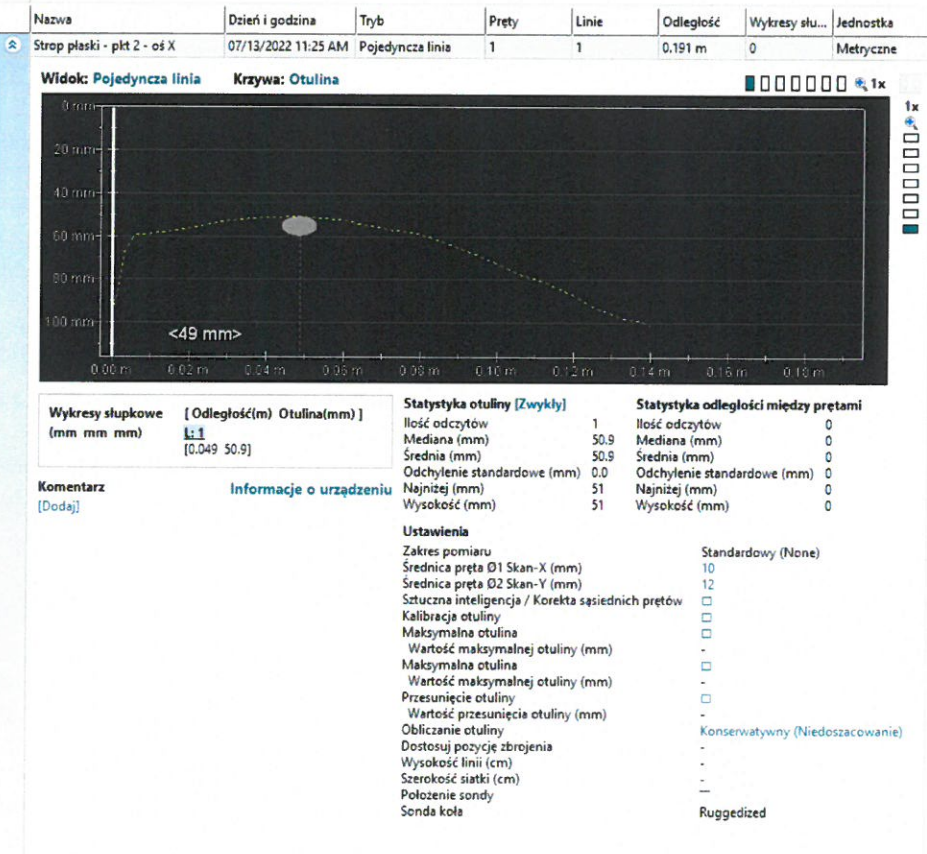
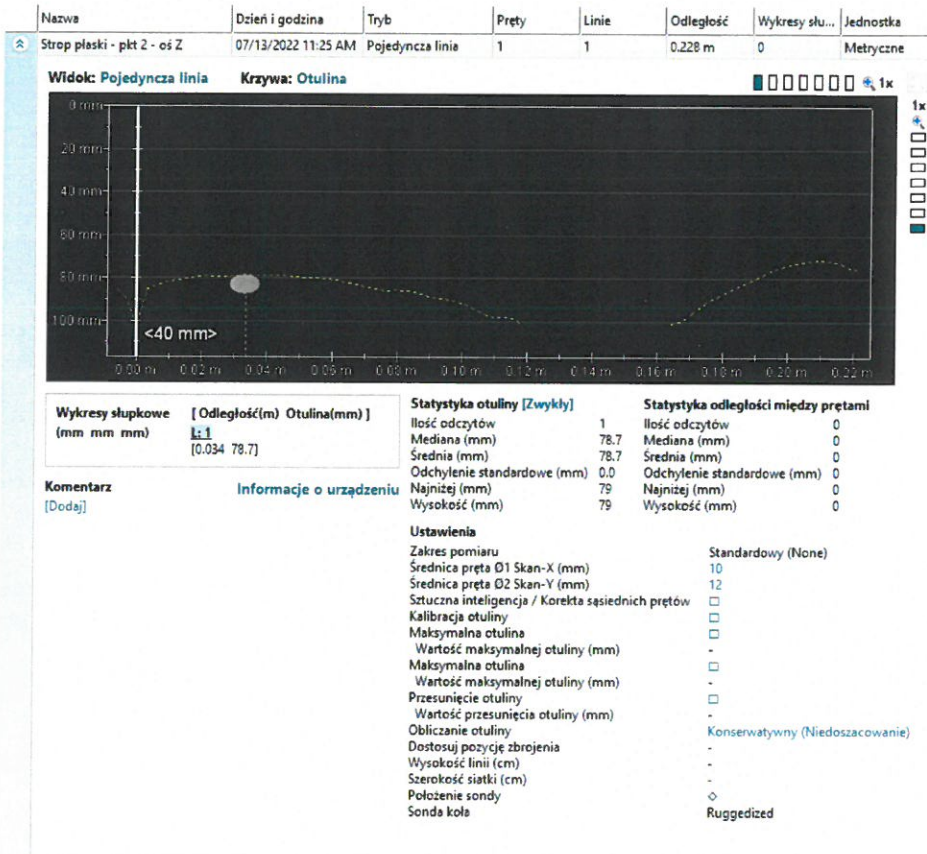


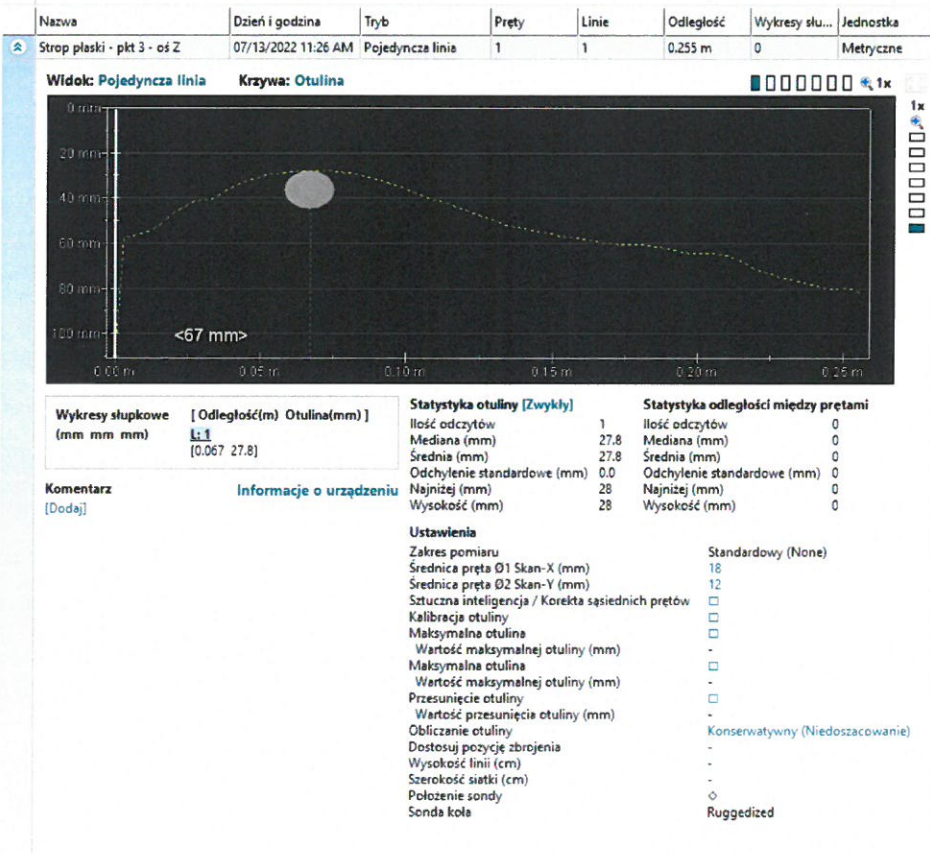
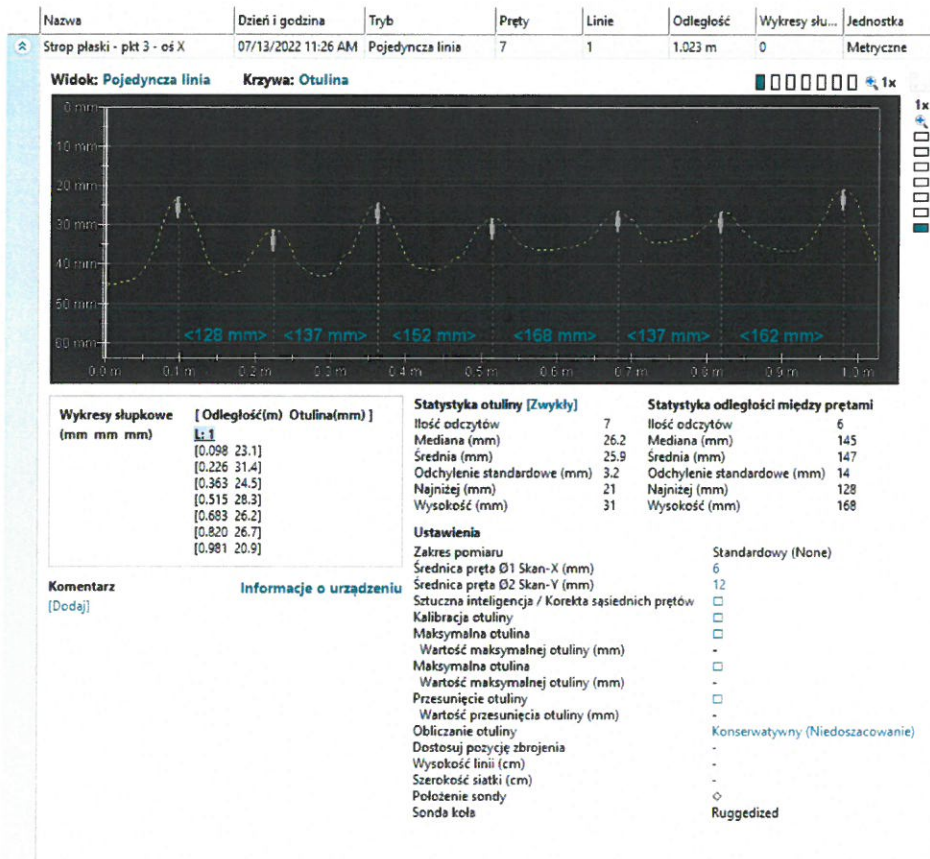


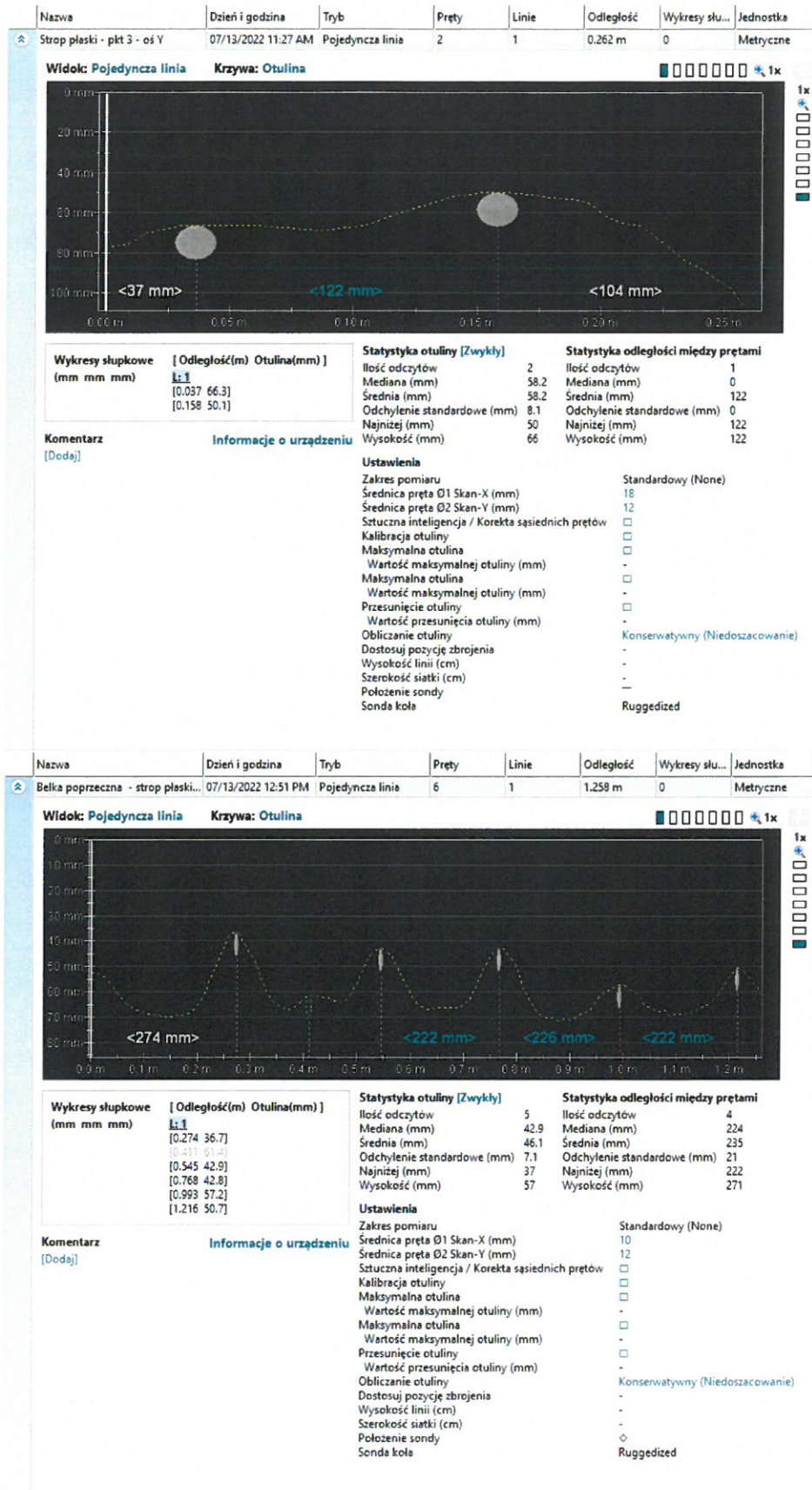




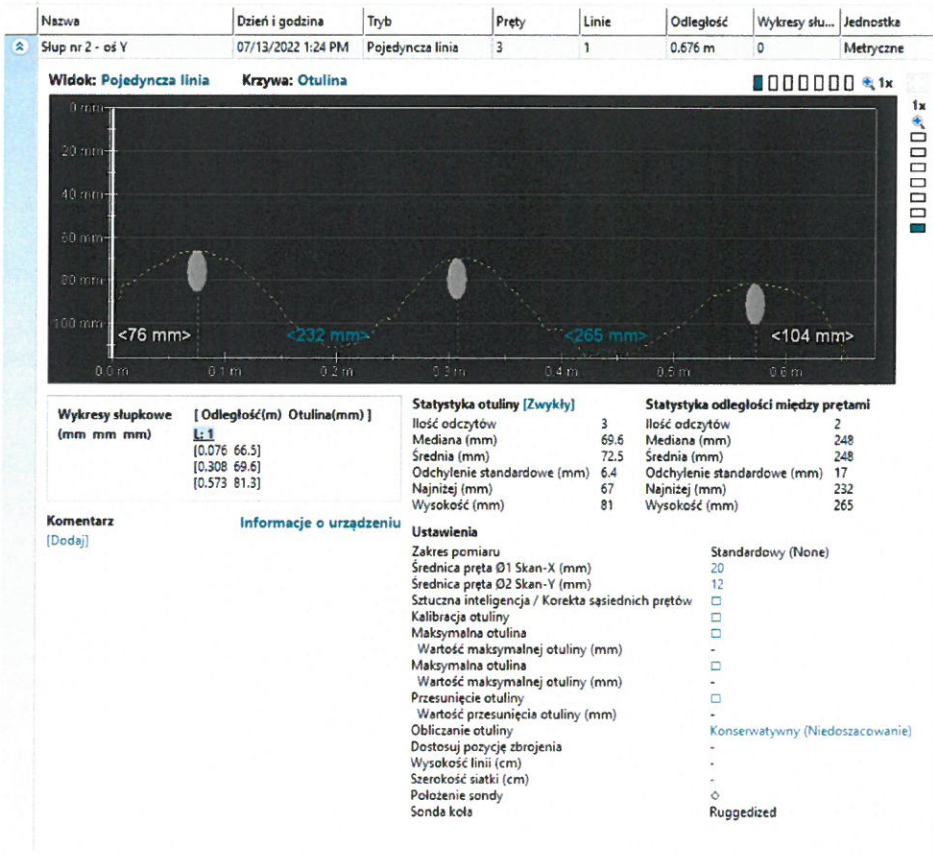


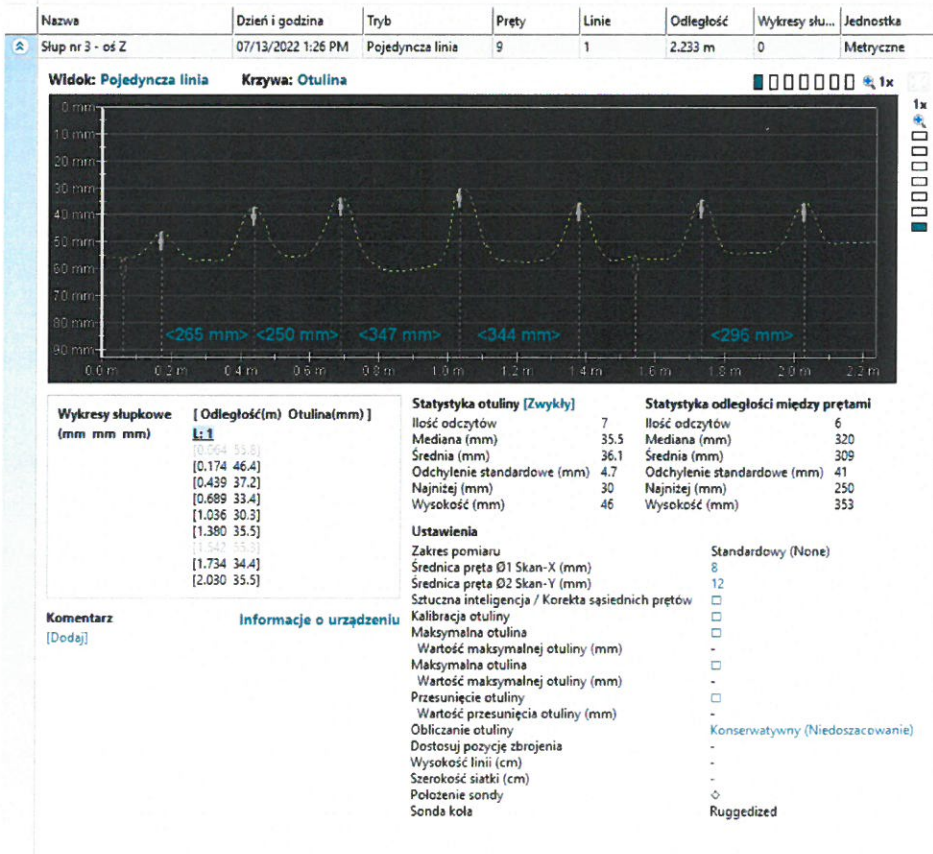
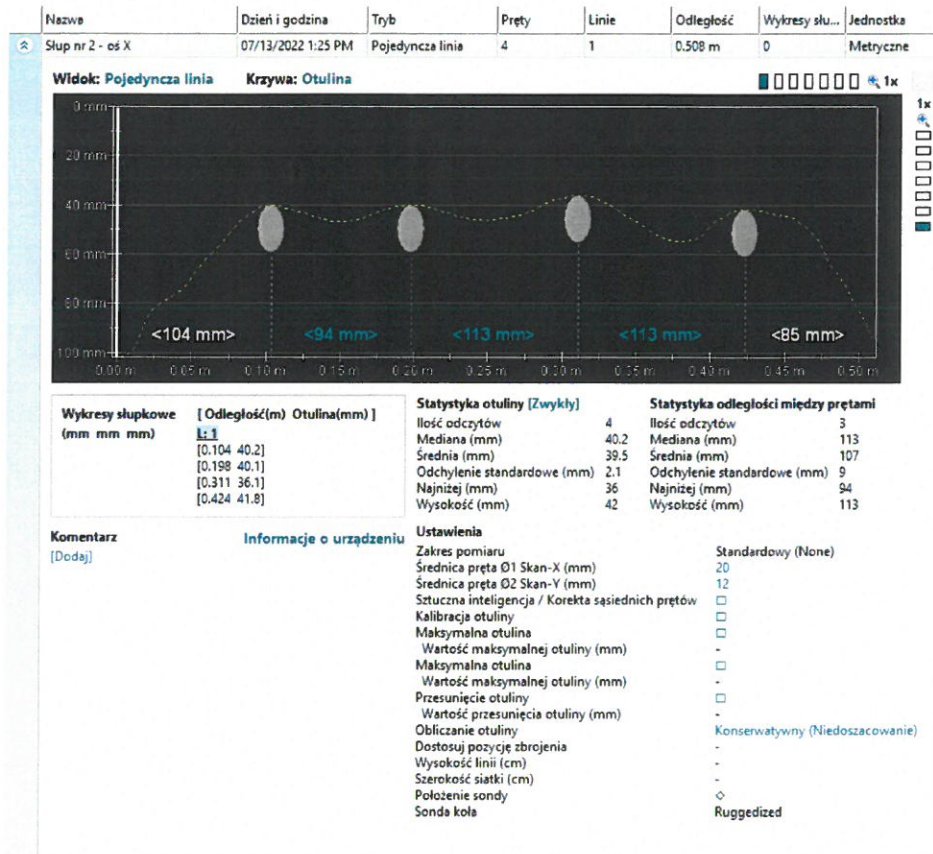


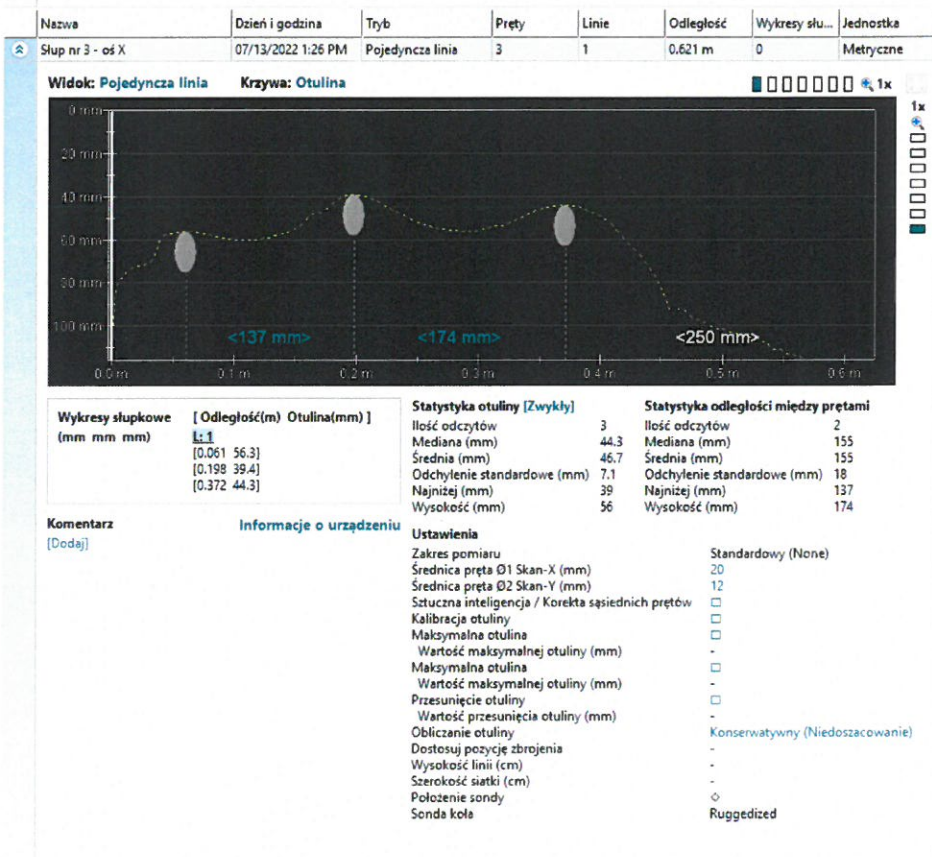
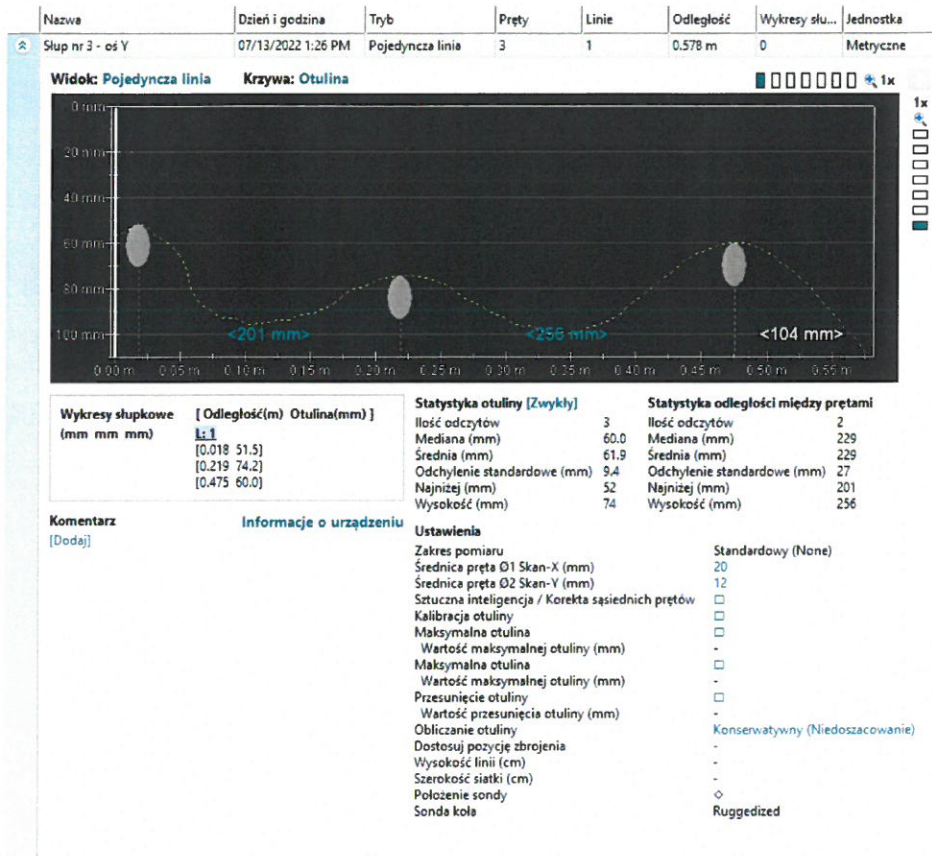


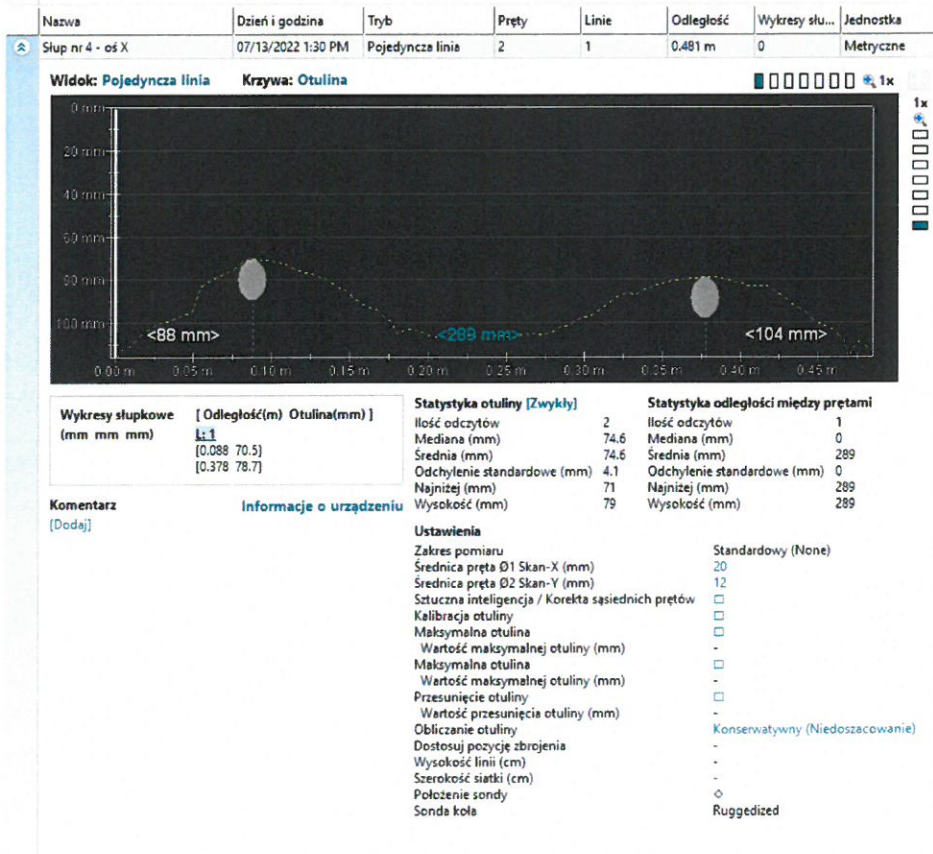
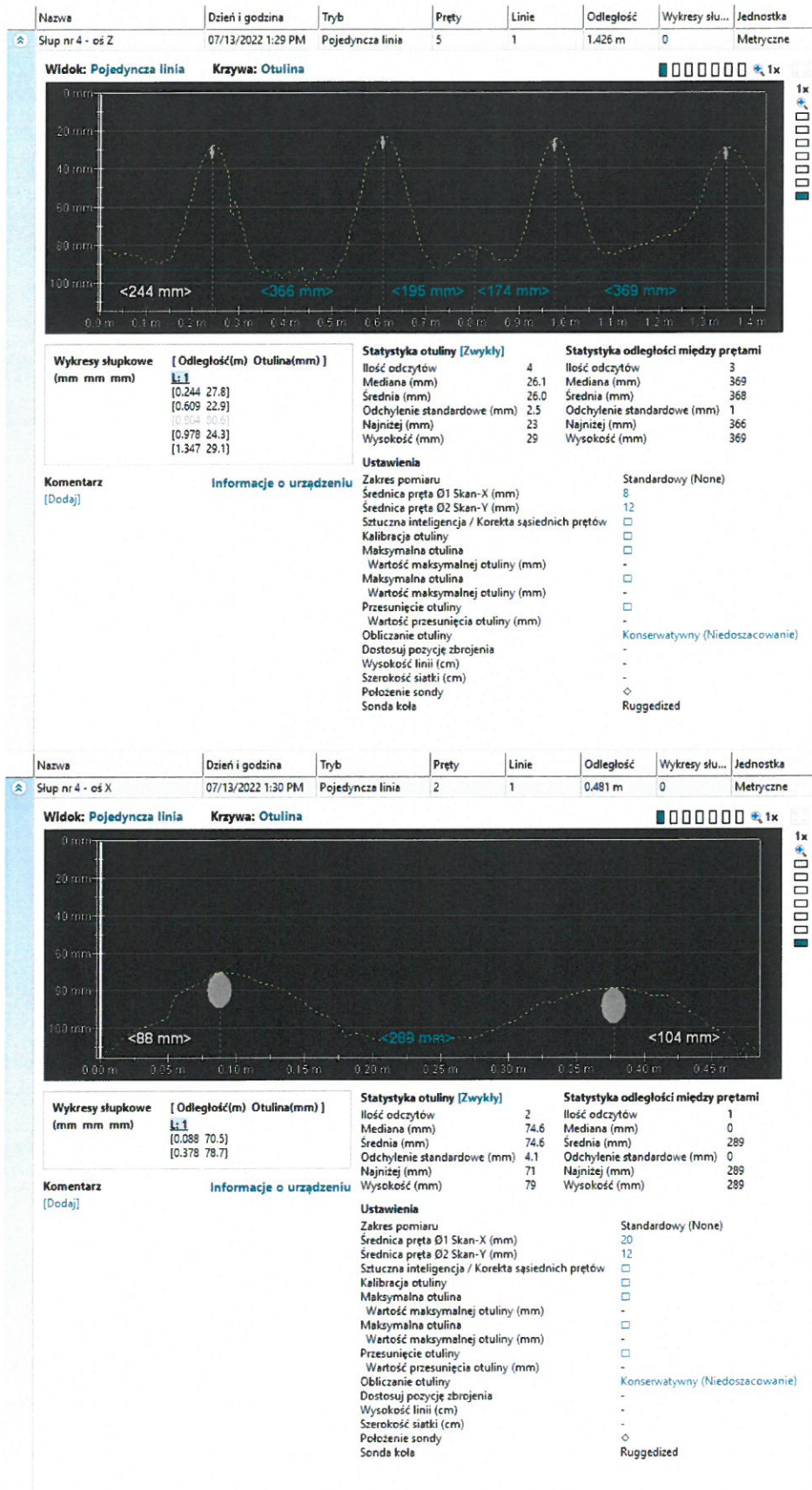


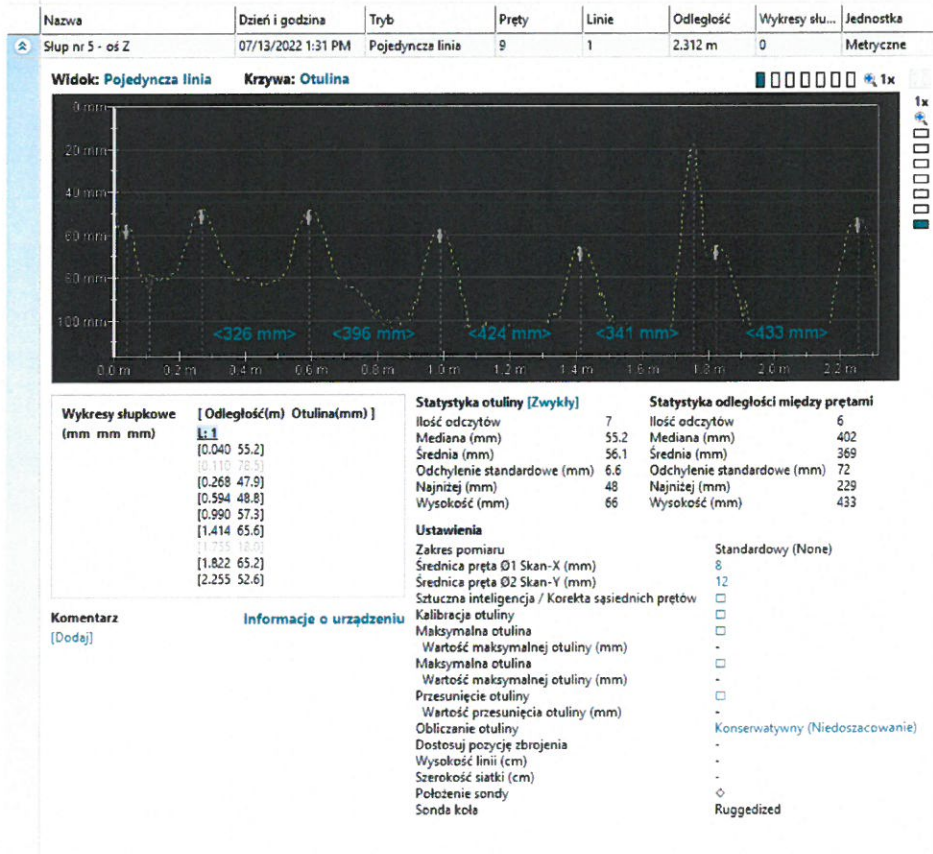
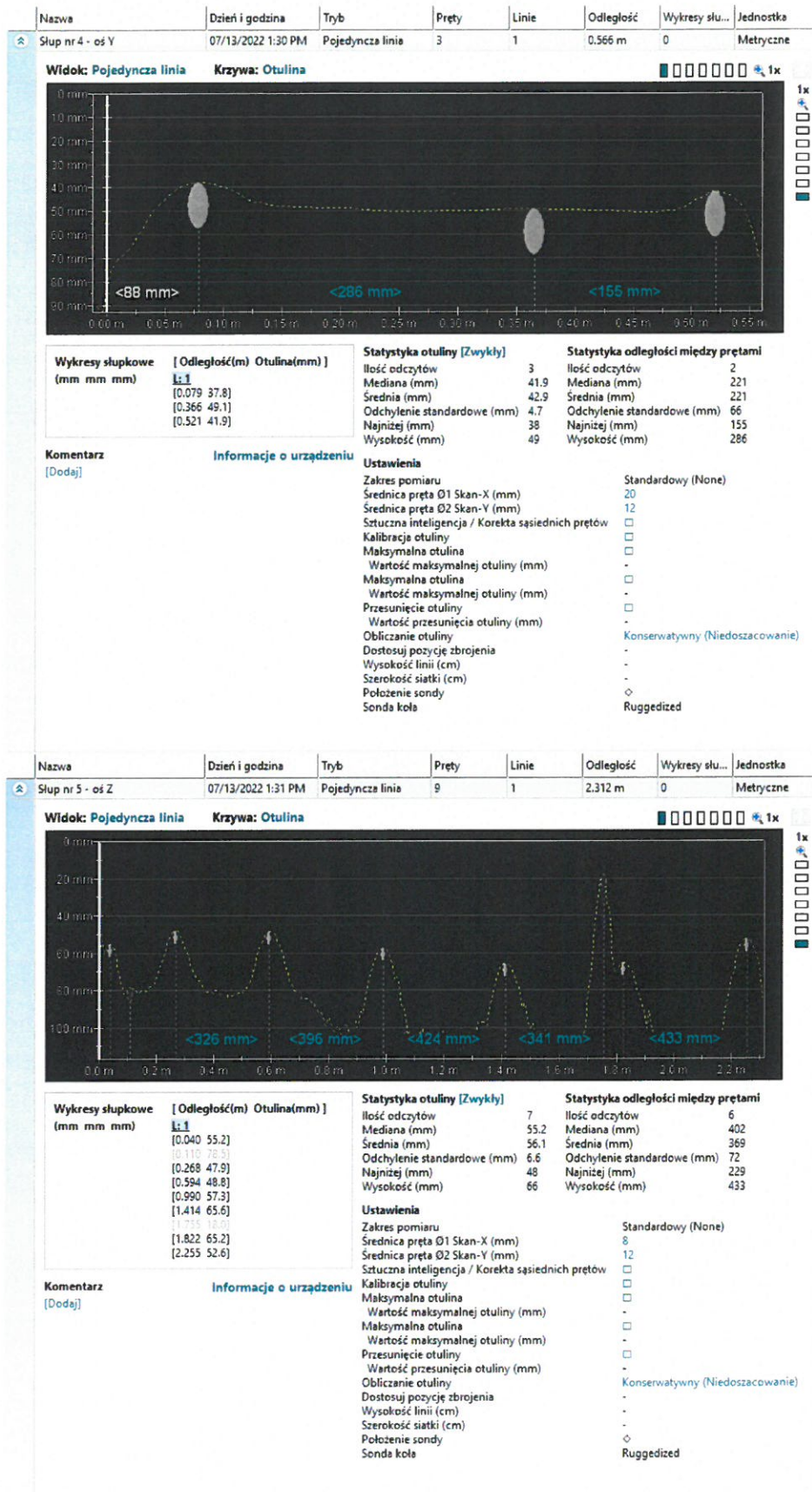


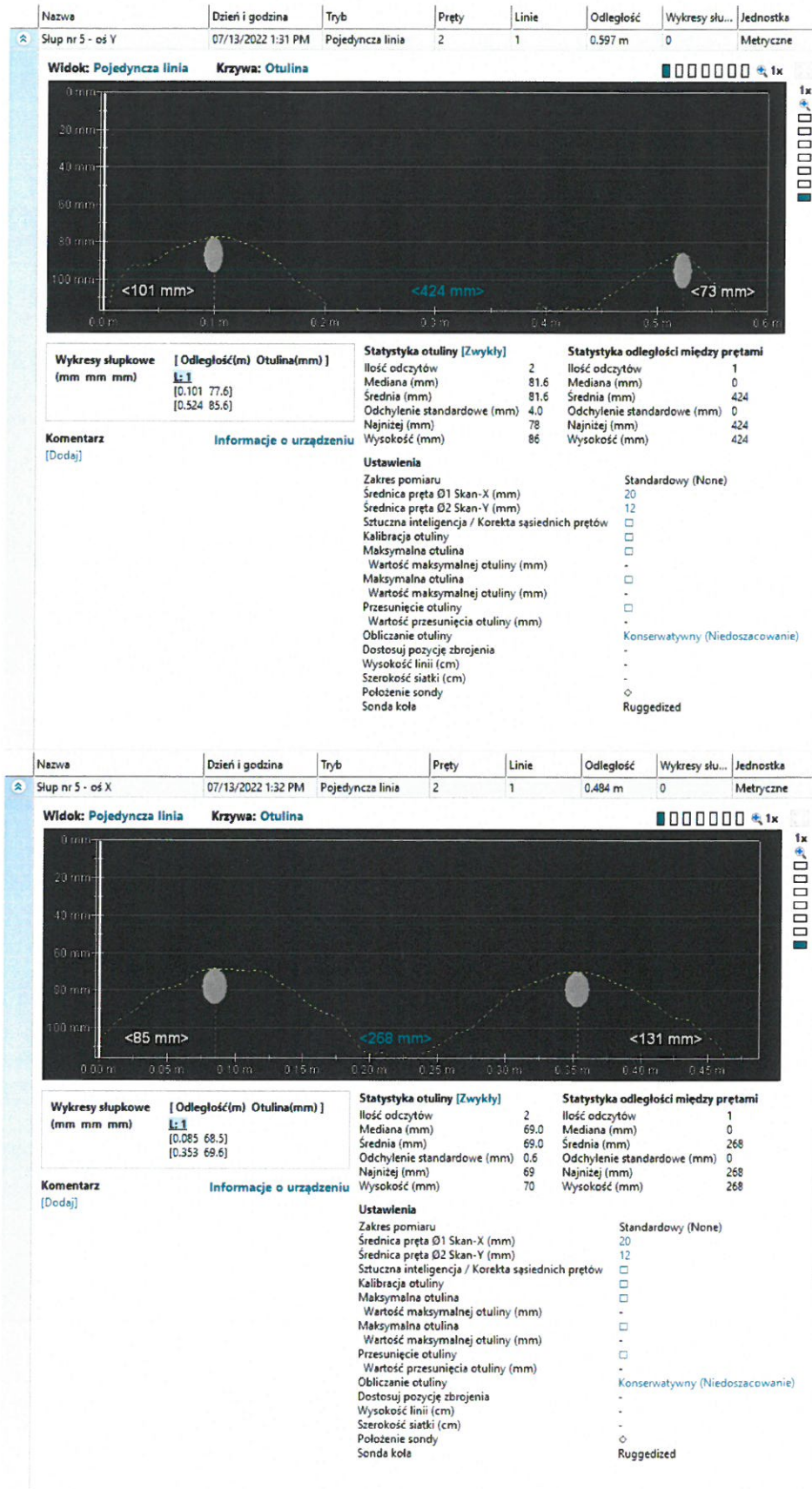


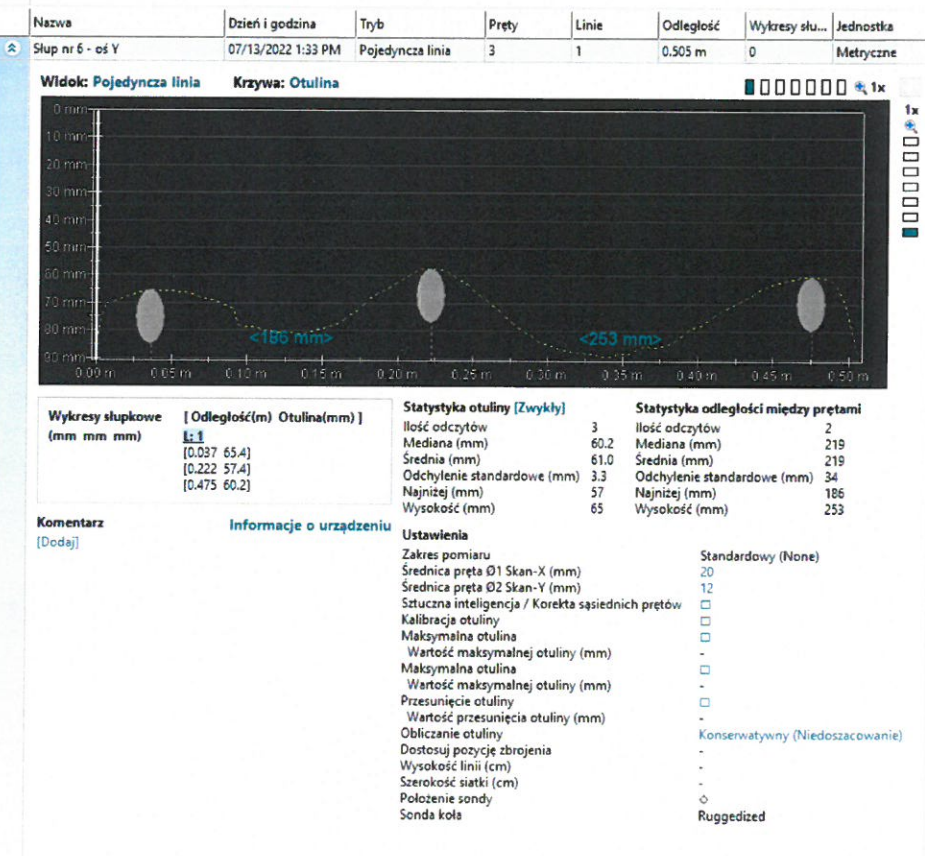


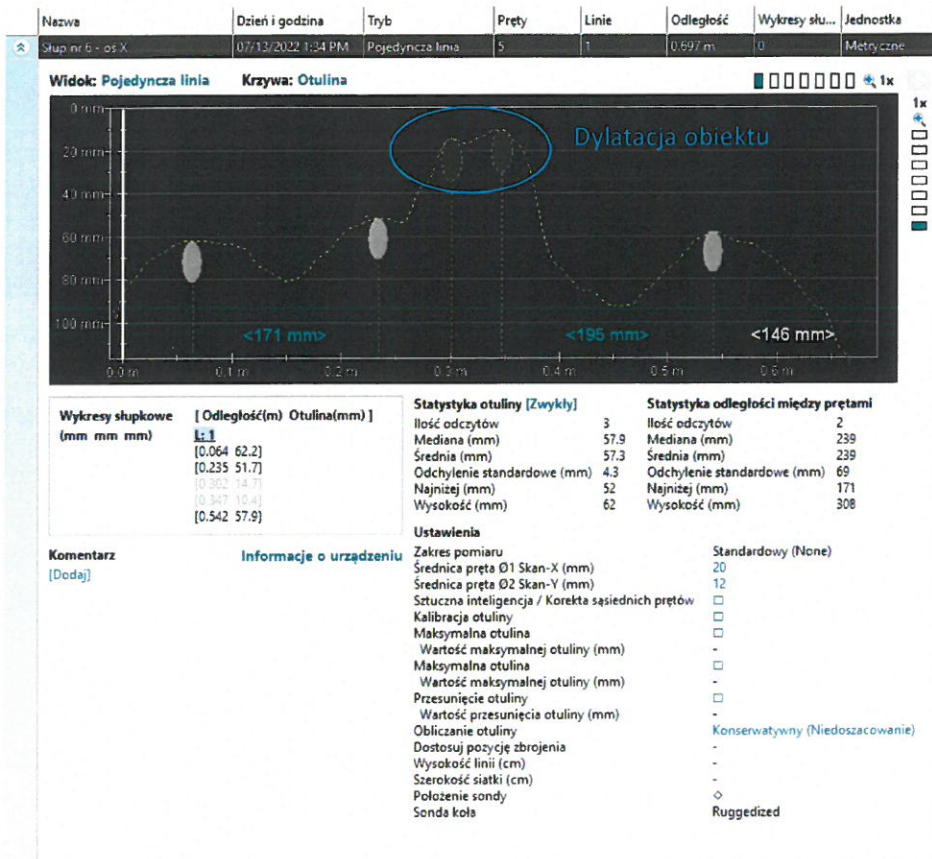












Załącznik 3 – Wyniki badania twardości stali metodą Leeb'a

sciagacz nr 8

Operator Damian Nikodem
Folder Name MTP
Name sciagacz nr 8
Created Date 07/13/2022 14:03:54
Last Modified Date 07/13/2022 14:04:38
Measurement Average Hardness 607 MPa

Measurement Bar Graph

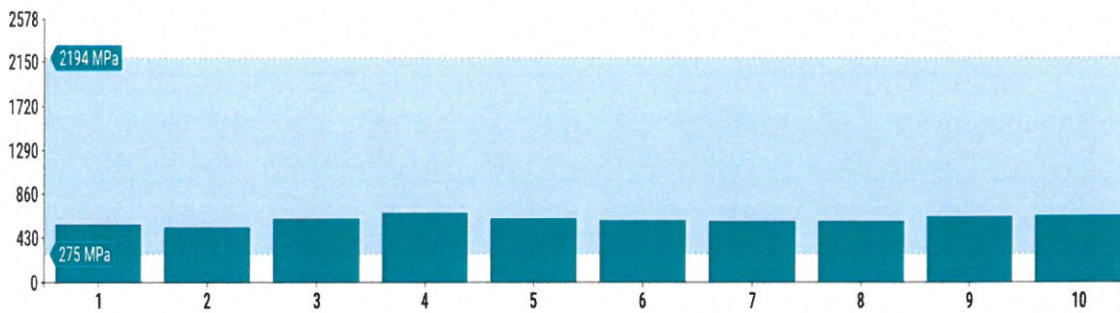


Table View

#	Angle (°)	HLD	MPa
1	55	441	565
2	60	430	535
3	55	460	618
4	60	479	671
5	60	461	619

#	Angle (°)	HLD	MPa
6	65	455	604
7	55	451	593
8	60	451	591
9	65	466	633
10	60	469	643

Statistics

Readings 10
Average 607 MPa
Standard deviation 39.1 MPa
Minimum 535 MPa
Maximum 671 MPa
Range 135 MPa
Relative Span 22.3%

Settings

Material Steel and cast steel
Primary Scale Leeb D

Secondary Scale	MPa
Conversion Standard	Proceq
Limits	High: 2194 MPa , Low: 275 MPa
Angle Correction	Auto

Impact Device Info

Last Verification Date	07/12/2022
Serial Number	ID52-001-0223
Hardware Revision	A1
Firmware Revision	1.3.7

Bluetooth Module Info

Serial Number	BT01-001-0212
Hardware Revision	A0
Firmware Revision	0.2.0

Application Info

Platform	iOS
Version	3.1.1

sciagacz nr 6 (od konca)1

Operator Damian Nikodem
Folder Name MTP
Name sciagacz nr 6 (od konca)1
Created Date 07/12/2022 12:25:37
Last Modified Date 07/12/2022 12:26:11
Measurement Average Hardness 544 MPa

Measurement Bar Graph

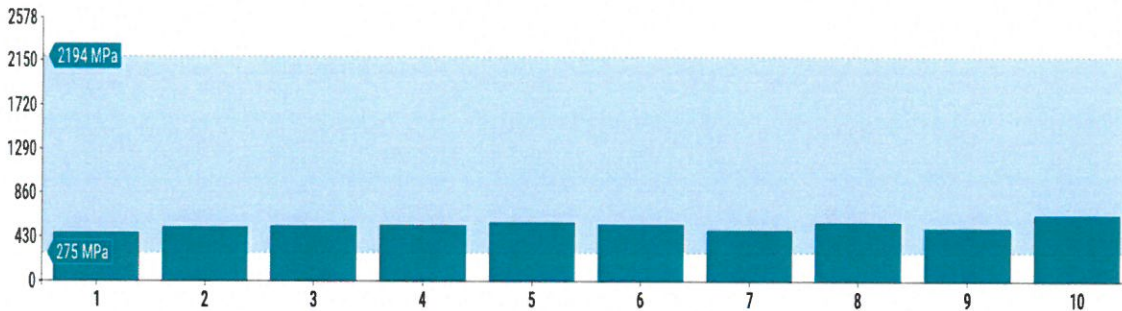


Table View

#	Angle (°)	HLD	MPa
1	35	404	470
2	35	425	522
3	30	430	535
4	30	432	541
5	35	443	569

#	Angle (°)	HLD	MPa
6	30	437	554
7	30	417	502
8	20	444	573
9	30	424	520
10	30	471	648

Statistics

Readings 10
 Average 544 MPa
 Standard deviation 47.8 MPa
 Minimum 470 MPa
 Maximum 648 MPa
 Range 177 MPa
 Relative Span 32.6%

Settings

Material Steel and cast steel
 Primary Scale Leeb D

Secondary Scale	MPa
Conversion Standard	Proceq
Limits	High: 2194 MPa , Low: 275 MPa
Angle Correction	Auto

Impact Device Info

Last Verification Date	07/12/2022
Serial Number	ID52-001-0223
Hardware Revision	A1
Firmware Revision	1.3.7

Bluetooth Module Info

Serial Number	BT01-001-0212
Hardware Revision	A0
Firmware Revision	0.2.0

Application Info

Platform	iOS
Version	3.1.1

sciagacz nr 4

Operator Damian Nikodem
Folder Name MTP
Name sciagacz nr 4
Created Date 07/12/2022 10:41:56
Last Modified Date 07/12/2022 10:43:10
Measurement Average Hardness 480 MPa

Measurement Bar Graph

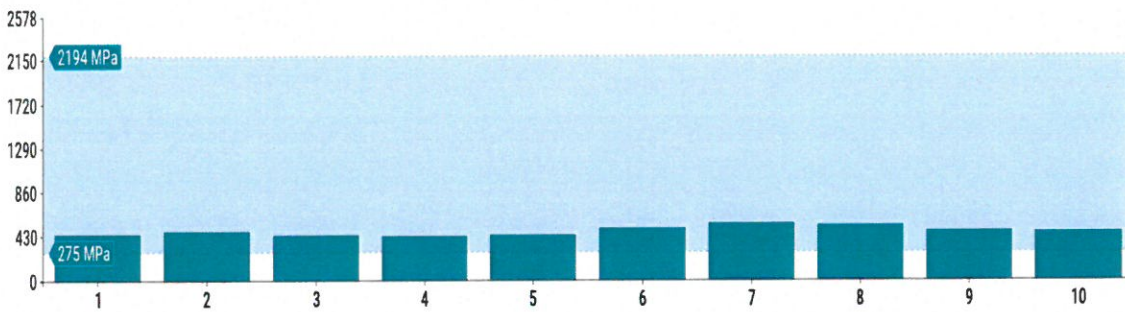


Table View

#	Angle (°)	HLD	MPa
1	40	397	454
2	45	409	481
3	45	394	445
4	45	390	436
5	45	392	441

#	Angle (°)	HLD	MPa
6	50	419	507
7	50	438	556
8	45	429	533
9	30	407	476
10	45	404	469

Statistics

Readings	10
Average	480 MPa
Standard deviation	40.7 MPa
Minimum	436 MPa
Maximum	556 MPa
Range	121 MPa
Relative Span	25.1%

Settings

Material	Steel and cast steel
Primary Scale	Leeb D

Secondary Scale	MPa
Conversion Standard	Proceq
Limits	High: 2194 MPa , Low: 275 MPa
Angle Correction	Auto

Impact Device Info

Last Verification Date	07/06/2022
Serial Number	ID52-001-0223
Hardware Revision	A1
Firmware Revision	1.3.7

Bluetooth Module Info

Serial Number	BT01-001-0212
Hardware Revision	A0
Firmware Revision	0.2.0

Application Info

Platform	iOS
Version	3.1.1