

dr inż. Stanisław Karczmarczyk
mobil +48 603 642 650
mailto: skarczmarczyk1@poczta.onet.pl

dr inż. Wiesław Bereza
mobil +48 501 580 345
mailto: wieslaw.bereza@oepk.pl

K B - PROJEKTY KONSTRUKCYJNE

spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
30-010 Kraków, ul. Łokietka 8C/70

tel. +48 (12) 4310449, fax. +48 (12) 6319089

NIP 945-208-10-59

EKSPERTYZA KONSTRUKCYJNA
dotycząca oceny stanu technicznego elementów
żelbetowych Pomnika Czynu Zbrojnego
Proletariatu Krakowa zlokalizowanego
przy alei Ignacego Daszyńskiego w Krakowie

Zleceniodawca:

Zarząd Dróg Miasta Krakowa
Dział Utrzymania Infrastruktury
i Nieruchomości
oś. Złotej Jesieni 14
31-828 Kraków

Zespół autorski:

dr inż. Stanisław Karczmarczyk
upr. nr ewid. 224/69

mgr inż. Łukasz Bubula
upr. nr ewid. MAP/0431/PWBKb/18

mgr inż. Robert Kowalcze

inż. Paweł Stężowski

Kraków, 2020-08-03

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

1.	Cel i zakres opracowania.....	3
2.	Podstawa opracowania	4
3.	Opis stanu zachowania obiektu	5
3.1.	Opis ogólny obiektu	5
3.2.	Opis oraz ocena stanu istniejącego umownie wyodrębnionych elementów konstrukcyjno - budowlanych	8
4.	Program badań.....	16
4.1.	Badanie za pomocą georadaru.....	16
4.2.	Badanie za pomocą urządzenia ferromagnetycznego	17
4.3.	Badanie za pomocą młotka Schmidta typu SilverSchmidt BN.....	17
4.4.	Wykonanie pomiarów odkształceń geometrycznych	18
4.5.	Badanie „in situ” stopnia korozji betonu.....	18
4.6.	Laboratoryjne badanie chemiczne betonu	20
5.	Wyniki przeprowadzonych badań	21
5.1.	Wyniki badań wykonanych za pomocą georadaru.....	21
5.2.	Wyniki badań wykonanych za pomocą urządzenia ferromagnetycznego	37
5.3.	Wyniki badań za pomocą młotka Schmidta typu Silver Schmidt BN	49
5.4.	Wyniki pomiarów odkształceń geometrycznych	50
5.5.	Wyniki badania „in situ” korozji betonu.....	50
5.6.	Wyniki laboratoryjnych badań chemicznych betonu	52
6.	Wnioski i zalecenia	53
7.	Program prac zabezpieczających	54
8.	Opracowanie rysunkowe	56

1. Cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest ocena stanu technicznego elementów żelbetowych Pomnika Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa zlokalizowanego przy alei Ignacego Daszyńskiego w Krakowie wraz z podaniem najbardziej prawdopodobnych przyczyn wystąpienia uszkodzeń oraz programem proponowanych prac naprawczych.

W opracowaniu uwzględniono wyniki z przeprowadzonych oględzin obiektu, inwentaryzacji uszkodzeń, nieniszczących badań specjalistycznych oraz badań laboratoryjnych. Wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań dały podstawę do sformułowania wniosków dotyczących przyczyn wystąpienia uszkodzeń oraz potrzeby i możliwości poprawy stanu technicznego opiniowanych elementów.

Do opracowania dołączono dokumentację fotograficzną stanu istniejącego, a także opracowanie rysunkowe, co ułatwi w przyszłości ocenę skali zmian i ingerencji.

2. Podstawa opracowania

Formalne i merytoryczne podstawy opracowania:

- Zlecenie Zarządu Dróg Miasta Krakowa, Dział Utrzymania Infrastruktury i Nieruchomości na wykonanie niniejszej ekspertyzy technicznej,
- Oględziny obiektu przez autorów niniejszego opracowania,
- Inwentaryzacja uszkodzeń przeprowadzona przez autorów opracowania,
- Badania nieniszczące żelbetowych elementów składowych pomnika przeprowadzone przez autorów opracowania,
- Badania laboratoryjne próbek pobranych z elementów żelbetowych,
- Obowiązujące normy, obciążenia budowli oraz normy projektowania konstrukcji,
- Literatura przedmiotu oraz tablice projektowe:
 - Praca zbiorowa Poradnik inżyniera i technika budowlanego ARKADY, Warszawa 1968,
 - W Starosolski Konstrukcje żelbetowe tom 1, 2 i 3 PWN 2003
 - J. Hadyna: Utrzymanie obiektów budowlanych – materiały MOIIB – Kraków, 2005,

3. Opis stanu zachowania obiektu

3.1. Opis ogólny obiektu

Opiniowany Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa, zaprojektowany przez artystę rzeźbiarza Antoniego Hajdeckiego, został wykonany w 1986 roku przy alei Ignacego Daszyńskiego w Krakowie. Obiekt ten został wzniesiony w pięćdziesiątą rocznicę wydarzeń mających miejsce w marcu 1936 roku. W miesiącu tym doszło do fali strajków pracowników wielu krakowskich zakładów przemysłowych, w tym Polskich Zakładów Gumowych „Semperit”, w wyniku których śmierć poniosło ośmiu strajkujących, a kilkadziesiąt zostało rannych. Ze względu na fakt, iż jedną z pierwszych ofiar rozwiązań siłowych służb była pracownica w/w zakładu „Semperit”, monument ten nazywany jest potocznie „Pomnikiem Semperitowców”.

Na pomniku widnieje napis „Ruszymy z posad bryłę świata: 1880, 1892, 1918, 1923, 1936. W 50-tą rocznicę wydarzeń 1936”. Po lewej stronie znajduje się tablica, na której widnieje tekst brzmiący następująco: „W tym miejscu stanie pomnik upamiętniający dni walki i chwały klasy robotniczej Krakowa, której synowie oddali swe życie za sprawę robotniczą w 1923 i 1936.” Po prawej stronie obiektu znajduje się znicz z napisami: „Piasecki, Suchard, Artigraph Kabel, Zieleniewski Spectrum i Semperit Sygnały. Pomnik Semperitowców upamiętnia wydarzenia z marca 1936 roku”.



Ryc. 1 Frontowy widok opiniowanego pomnika

Konstrukcja pomnika została wykonana głównie jako monolityczna żelbetowa. Bryła główna oparta na żelbetowym cokole składa się z dwóch wspornikowych żelbetowych skrzydeł o zmiennej wysokości, między którymi występują rzeźby, w formie metalowych odlewów, przedstawiające postacie ludzkie. Skrzydła te są delikatnie skrzywione względem podstawy pomnika. Cokół osadzono na postumencie wokół którego wykonano schody żelbetowe.



Ryc. 2 Widok z tyłu przedmiotowego obiektu



Ryc. 3 Widok z boku, widoczne zamierzone skrócenie części głównej względem cokołu.



Ryc. 4 Widok frontowych rzeźb w formie odlewów metalowych



Ryc. 5 Widok tablicy znajdującej się na podeście z lewej strony pomnika

3.2. Opis oraz ocena stanu istniejącego umownie wyodrębnionych elementów konstrukcyjno - budowlanych

Przedmiotem opracowania jest ocena stanu zachowania żelbetowej konstrukcji przedmiotowego pomnika, dlatego niniejszy punkt opracowania będzie obejmował w pierwszej kolejności ocenę jej elementów.

– Bryła główna

Bryła główna pomnika została wykonana jako monolityczna żelbetowa. Jej rozpiętość wynosi ok. 14,8 m. Bryła składa się z dwóch wspornikowych skrzydeł o zmiennej wysokości. Ich wysięg wynosi ok. 5,8 m. Wykonane badania nieniszczące wykazały, iż bryła składa się z tarcz oraz płyt żelbetowych o sgrubości zawierającej się w przedziale od 25 do 30cm. Pomierzone otuliny zbrojenia dla płyt zawierają się w przedziale od 1 do 3cm, natomiast dla pionowych tarcz żelbetowych od 4 do 10 cm. W celu weryfikacji średnicy zastosowanego zbrojenia wykonano odkrywkę, która wykazała, iż zastosowano gładkie pręty zbrojeniowe $\phi 8$. Zaobserwowane blachy stalowe na dolnych powierzchniach skrzydeł mogą świadczyć o tym, iż we wnętrzu pomnika występują rozpory stalowe na których oparto zbrojenie oraz szalunek tracony płyt górnych skrzydeł zamykających skrzynkowy przekrój skrzydła.



Ryc. 6 Widok powierzchni dolnej skrzydła prawego z odsłoniętymi blachami, jako elementami pomocniczymi na etapie realizacji pomnika

Stan techniczny opisywanego elementu należy określić jako na ogół zadowalający z wyjątkiem dolnych powierzchni skrzydeł bryły głównej, których stan

należy określić jako niezadowalający. Przeprowadzone pomiary odształceń geometrycznych wykazały, iż bryła pomnika nie wykazuje deformacji mogących świadczyć o jej niepoprawnej pracy. Stwierdzone w czasie wizji lokalnej uszkodzenia mają charakter korozyjny oraz występują głównie na dolnych powierzchniach skrzydeł. Uszkodzenia zlokalizowane są głównie w strefach występowania odsłoniętych blach stalowych, które już na etapie wykonania nie zostały odpowiednio zabezpieczone. Ze względu na pozostawione w konstrukcji drewniane dystanse, które skorodowały bądź wypadły, blachy podporowe realizacyjnych rozpór stalowych narażone są na ciągłą korozję atmosferyczną. W tychże strefach dochodzi do odspojenia płytów powierzchniowych betonu. Dodatkowo zaobserwowano na dolnych powierzchniach zacieki wynikające z braku brzegowych „kapinosów”. Lokalnie stwierdzono występowanie tzw. „raków” świadczących o niedostatecznym dowibroowaniu mieszanki betonowej.



Ryc. 7 Widok powierzchni dolnej skrzydła prawego



Ryc. 8 Pozostawiony po realizacji dystans drewniany



Ryc. 9 Pozostawiony po realizacji dystans drewniany



Ryc. 10 Odspojenie płytów betonu w miejscu występowania blachy zastosowanej jako pomocniczy element realizacyjny



Ryc. 11 Korozja wodorotlenkowa blachy stalowej w miejscu odspojenia płyta betonu spowodowanego pęcznieniem produktów korozji



Ryc. 12 Widoczne przebarwienia i naloty potwierdzające zawilgocenia oraz zasolenia powierzchni dolnej skrzydła pomnika



Ryc. 13 Widoczne raki na powierzchni bocznej tarczy skrzydła



Ryc. 14 Widok powierzchni górnej lewego skrzydła

Ze względu na stwierdzone zbyt małe grubości otuliny, głównie w poziomych płytach, dla dwóch lokalizacji przeprowadzono badania in situ stopnia karbonatyzacji betonu. Przeprowadzone badanie wykazało, iż 21 mm struktury betonu uległo procesowi karbonatyzacji. Z powyższego badania oraz pomierzonej otuliny wynika, iż część prętów znajduje się w strefie skarbonatyzowanej, tzn. że są obecnie narażone na korozję. Konieczne jest podjęcie odpowiednich prac zabezpieczających.

– Cokół

Bryła główna pomnika wraz z rzeźbą stalową opiera się na żelbetowym cokole o wymiarach rzutu 2,8x3,3x1,0m. Badania nieniszczące wykonane georaderem wykazały, iż cokół nie jest pełną bryłą żelbetową. Na podstawie anomalii widma georadowego stwierdzono iż grubość obwodowych ścian cokołu zawiera się w przedziale od 25 do 30cm – znaczne przyspieszenie fali na tej głębokości może świadczyć o zmianie ośrodka.



Ryc. 15 Widok cokółu

Stan techniczny cokółu należy określić jako na ogół zadowalający. W czasie wizji lokalnej nie stwierdzono występowania uszkodzeń świadczących o niepoprawnej pracy tegoż elementu. Jedynym wyjątkiem jest występowanie tzw. „raków” świadczących o niedostatecznym dowibroowaniu mieszanki betonowej i niewielkie zarysowania powierzchniowe. Należy również zwrócić uwagę na fakt, iż cokół jest pokryty powłokami malarskimi, dlatego nie wszystkie uszkodzenia mogą być widoczne.

– Schody

Schody wokół pomnika zostały wykonane jako żelbetowe monolityczne. Ich stan należy określić jako niezadowalający. W czasie wizji lokalnej stwierdzono wiele zarysowań, spękań oraz odspojień betonu na krawędziach stopni. Występujące uszkodzenia powstały na skutek oddziaływań atmosferycznych. Konieczne jest przeprowadzenie prac naprawczych w zakresie określonych jako naprawa żelbetu.



Ryc. 16 Widok stopni zlokalizowanych z tyłu pomnika (od strony Wisły)



Ryc. 17 Widok schodów z lewej północnej strony pomnika



Ryc. 18 Szczegół odspojenia betonu na krawędzi stopnia

4. Program badań

4.1. Badanie za pomocą georadaru

Zasada działania georadaru opiera się na metodzie wykorzystującej pomiary elektromagnetyczne o częstotliwości z zakresu krótkich do ultrakrótkich fal radiowych. Istotą metody działania urządzeń tego typu jest emisja i odbiór impulsów elektromagnetycznych o określonej częstotliwości i amplitudzie. Każdy georadar wyposażony jest w dwie anteny: nadawczą i odbiorczą przemieszczające się równocześnie. Antena nadawcza ma za zadanie emitowanie fal w głąb analizowanego przekroju, które rozchodząc się zostają odbite ku powierzchni ośrodka, część ulega rozproszeniu, a część załamaniu, penetrując głębsze jego partie. Załamana fala może odbić się od kolejnych napotkanych granic ośrodków, po czym powrócić na powierzchnię. Dzieje się tak aż do momentu całkowitego zaniku fali. Sygnał odbity od granicy dwóch ośrodków o różnych właściwościach elektrycznych i magnetycznych jest rejestrowany przez antenę odbiorczą tworząc pojedynczą trasę georadarową, którą można porównać do pojedynczego odwiertu. Jest ona zapisem zmiany amplitudy odebranego sygnału w czasie lub po odpowiednim przekształceniu, w głębokości. Podczas przemieszczania się wzdłuż wytyczonego profilu powstają kolejne trasy georadarowe, które po zestawieniu ze sobą dają cyfrowy obraz pionowego przekroju ośrodka nazywany echogramem, będącym odzwierciedleniem jego wewnętrznej budowy.

Zastosowane podczas badań na opiniowanym obiekcie urządzenie to StructureScan Mini XT - kompaktowy radar przystosowany do badania anomalii materiałowych w różnego typu konstrukcjach: betonowych, murowych. Urządzenie to może być wykorzystywane do lokalizowania prętów zbrojeniowych, kształtowników stalowych, pustek powietrznych oraz wyznaczania grubości ścian i stropów.

Użyty georadar posiada następujące parametry:

- antena o częstotliwości 2,7 GHz,
- głębokość penetracji do 50 cm,
- możliwość rejestracji danych 3D,
- urządzenie typu all - in - one.

Jest to urządzenie o wyższych częstotliwościach, wykonujące pomiary na małych głębokościach, ale za to z bardzo dużą rozdzielczością. Najważniejszą z zalet tego urządzenia jest fakt, iż wszystkie pomiary wykonywane są metodą bezinwazyjną.



4.2. Badanie za pomocą urządzenia ferromagnetycznego

Badanie umożliwia określenie rozkładu i otuliny zbrojenia dla elementów ferromagnetycznych (stalowych) w konstrukcji żelbetowej, murowej zbrojonej na badanym obiekcie. Badanie zostało wykonywane urządzeniem Profometer PM-650 firmy Proceq. Jest to metoda nieniszcząca działająca na zasadzie indukcji elektromagnetycznej i prądów wirowych. Zasięg działania urządzenia wynosi 18 cm w głąb konstrukcji. Urządzenie rejestruje rozkład i umożliwia przygotowanie raportu, na podstawie którego można ocenić ilość zastosowanego materiału ferromagnetycznego, porównując uzyskane wartości z wynikami analizy obliczeniowej jak również, z ewentualnie udostępnionym projektem.



4.3. Badanie za pomocą młotka Schmidta typu SilverSchmidt BN

Badania nieniszczące pozwalające na oszacowanie wytrzymałości, a tym samym klasy betonu wbudowanego w przedmiotowy obiekt przeprowadzono metodą sklerometryczną przy pomocy twardościomierza dynamicznego tzw. „Młotka Schmidta’a” typu Silver Schmidt BN certyfikowanego przez firmę Viateco sp. z o.o. Badanie to wykorzystuje oznaczenie liczby odbicia sprężynowego bijaka stalowego od powierzchni betonu celem porównania do uzyskanej wcześniej korelacji. Badania przeprowadzono zgodnie z zaleceniami normy PN - EN 12504-2 oraz normy PN - EN 13791.



4.4. Wykonanie pomiarów odkształceń geometrycznych

Pomiar deformacji geometrycznych przeprowadzono przy pomocy certyfikowanego tachimetru elektronicznego 2LS model CYGNUS KS-102, z pomiarem dokładności dla pomiaru kąta $\pm 2''$, a dokładności pomiaru odległości $\pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ mm/km}$. Instrument posiada aktualne świadectwo rektyfikacji z dnia 11.09.2019, które jest dostępne w dokumentach własnych firmy KB – Projekty Konstrukcyjne sp. z o. o.

Badanie jest wykonywane przy pomocy tachimetru elektronicznego i polega na pomiarze sytuacyjno-wysokościowym metodą biegunową. Każdy pomiar pozwala określić położenie punktu w układzie XY oraz poprzez niwelację trygonometryczną uzupełnić trzeci wymiar określający położenie danego punktu tj. wysokość. Pomiary tachimetryczne przeprowadza się w oparciu o osnowy geodezyjne, czyli punkty o znanych współrzędnych XY jak również znanych wysokościach H lub w oparciu o robocze osnowy, zakładane zwykle na potrzeby jednego obiektu i nienawiazane do osnowy krajowej, przez co nie można takich pomiarów osadzić na mapie. Z uwagi na dokładność pomiarów, tachimetria stanowi podstawowy sposób określania położenia punktów poprzez pomiary sytuacyjno – wysokościowe. W przypadkach, gdy nie ma potrzeby oznaczania położenia XY punktu, do pomiaru różnic wysokości stosuje się niwelację optyczną, polegającą na wyznaczaniu różnicy poziomów pomiędzy poszczególnymi punktami. Warunki dokładnościowe wykonywania tachimetrii zostały określone w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 9 listopada 2011 roku (Dz. U. z 2011 r. Nr 263, poz 1572).

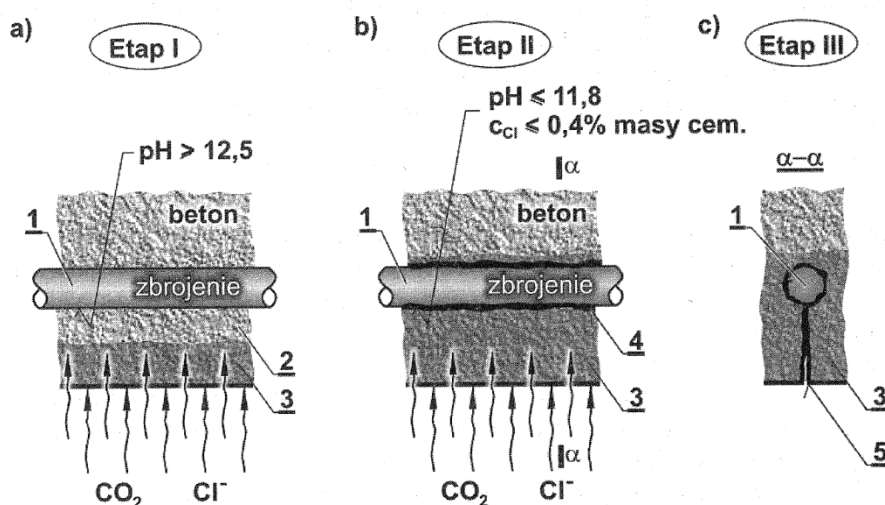


4.5. Badanie „in situ” stopnia korozji betonu

Korozja betonu cementowego następuje pod wpływem czynników chemicznych i związana jest z działaniem wody i różnych substancji agresywnych, rozpuszczonych w wodzie. W zależności od składu środowiska agresywnego rozróżnia się następujące rodzaje korozji: korozja ługująca (spowodowana działaniem wód miękkich), korozja ogólnokwasowa (związana z aktywnością jonów wodorowych), korozja kwasowęglowa (zależna od zawartości agresywnego dwutlenku węgla), korozja siarczanowa (zależna od zawartości jonów siarczanowych), korozja magnezowa (zależna od zawartości jonów magnezowych). Kwasy zarówno mocne, jak i słabe są szczególnie szkodliwe, jeśli chodzi o trwałość betonu. Reagują one z wodorotlenkiem wapnia oraz glinianami i krzemianami obecnymi w cemencie, w wyniku, czego powstają łatwo rozpuszczalne związki ulegające wymyciu z betonu. Proces ten

stopniowo prowadzi do zwiększenia porowatości betonu i obniżenia jego właściwości wytrzymałościowych. Karbonatyzacja to proces polegający na reakcji dwutlenku węgla obecnego w otoczeniu (powietrze, woda) ze składnikami stwardniałego betonu cementowego. Proces ten rozpoczyna się na powierzchni i postępuje w głąb betonu prowadząc do destrukcji konstrukcji żelbetowych, ponieważ pozbawia on beton właściwości ochronnych wobec zbrojenia. Głównym czynnikiem rozpoczynającym karbonatyzację jest dwutlenek węgla zawarty w powietrzu i w wodzie deszczowej. Karbonatyzuje on wapno zawarte w betonie (najczęściej w postaci stwardniałego wodorotlenku wapnia) i podczas uwalniania go z masy cementowej, tworzy nierozpuszczalne kryształy węglanu wapnia. Ze względu na wiązanie wodorotlenku wapnia przez dwutlenek węgla zasadowość betonu maleje i pH spada nawet do wartości 8,3 a więc znacznie poniżej wartości krytycznej wynoszącej 11,8 jako wartości nie zapewniającej ochrony dla zbrojenia. Reakcja ta rozpoczyna proces korozji (utleniania) zbrojenia w żelbecie. Na powierzchni stali tworzy się wodorotlenek żelaza, który powiększając swoją objętość zaczyna „odpychać” warstwę betonu od zbrojenia. W efekcie tego procesu najpierw tworzą się drobne pęknięcia, a następnie betonowa otulina zbrojenia zaczyna odpadać, odsłaniając pręty. Jednocześnie karbonatyzacja zwiększa szczelność i gęstość betonu, ponieważ wytrącony węglan wapnia lokuje się w porach zmniejszając nawet dwukrotnie ich ilość.

Zjawisko karbonatyzacji betonu bada się na tzw. przełomach, czyli powierzchniach próbek po mechanicznym rozłupaniu. Powierzchnię przełomu próbek należy zwilżyć lekko wodą destylowaną tak, aby nie powstała widoczna warstewka wody. Następnie na powierzchnię przełomu należy nanieść kilka kropli roztworu fenoloftaleiny. Jeżeli powierzchnia przełomu zachowuje naturalną barwę wilgotnego betonu (szarą) oznacza to, że beton jest całkowicie „zobojętniony” (to znaczy ma odczyn $\text{pH} < 8$). Zabarwienie przełomu na kolor lekko różowy wskazuje na częściowe zobojętnienie ($\text{pH} = 8 \sim 10,5$), kolor fioletowy wskazuje na brak „zobojętnienia” ($\text{pH} > 10,5$). Po upływie 1 minuty od naniesienia wskaźnika należy ocenić stopień karbonatyzacji badanej próbki określając grubość zabarwionej wskaźnikiem warstwy z dokładnością do 1 mm.



1-pręt zbrojeniowy; 2-otulina; 3-zobojętniona lub nasycona substancją agresywną strefa betonu; 4-produkty korozji stali; 5-rysa podłużna.

4.6. Laboratoryjne badanie chemiczne betonu

W celu wykonania badań laboratoryjnych pobrano próbkę betonu z dolnej powierzchni skrzydła bryły głównej pomnika. Pobrana próbka betonu posłużyła do oznaczenia (pH) wyciągu wodnego. W pomiarach tych stosowano pehametrem CP-411 Elmetron. Badanie odczynu wykonano przygotowując wyciągi wodne tak, by stosunek: zmielony materiał/woda destylowana wynosił 1:5.

Zawartości jonów siarczanowych (SO_4^{2-}) oznaczano metodą spektrofotometryczną z zastosowaniem testu firmy Tintometer GmbH nr 532160 reagent Vario Sulfa 4 F 10 ml. Przyjęta metoda badania zawartości siarczanów nie uwzględnia siarczanów wprowadzonych do spoiwa cementowego jako dodatku technologicznego w procesie produkcyjnym. Jony chlorkowe analizowano testem MERCK wiążąc je w HgCl_2 (metoda merkurometryczna).

5. Wyniki przeprowadzonych badań

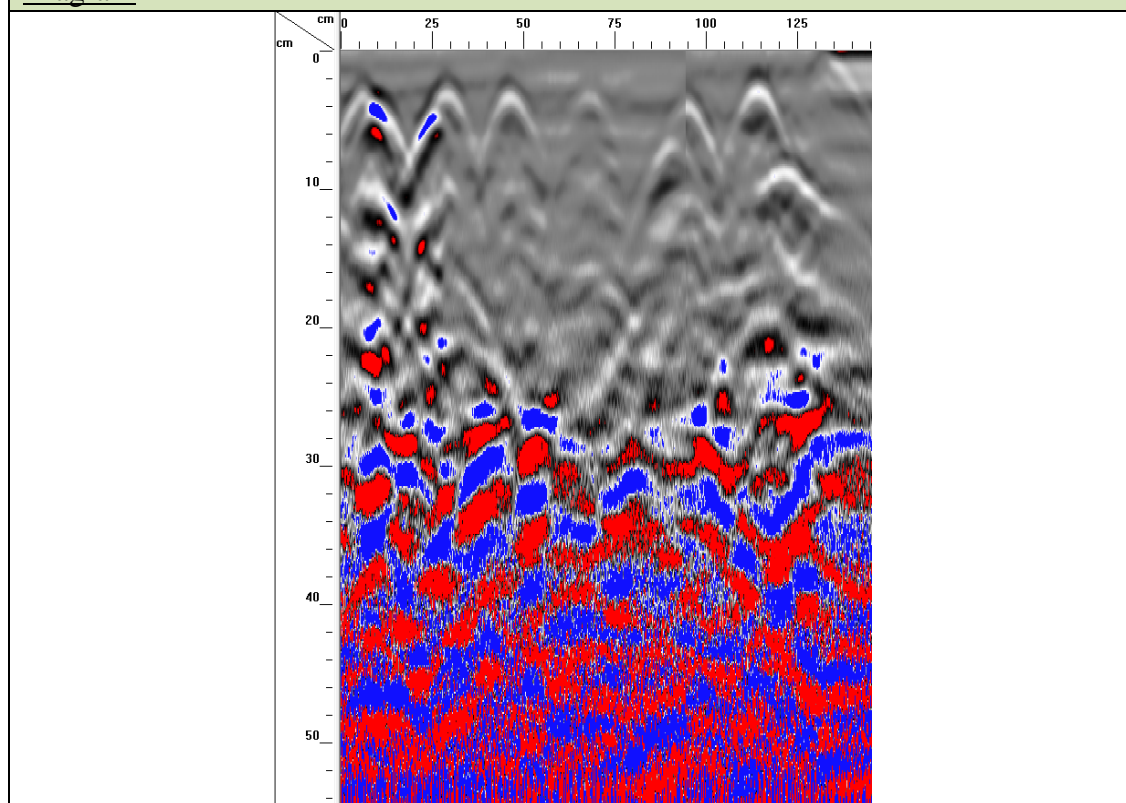
5.1. Wyniki badań wykonanych za pomocą georadaru

W czasie wizyty lokalnej wykonano 41 skanów georadarem na żelbetowych elementach przedmiotowego pomnika. Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki badań wraz z opisem. Na podstawie przeprowadzonych skanów dokonano oceny ilości zbrojenia zastosowanego w żelbetowych elementach pomnika.

a) Skrzydło lewe S1

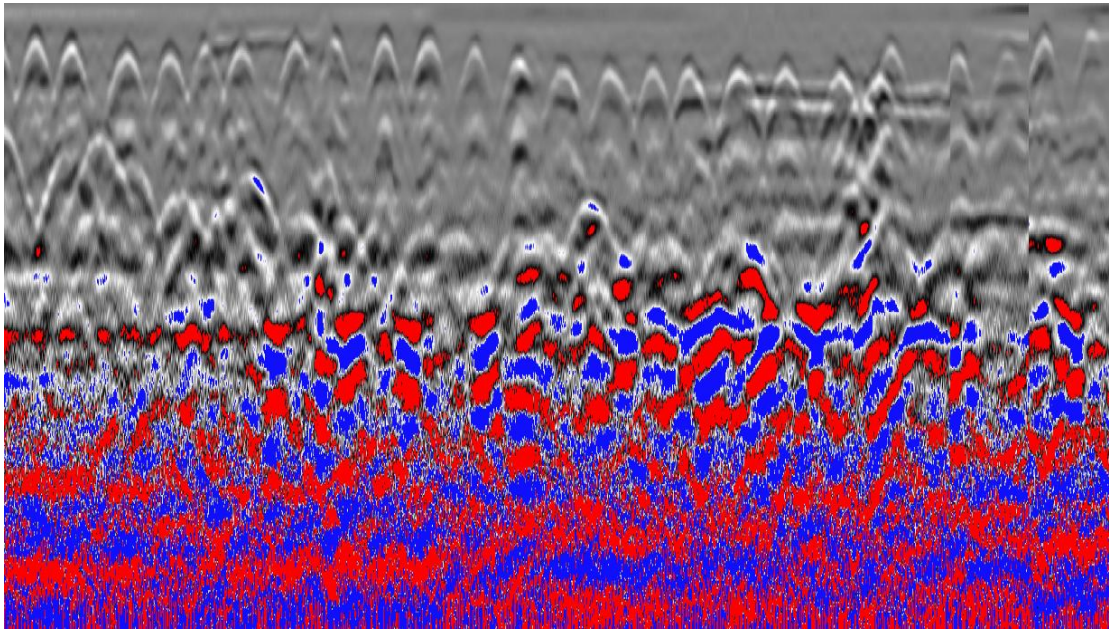
Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G3	Element	Element żelbetowy

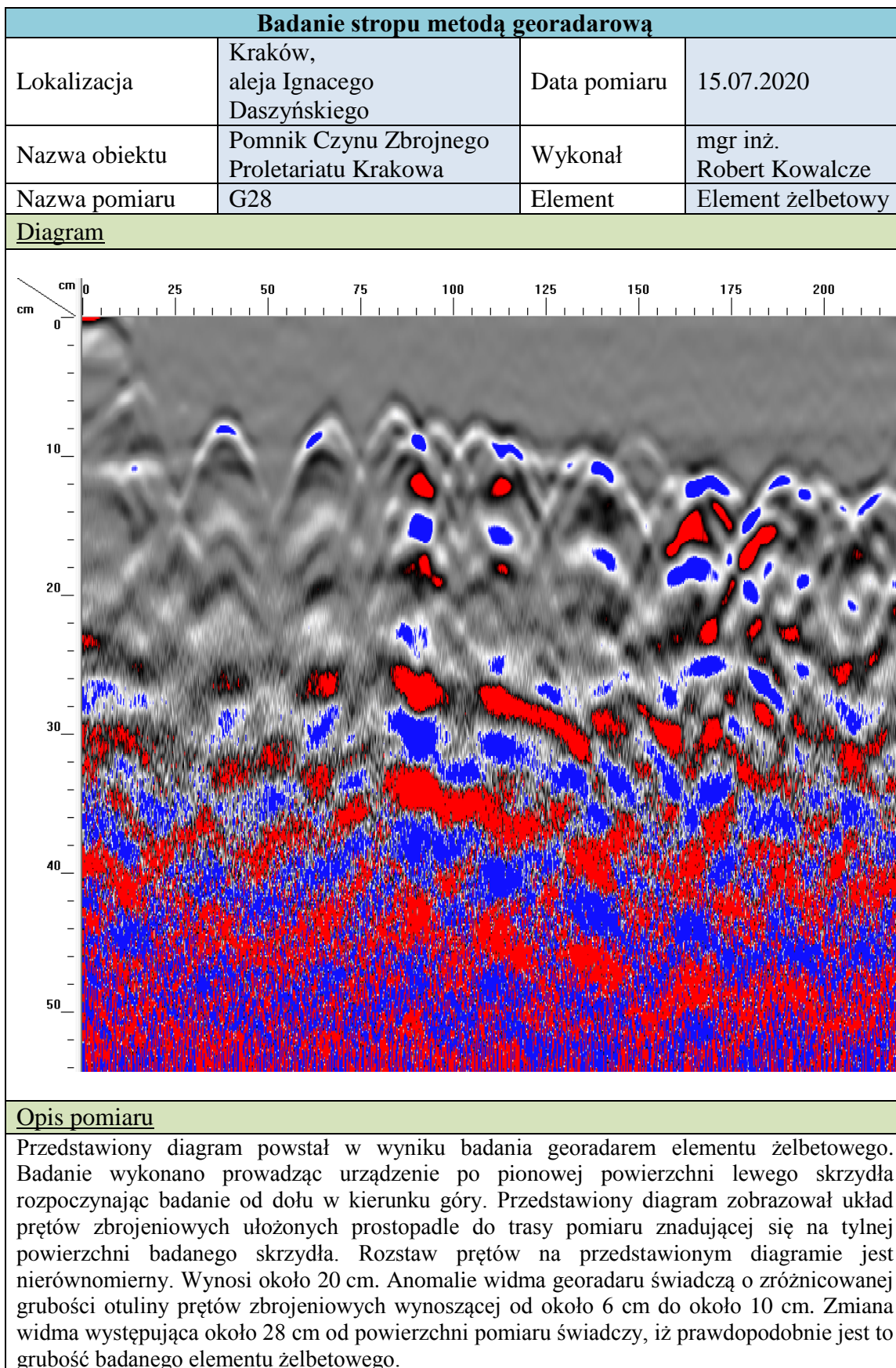
Diagram

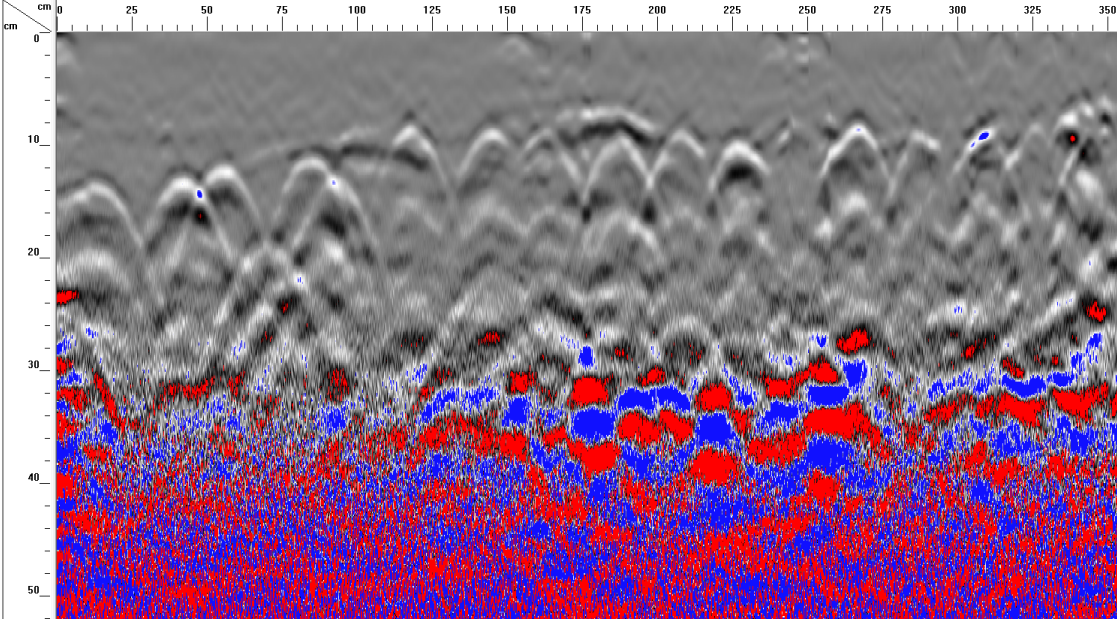


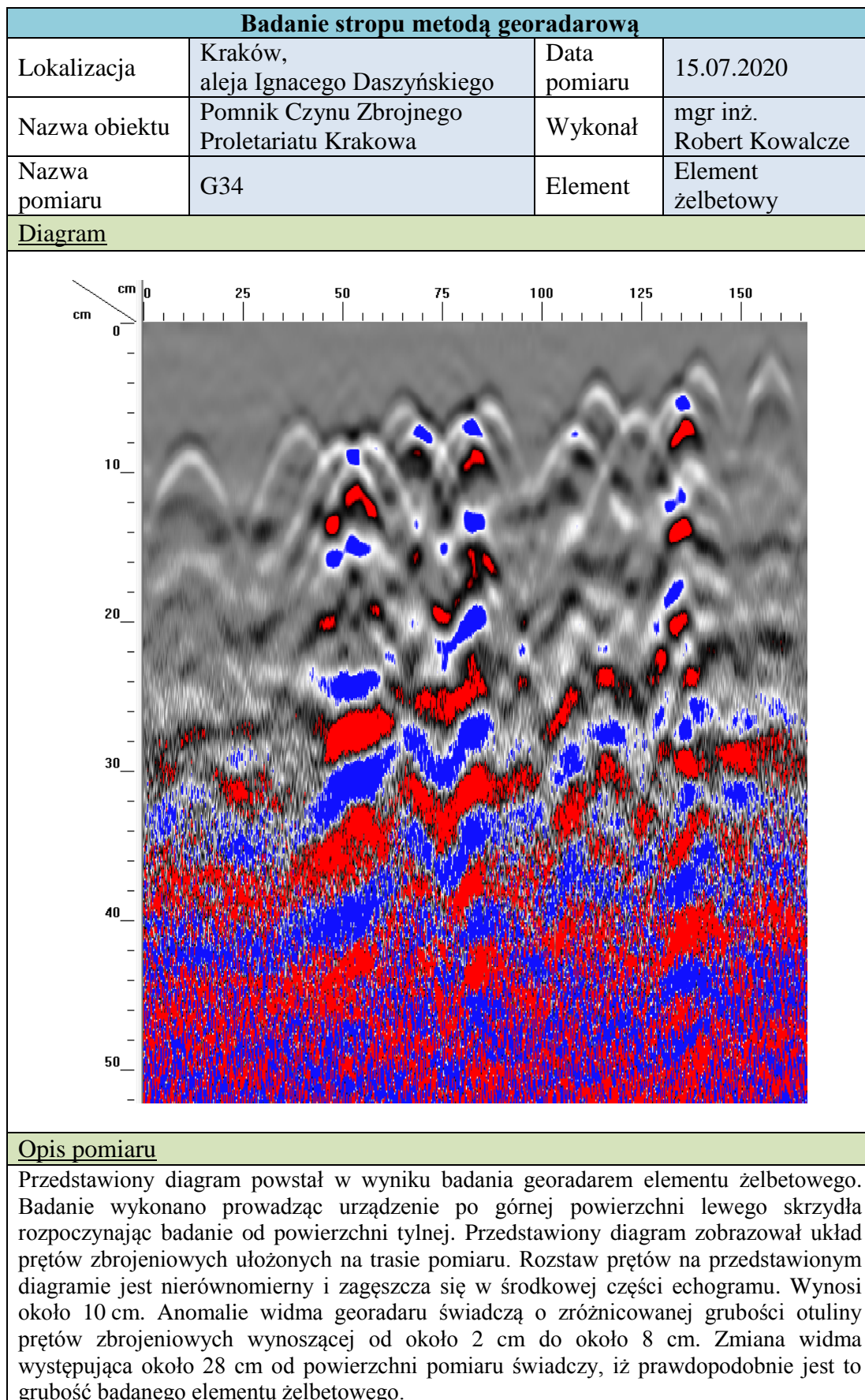
Opis pomiaru

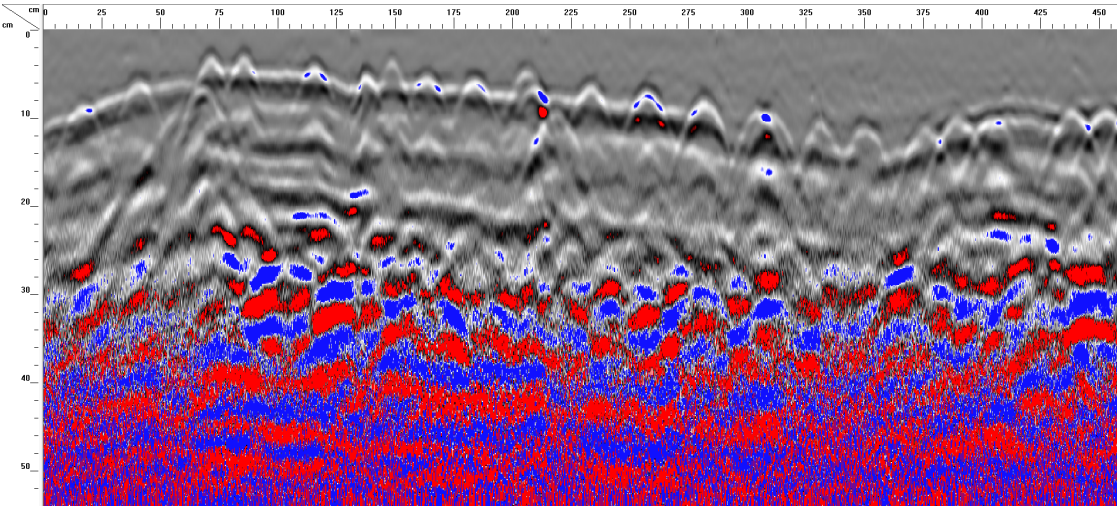
Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni lewego skrzydła rozpoczynając badanie od strony frontowej. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru znajdującej się na końcu badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie wynosi średnio około 20 cm. Anomalia widma georadaru świadczą o grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 2 cm. Zmiana widma występująca około 25 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.

Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G5	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni lewego skrzydła rozpoczynając badanie od strony strony cokołu. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru znajdującej się przy tylnej stronie badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny. Wynosi minimalnie około 15 cm a maksymalnie około 25cm. Anomalia widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej od około 2 cm do około 4 cm. Zmiana widma występująca około 25 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			



Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G30	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po pionowej powierzchni lewego skrzydła rozpoczynając badanie od cokołu w kierunku końca wspornika. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych na trasie pomiaru znajdujących się na tylnej powierzchni badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny. Wynosi około 20 cm. Anomalie widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 9 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

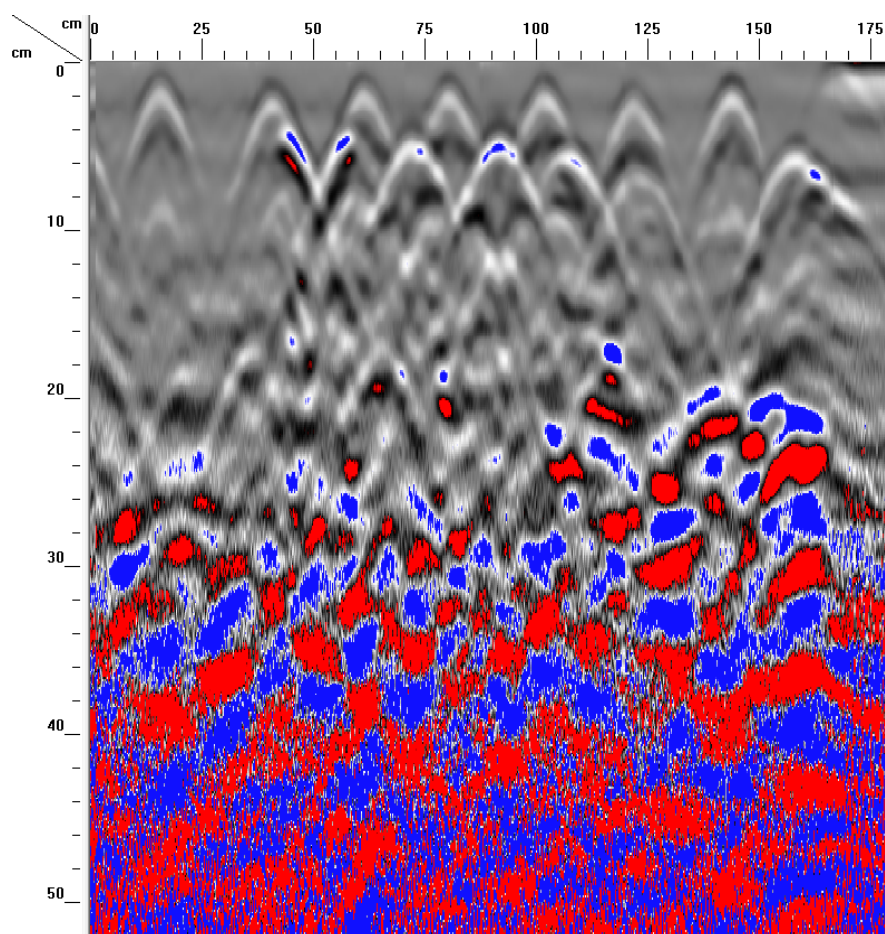


Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G33	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po górnej powierzchni lewego skrzydła rozpoczynając badanie od strony strony cokołu. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru znajdującej przy frontowej stronie badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny. Wynosi około 20 cm. Anomalia widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej od około 2 cm do około 10 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

b) Skrzydło prawe S2

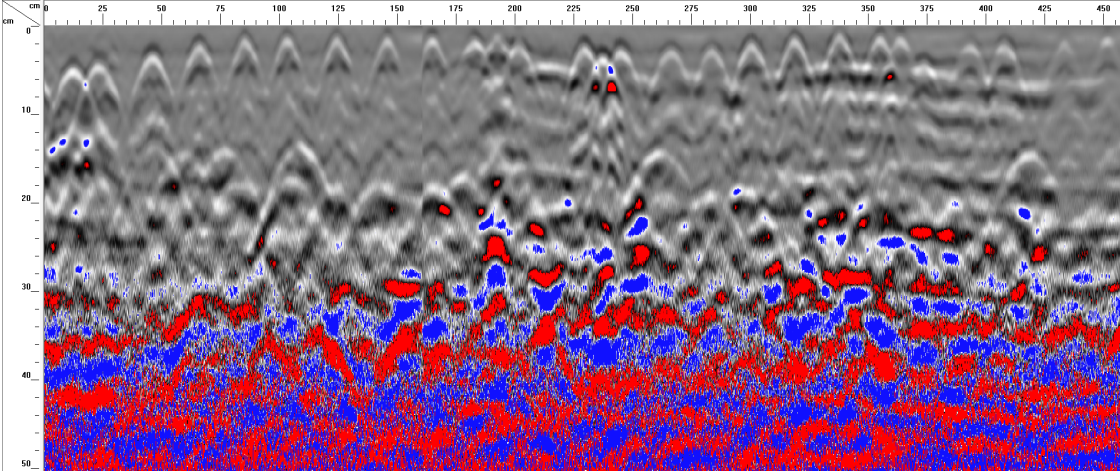
Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G7	Element	Element żelbetowy

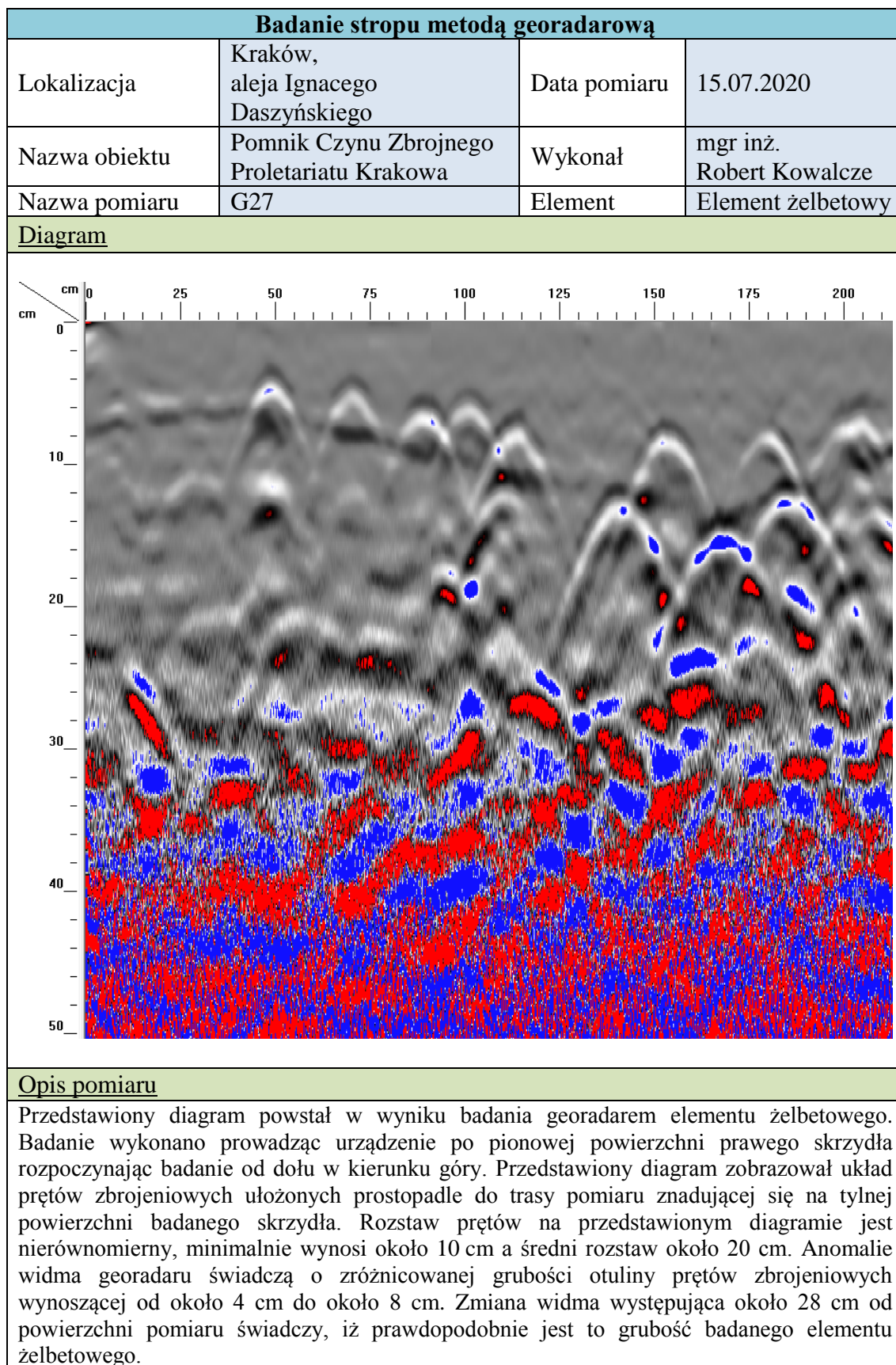
Diagram

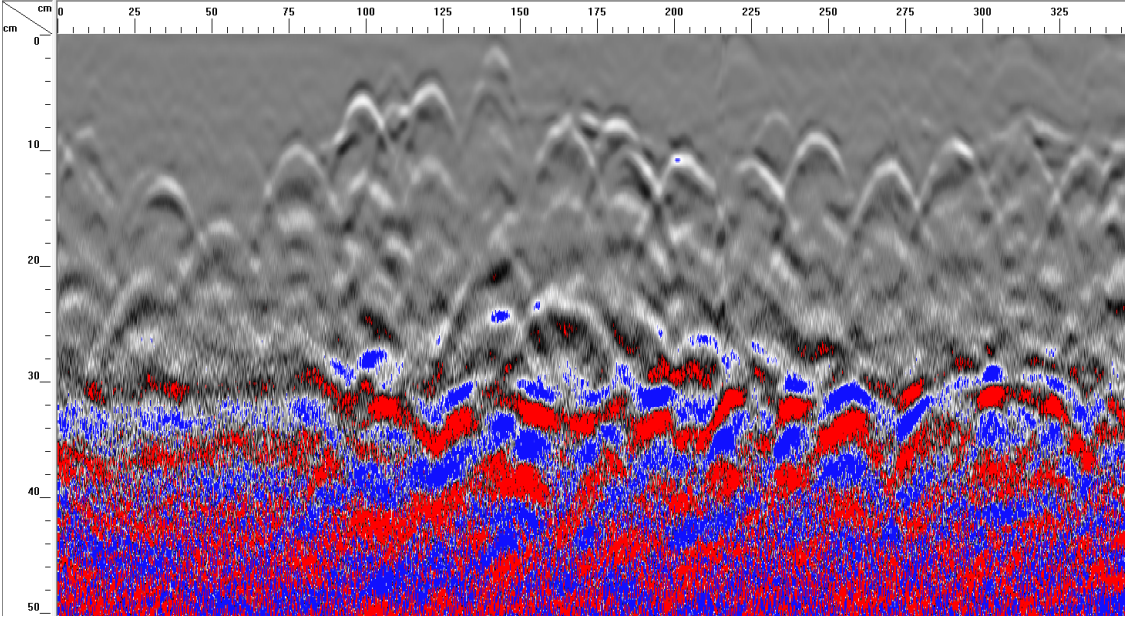


Opis pomiaru

Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od strony frontowej. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru znajdującej się na środku dolnej powierzchni badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie wynosi średnio około 20 cm. Odchylenia widma w środkowej części echogramu świadczą o drugiej warstwie prętów zbrojeniowych. Anomalia widma georadaru świadczą o grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 1 cm. Zmiana widma występująca około 25 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.

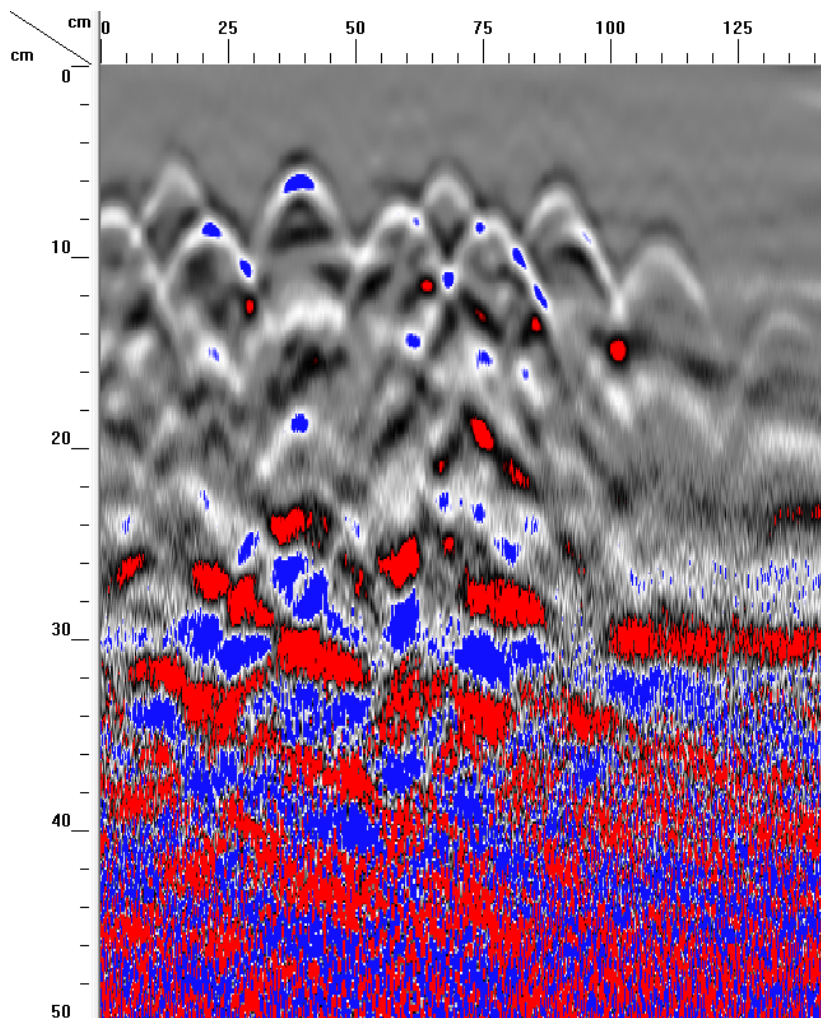
Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G9	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od strony strony cokołu. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru znajdującej przy frontowej stronie badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny, wynosi minimalnie około 10 cm a średni rozstaw wynosi około 20cm. Anomalia widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej od około 1 cm do około 3 cm. Zmiana widma występująca około 25 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego. Anomalię widma georadaru na głębokości około 20 cm od powierzchni po której prowadzono urządzenie mogą wskazywać na obecność prętów zbrojeniowych.</p>			



Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G29	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po pionowej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od cokołu w kierunku końca wspornika. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych na trasie pomiaru znajdujących się na tylnej powierzchni badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny. Wynosi około 20 cm. Anomalie widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej od około 2 cm do około 11 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

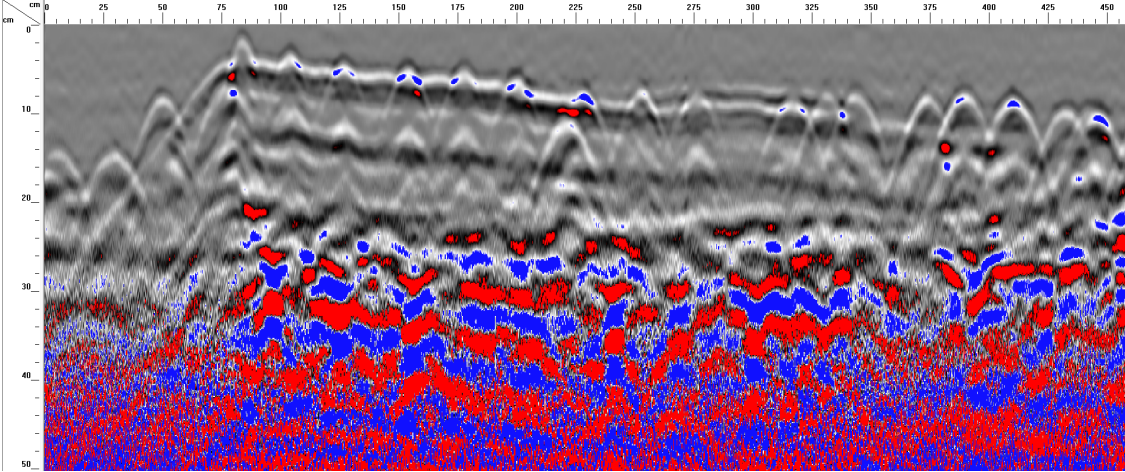
Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G40	Element	Element żelbetowy

Diagram

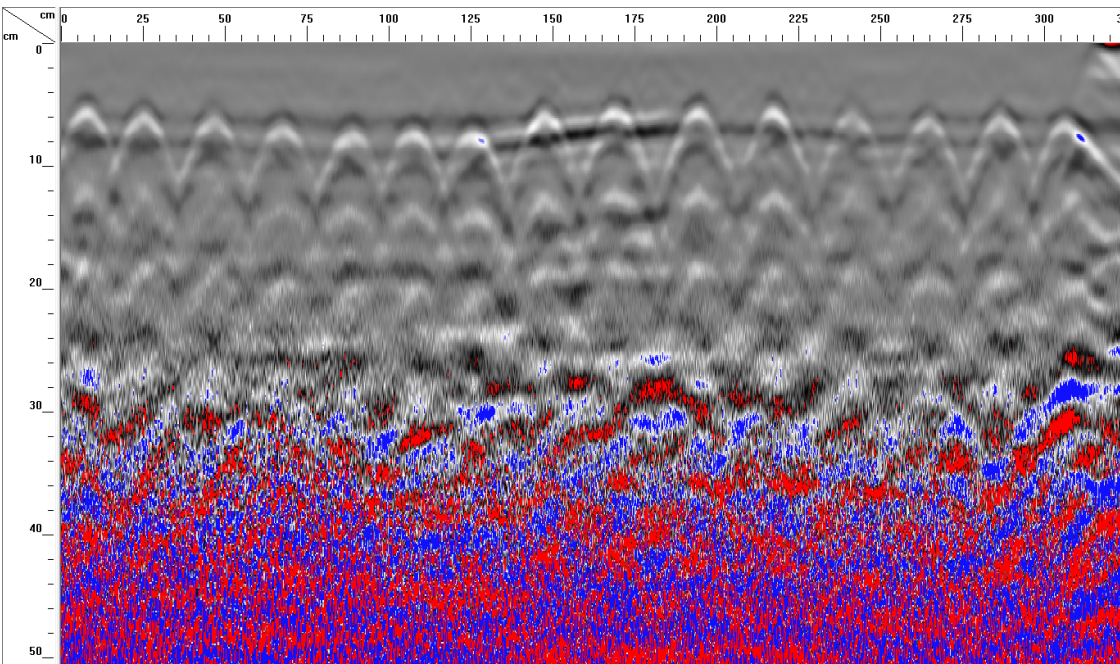


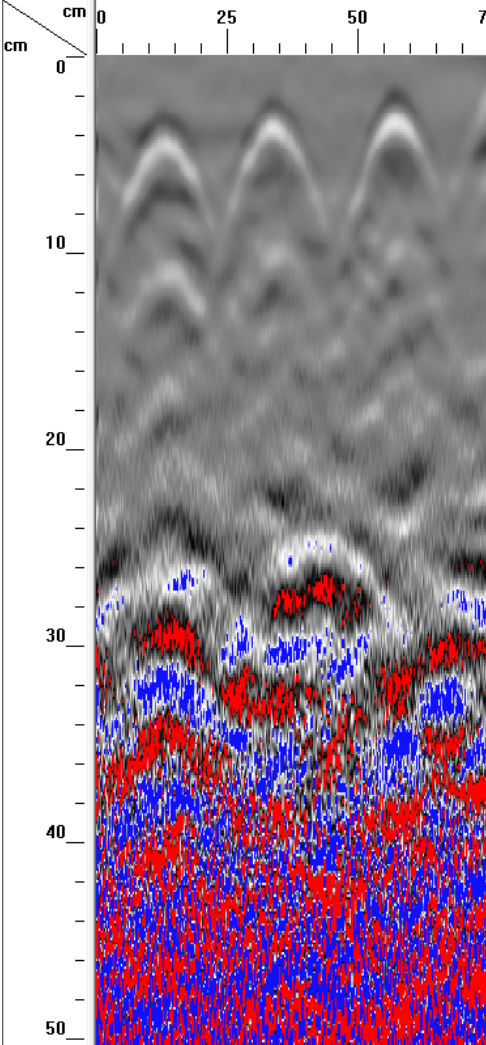
Opis pomiaru

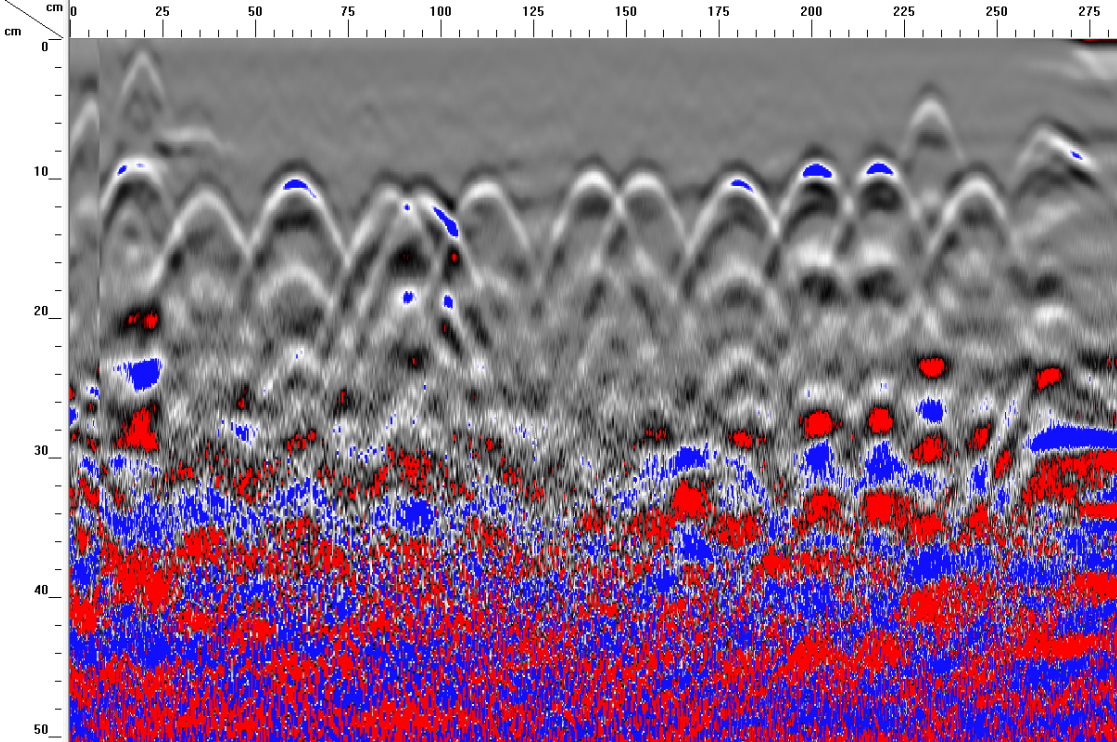
Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po górnej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od powierzchni tylnej. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych na trasie pomiaru. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny i zagęszcza się w środkowej części echogramu. Wynosi około 10 cm. Anomalie widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej od około 5 cm do około 10 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.

Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G37	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po górnej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od strony strony cokołu. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru znajdującej przy tylnej stronie badanego skrzydła. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest nierównomierny. Wynosi średnio około 20 cm. Anomalia widma georadaru świadczą o zróżnicowanej grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej od około 1 cm do około 14 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

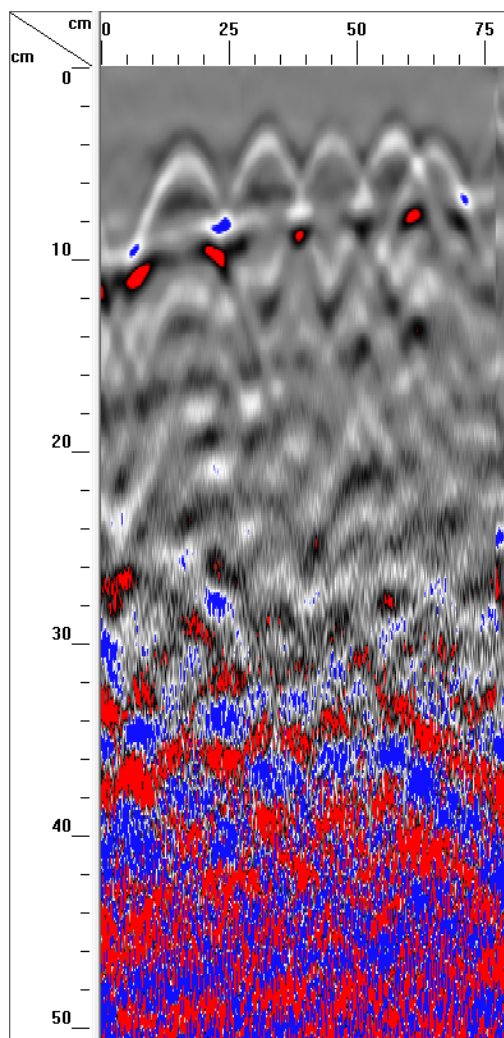
c) Cokół C1

Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G19	Element	Cokół żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem cokołu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie poziomo po frontowej powierzchni cokołu. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru znajdującej się w połowie wysokości cokołu. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest równomierny. Wynosi około 25 cm. Anomalia widma georadaru świadczą o grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 5 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G24	Element	Cokół żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem cokołu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie pionowo po frontowej powierzchni cokołu. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru znajdujących się po prawej stronie frontowej płaszczyzny cokołu. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest równomierny. Wynosi około 25 cm. Anomalia widna georadaru świadczą o grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 2 cm. Zmiana widna występująca około 30 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G11	Element	Cokół żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem cokołu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie poziomo po powierzchni cokołu znajdującej się pod lewym skrzydłem. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru znajdujących się w górnej części badanej powierzchni cokołu. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest zróżnicowany. Wynosi około 20 cm. Anomalia widma georadaru świadczą o grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 9 cm. Zmiana widma występująca około 30 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.</p>			

Badanie stropu metodą georadarową			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	G14	Element	Cokół żelbetowy
<u>Diagram</u>			



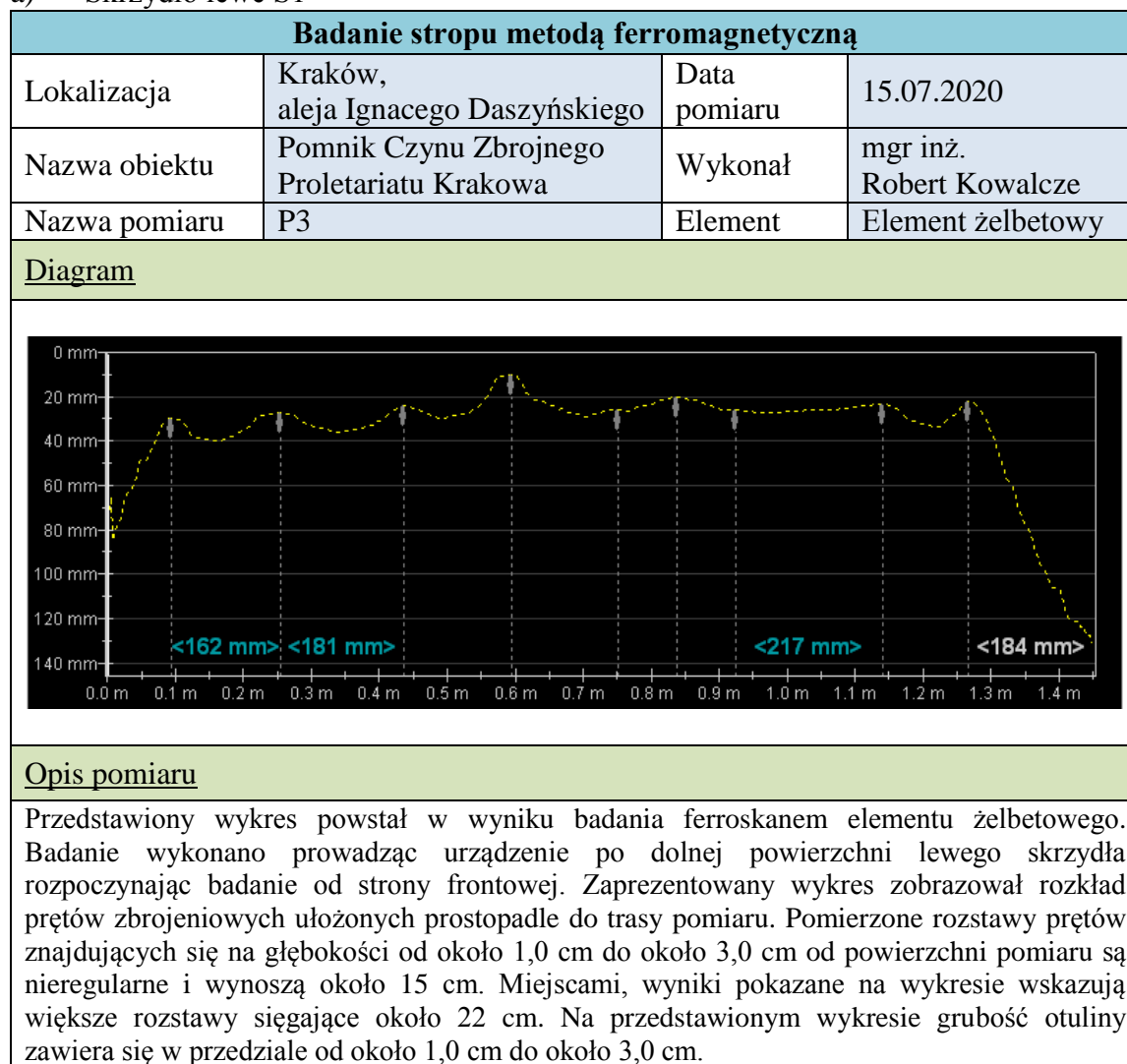
Opis pomiaru

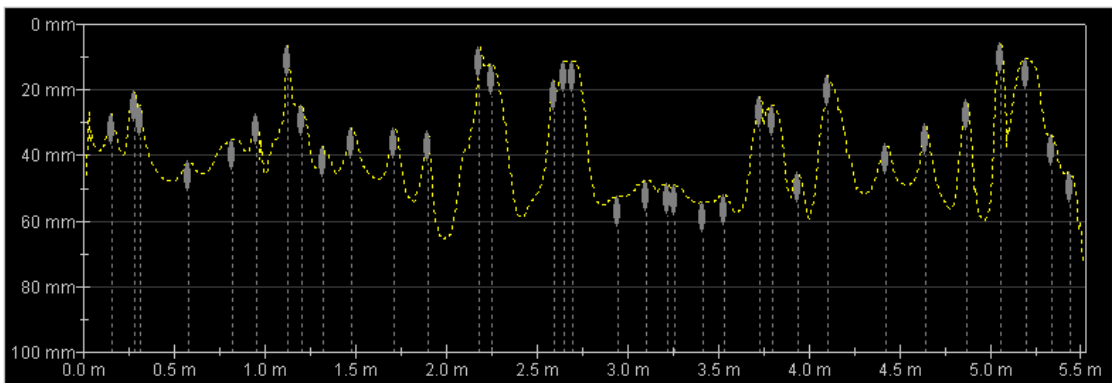
Przedstawiony diagram powstał w wyniku badania georadarem cokołu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie pionowo po powierzchni cokołu znajdującej się pod lewym skrzydłem. Przedstawiony diagram zobrazował układ prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru znajdującej się przy tylnej płaszczyźnie cokołu. Rozstaw prętów na przedstawionym diagramie jest zróżnicowany. Wynosi on około 15 cm. Anomalia widma georadaru świadczą o grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej około 3 cm. Zmiana widma występująca około 28 cm od powierzchni pomiaru świadczy, iż prawdopodobnie jest to grubość badanego elementu żelbetowego.

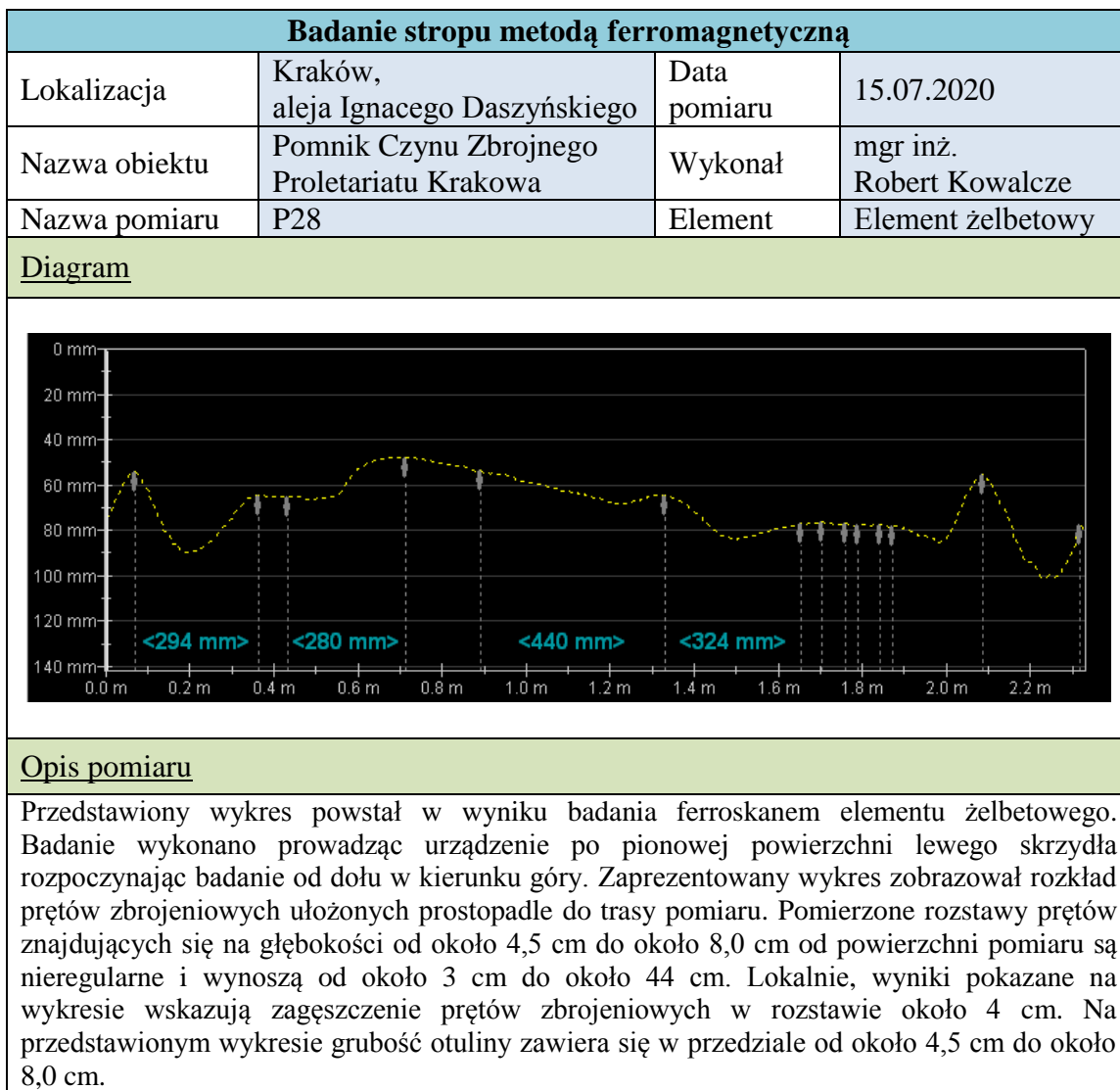
5.2. Wyniki badań wykonanych za pomocą urządzenia ferromagnetycznego

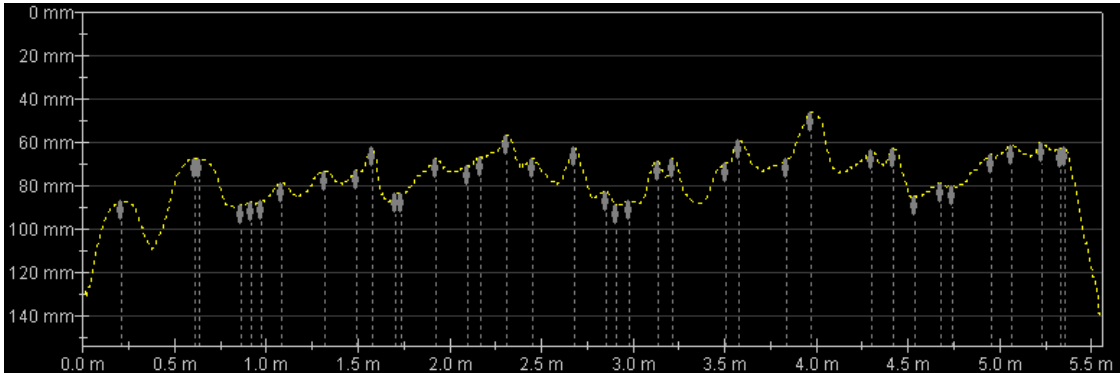
W czasie wizyty lokalnej wykonano 31 badań urządzeniem ferromagnetycznym na żelbetowych elementach przedmiotowego pomnika. Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki badań wraz z opisem diagramu. Na podstawie przeprowadzonych skanów zweryfikowano rozkład zbrojenia występującego w żelbetowych elementach pomnika.

a) Skrzydło lewe S1



Badanie stropu metodą ferromagnetyczną			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	P5	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony wykres powstał w wyniku badania ferroskanem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni lewego skrzydła rozpoczynając badanie od strony strony cokołu. Zaprezentowany wykres zobrazował rozkład prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru. Pomierzone rozstawy prętów znajdujących się na głębokości od około 0,5 cm do około 5,5 cm od powierzchni pomiaru są nieregularne i wynoszą około 16 cm. Miejscami, wyniki pokazane na wykresie wskazują większe rozstawy sięgające około 34 cm. Na przedstawionym wykresie grubość otuliny zawiera się w przedziale od około 0,5 cm do około 5,5 cm.</p>			

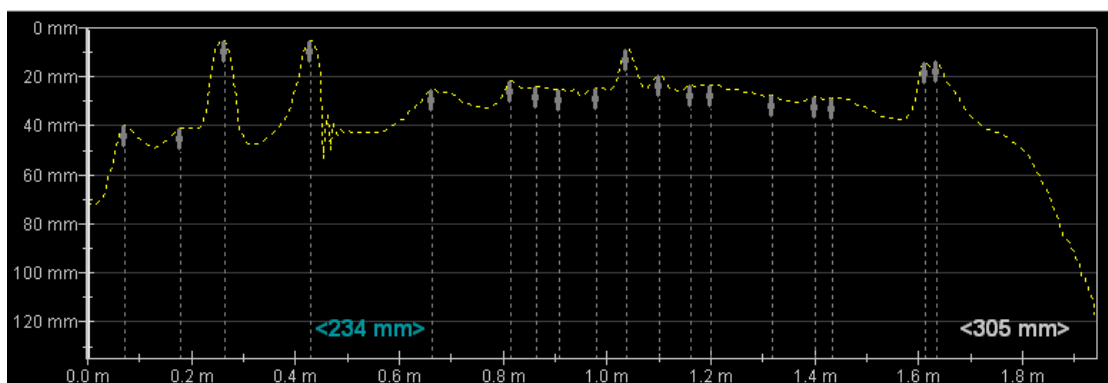


Badanie stropu metodą ferromagnetyczną			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	P30	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony wykres powstał w wyniku badania ferroskanem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po pionowej powierzchni lewego skrzydła rozpoczynając badanie od cokołu w kierunku końca wspornika. Zaprezentowany wykres zobrazował rozkład prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru. Pomierzone rozstawy prętów znajdujących się na głębokości od około 4,5 cm do około 9,0 cm od powierzchni pomiaru są nieregularne i wynoszą około 15 cm. Miejscami, wyniki pokazane na wykresie wskazują większe rozstawy sięgające około 40 cm. Na przedstawionym wykresie grubość otuliny zawiera się w przedziale od około 4,5 cm do około 9,0 cm.</p>			

b) Skrzydło prawe S2

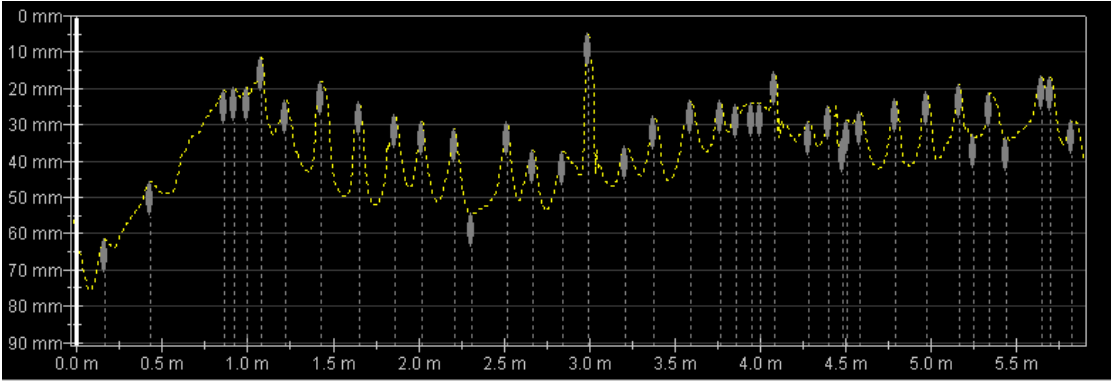
Badanie stropu metodą ferromagnetyczną			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	P7	Element	Element żelbetowy

Diagram



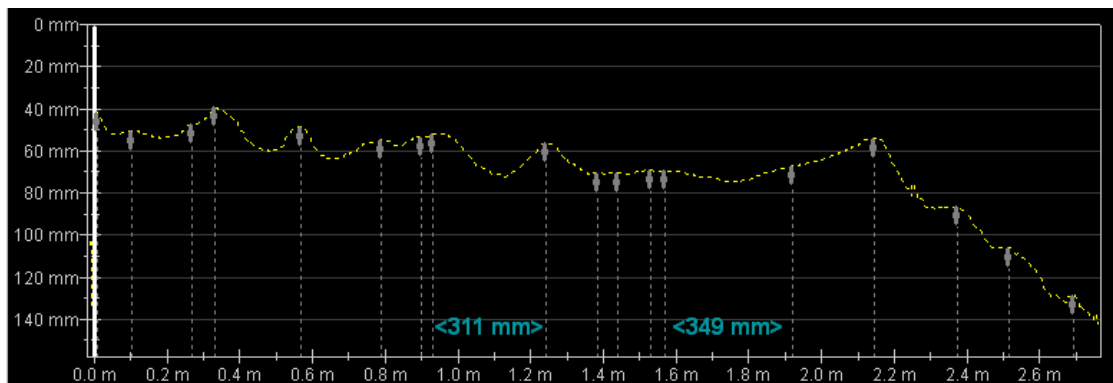
Opis pomiaru

Przedstawiony wykres powstał w wyniku badania ferroskanem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od strony frontowej. Zaprezentowany wykres zobrazował rozkład prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadłe do trasy pomiaru. Pomierzone rozstawy prętów znajdujących się na głębokości od około 0,5 cm do około 4,0 cm od powierzchni pomiaru są nieregularne i wynoszą około 9 cm. Miejscami, wyniki pokazane na wykresie wskazują większe rozstawy sięgające około 23 cm. Na przedstawionym wykresie grubość otuliny zawiera się w przedziale od około 0,5 cm do około 4,0 cm.

Badanie stropu metodą ferromagnetyczną			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	P9	Element	Element żelbetowy
<u>Diagram</u>			
			
<u>Opis pomiaru</u>			
<p>Przedstawiony wykres powstał w wyniku badania ferroskanem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po dolnej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od strony strony cokołu. Zaprezentowany wykres zobrazował rozkład prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru. Pomierzone rozstawy prętów znajdujących się na głębokości od około 0,5 cm do około 6,0 cm od powierzchni pomiaru są nieregularne i wynoszą około 15 cm. Miejscami, wyniki pokazane na wykresie wskazują większe rozstawy sięgające około 43 cm. Na przedstawionym wykresie grubość otuliny zawiera się w przedziale od około 0,5 cm do około 6,0 cm.</p>			

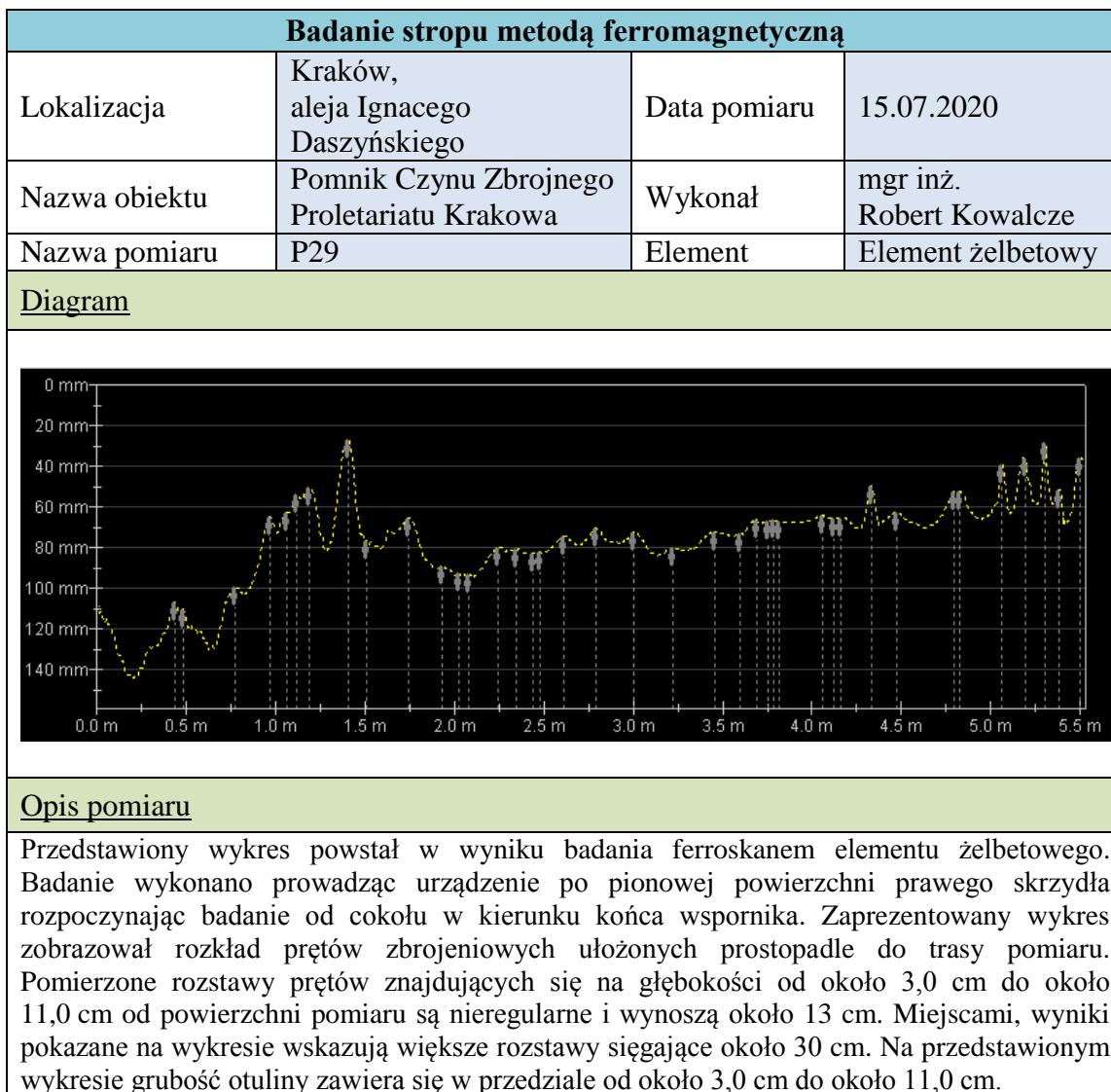
Badanie stropu metodą ferromagnetyczną			
Lokalizacja	Kraków, aleja Ignacego Daszyńskiego	Data pomiaru	15.07.2020
Nazwa obiektu	Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa	Wykonał	mgr inż. Robert Kowalcze
Nazwa pomiaru	P7	Element	Element żelbetowy

Diagram

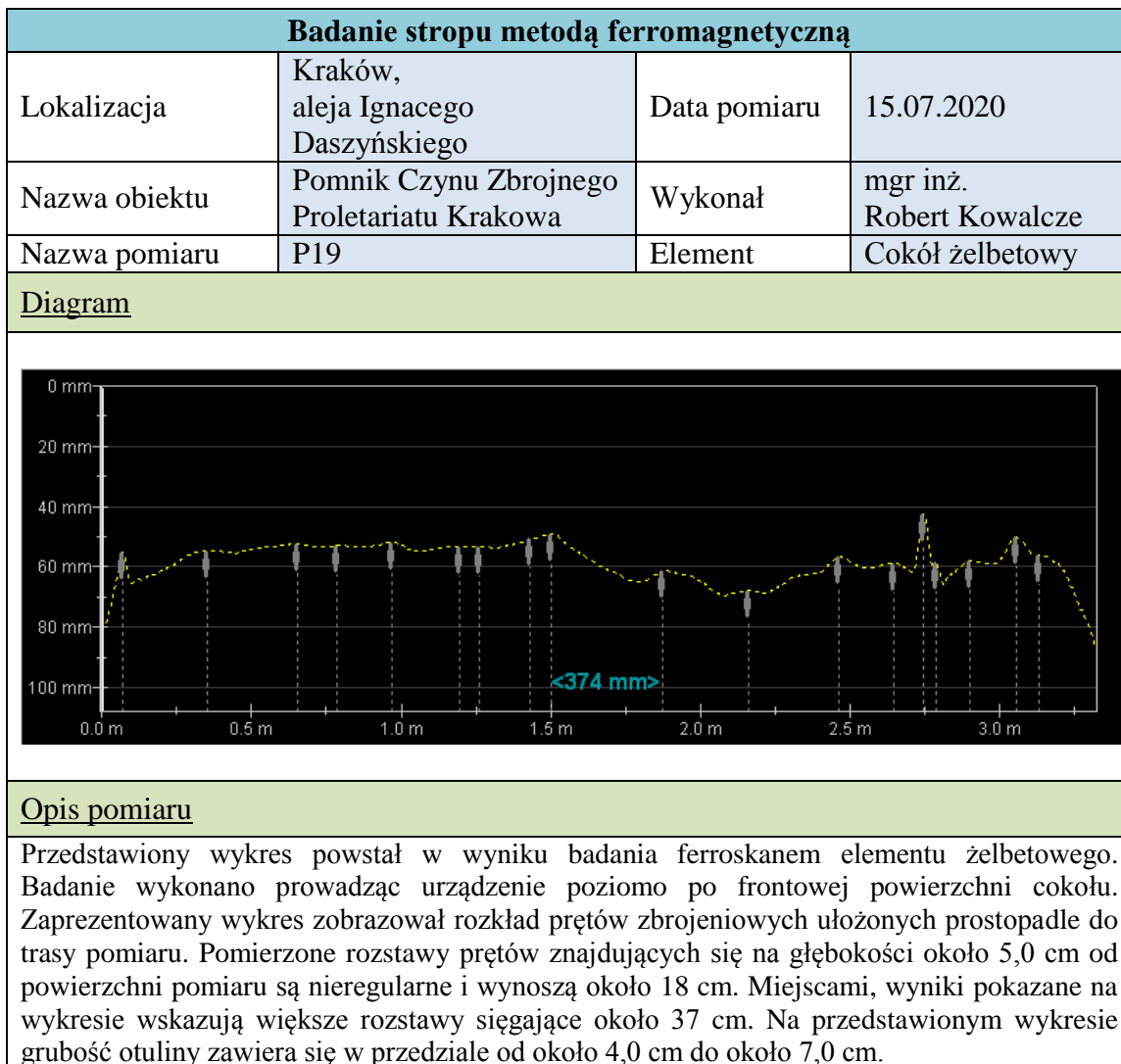


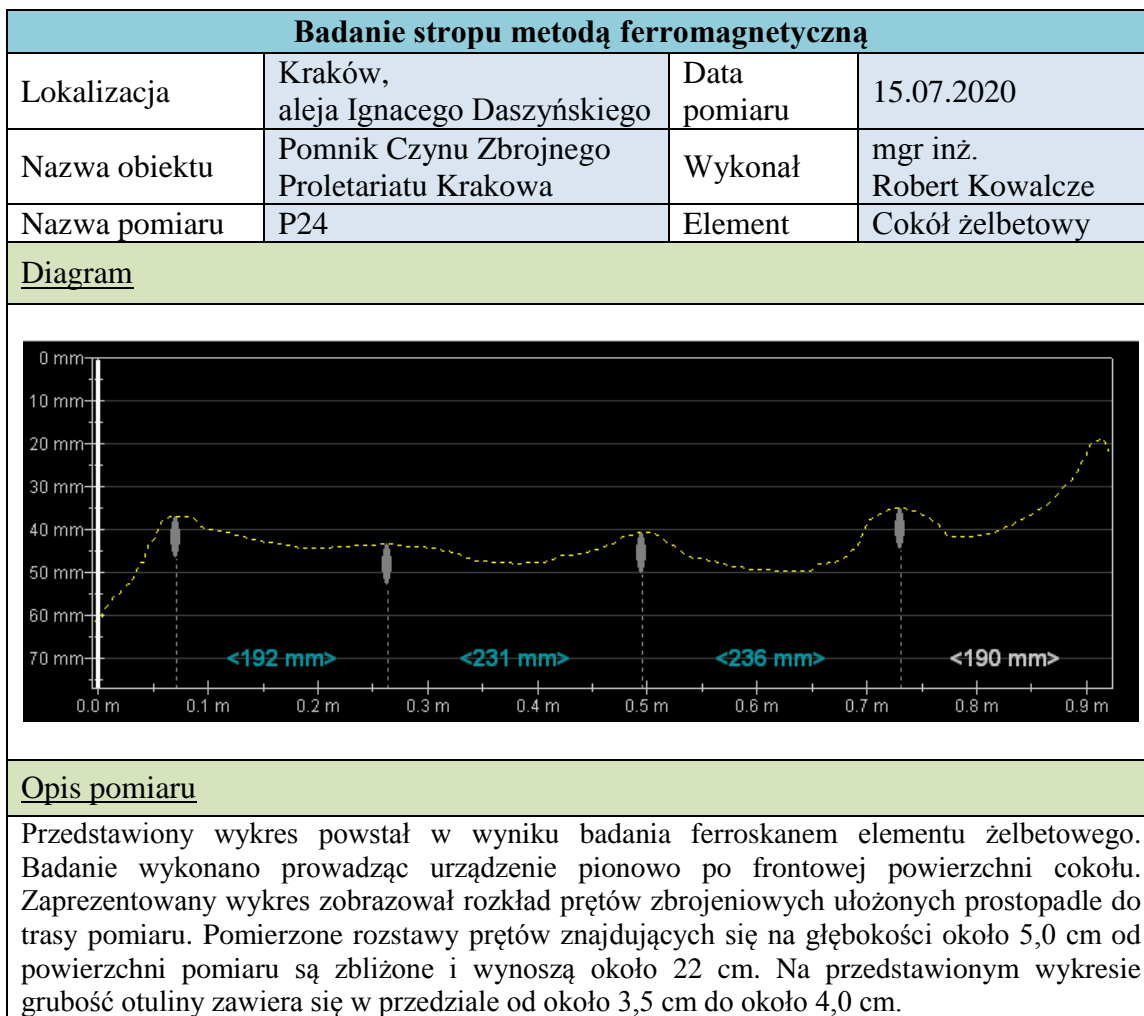
Opis pomiaru

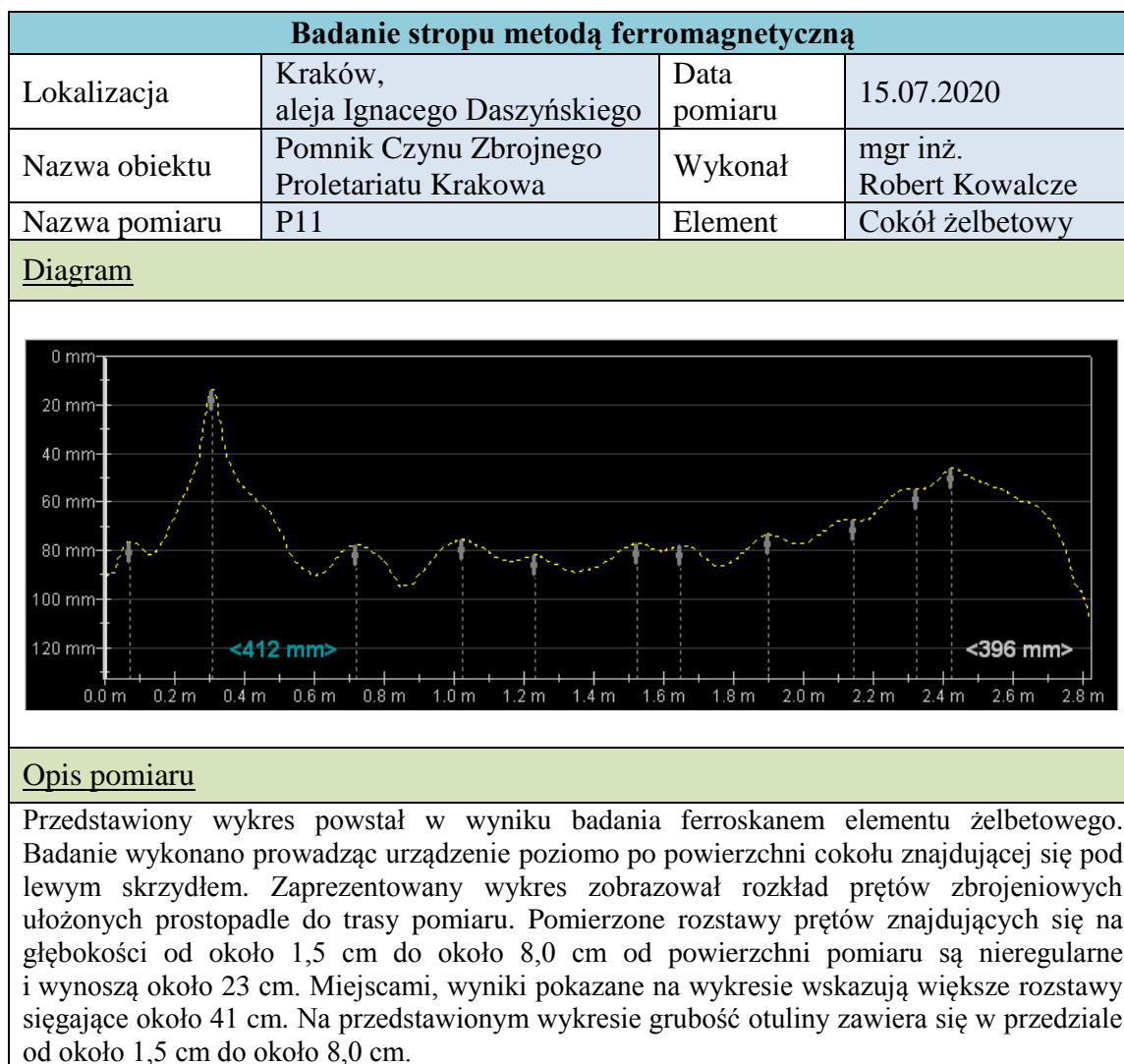
Przedstawiony wykres powstał w wyniku badania ferroskanem elementu żelbetowego. Badanie wykonano prowadząc urządzenie po pionowej powierzchni prawego skrzydła rozpoczynając badanie od dołu w kierunku góry. Zaprezentowany wykres zobrazował rozkład prętów zbrojeniowych ułożonych prostopadle do trasy pomiaru. Pomierzone rozstawy prętów znajdujących się na głębokości od około 4,0 cm do około 13,0 cm od powierzchni pomiaru są nieregularne i wynoszą około 15 cm. Miejscami, wyniki pokazane na wykresie wskazują większe rozstawy sięgające około 35 cm. Na przedstawionym wykresie grubość otuliny minimalnie wynosi około 4,0 cm.

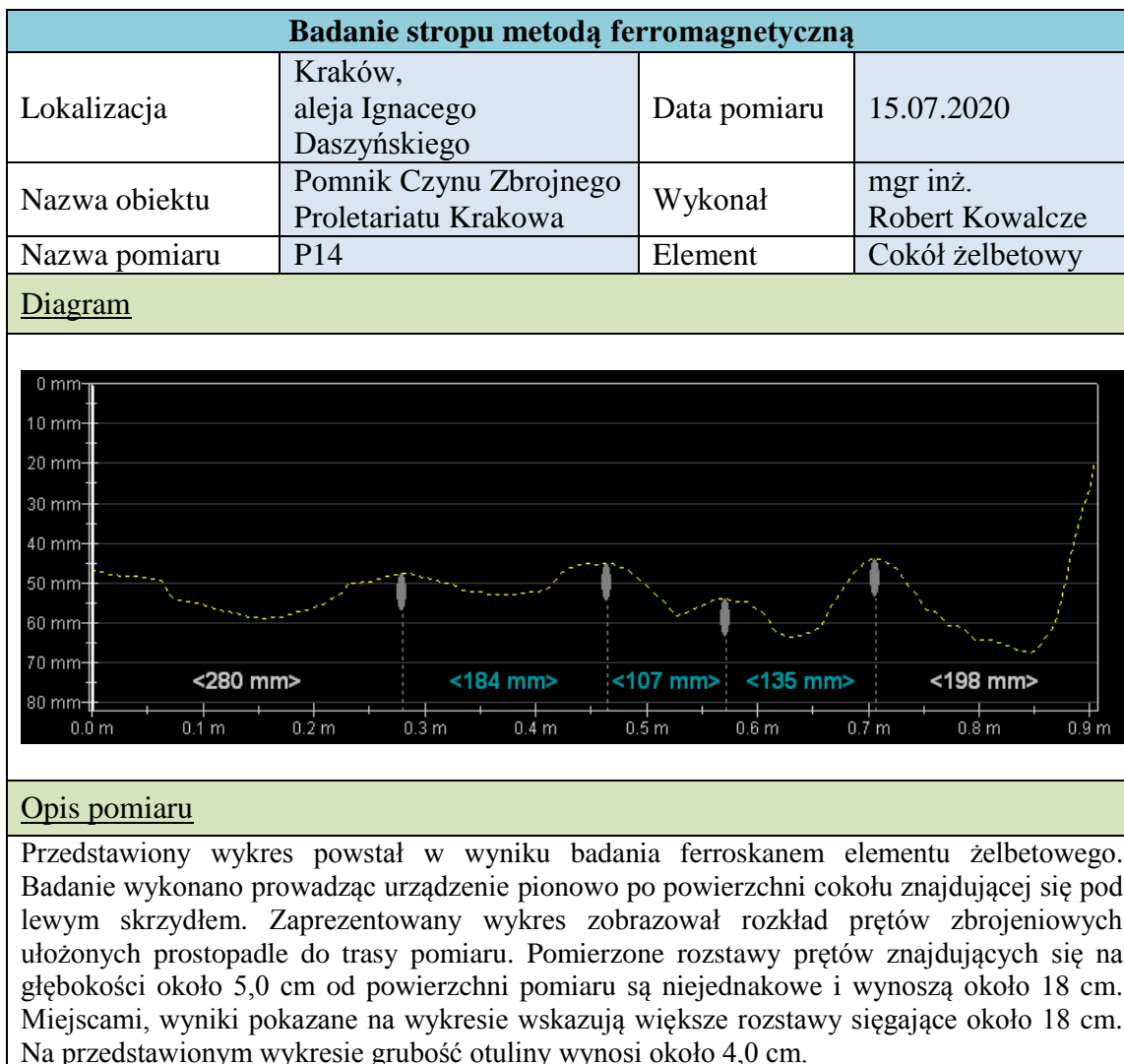


c) Cokół C1









5.3. Wyniki badań za pomocą młotka Schmidta typu Silver Schmidt BN

Przeprowadzono badania sklerometryczne betonu, z którego wykonano Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa usytuowany w Krakowie przy alei Ignacego Daszyńskiego. Jest to nieniszczące badanie diagnostyczne betonu służące do pośredniego określenia właściwości betonu na podstawie twardości powierzchniowej. Celem badania jest oszacowanie klasy betonu w istniejącej konstrukcji.

Badania sklerometryczne przeprowadzono na powierzchni lewego oraz prawego skrzydła i cokołu. Wybrano 4 miejsca pomiarowe dla każdego elementu. Odczytano liczbę odbicia w 9 punktach dla każdego miejsca pomiarowego. Przeprowadzone badania pozwalają na przyjęcie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie betonu w badanych elementach żelbetowych, która ma charakter orientacyjno-jakościowy. Poniżej zaprezentowano wyniki badań.

Obiekt		Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa									Data badania		2020-07-15			
Element		Lewe skrzydło SL									Obliczenia wg norm		PN-EN 12504-2:2002 EN 13791			
Lp.	kąt α	Odczyt Q									Odczyt średni Q _{ia}	Poprawka kątowa	Odczyt średni sprowadzony Q _i	(Q _i -Q) ²	Liczba odbić	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1	0	61,0	61,0	54,0	59,0	54,5	51,5	56,5	55,0	53,0	56,2	0,0	56,2	2,9	9	
2	0	53,5	58,0	58,5	57,5	56,0	57,0	52,0	50,0	50,0	54,7	0,0	54,7	0,1	9	
3	0	49,0	58,5	50,5	54,5	56,0	58,5	54,5	49,5	51,0	53,6	0,0	53,6	0,8	9	
4	0	48,5	54,5	56,0	50,0	54,5	56,0	55,0	55,5	50,5	53,4	0,0	53,4	1,1	9	
		Krzywa regresji R = 2,77 x e ^(0,048 x Q)									Suma		217,8		4,9	
		R = 37,8 MPa										Średnia Q =		54,5		
		S _R = 1,8 MPa										S _L =		1,3		
		V _R = 6,25%										V _L =		2,36%		
		R _g = R - 1,67 x S _R = 34,8 MPa										Jakość		bardzo dobra		
		Przyjęta klasa betonu C30/37 MPa										Liczba stanowisk		4		

Obiekt		Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa									Data badania		2020-07-15			
Element		Prawe skrzydło SP									Obliczenia wg norm		PN-EN 12504-2:2002 EN 13791			
Lp.	kąt α	Odczyt Q									Odczyt średni Q _{ia}	Poprawka kątowna	Odczyt średni sprowadzony Q _i	(Q _i -Q) ²	Liczba odbić	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1	0	58,0	53,0	52,0	54,0	54,5	59,0	55,0	53,0	50,0	54,3	0,0	54,3	7,6	9	
2	0	56,0	56,0	54,5	52,5	52,0	57,5	50,0	51,5	53,0	53,7	0,0	53,7	4,6	9	
3	0	47,5	47,0	44,0	44,0	52,5	50,5	49,5	49,0	49,0	48,2	0,0	48,2	11,3	9	
4	0	55,0	46,0	55,0	45,5	50,0	52,5	46,0	47,0	53,0	50,0	0,0	50,0	2,3	9	
		Krzywa regresji R = 2,77 x e ^(0,048 x Q)									Suma		206,1		25,8	
		R = 32,9 MPa									Średnia Q =				51,5	
		S _R = 3,6 MPa									S _L =				2,9	
		V _R = 13,87%									V _L =				5,69%	
		R _g = R - 1,67 x S _R = 26,9 MPa									Jakość		bardzo dobra			
		Przyjęta klasa betonu C25/30 MPa									Liczba stanowisk		4			

Obiekt		Pomnik Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa									Data badania		2020-07-15			
Element		Cokół C1									Obliczenia wg norm		PN-EN 12504-2:2002 EN 13791			
Lp.	kąt α	Odczyt Q									Odczyt średni Q_{ia}	Poprawka kątowna	Odczyt średni sprowadzony Q_i	$(Q_i - Q)^2$	Liczba odbić	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1	0	54,0	52,5	52,0	53,0	57,5	52,5	48,5	51,5	52,5	52,7	0,0	52,7	0,4	9	
2	0	54,0	55,5	56,0	56,0	54,5	54,0	59,0	49,5	52,0	54,5	0,0	54,5	1,5	9	
3	0	53,0	56,0	54,0	54,0	48,5	54,5	51,5	53,5	53,0	53,1	0,0	53,1	0,0	9	
4	0	53,5	53,5	52,0	52,0	53,0	52,0	51,0	53,0	55,0	52,8	0,0	52,8	0,2	9	
		$\text{Krzywa regresji } R = 2,77 \times e^{(0,048 \times Q)}$									Suma		213,1	2,1		
		$R =$		35,7	MPa					Średnia $[Q] =$				53,3		
		$S_R =$		1,1	MPa					$S_L =$				0,8		
		$V_R =$		4,13%						$V_L =$				1,59%		
		$R_g =$		$R - 1,67 \times S_R =$		33,8	MPa				Jakość		bardzo dobra			
		Przyjęta klasa betonu C30/37 MPa									Liczba stanowisk		4			

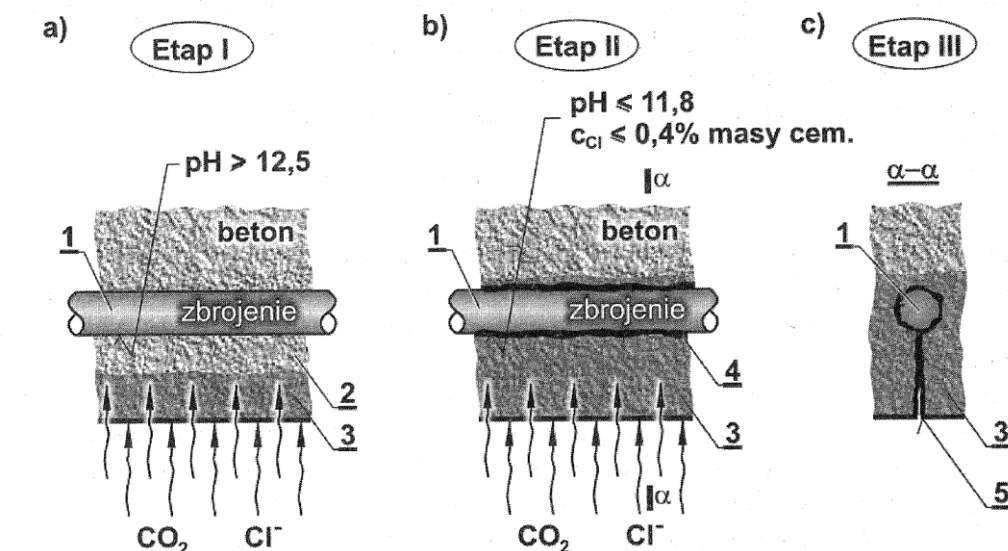
5.4. Wyniki pomiarów odkształceń geometrycznych

Dla opiniowanego pomnika przeprowadzono tachymetryczne pomiary odkształceń geometrycznych. Przeprowadzone pomiary nie wykazały występowania nadmiernych deformacji elementów żelbetowych pomnika. Różnice w poziomach wysokości skrzydeł bryły głównej zawierają się w przedziale 2,0cm – biorąc pod uwagę fakt iż najprawdopodobniej obiekt został wykonywany jako żelbetowa konstrukcja monolityczna, jest to wielkość którą można uznać za niedokładność wykonawczą. W części rysunkowej przedstawiono wyniki przeprowadzonych pomiarów.

5.5. Wyniki badania „in situ” korozji betonu

W celu określenia stopnia karbonatyzacji betonu wykonano niewielkie odkrytki w miejscach występowania blach stalowych a następnie pokryto fenoloftaleiną. Naniesiony preparat przyjął barwę lekko różową oraz lokalnie bezbarwną.

Jeżeli powierzchnia przełomu zachowuje naturalną barwę wilgotnego betonu (szarą) oznacza to, że beton jest całkowicie „zobojętniony” (to znaczy ma odczyn $\text{pH} < 8$). Zabarwienie przełomu na kolor lekko różowy wskazuje na częściowe zobojętnienie ($\text{pH} = 8 \sim 10,5$), kolor fioletowy wskazuje na brak „zobojętnienia” ($\text{pH} > 10,5$). Po upływie 1 minuty od naniesienia wskaźnika należy ocenić stopień karbonatyzacji badanej próbki określając grubość zabarwionej wskaźnikiem warstwy z dokładnością do 1 mm.



1-pręt zbrojeniowy; 2-otulina; 3-zobojętniona lub nasycona substancją agresywną strefa betonu; 4-produkty korozji stali; 5-rysa podłużna.



Ryc. 19 Widok miejsca badania „in situ” stopnia karbonatyzacji betonu




Ryc. 20 Widok miejsca badania „in situ” stopnia karbonatyzacji betonu

Ze względu na fakt, iż lokalnie w strefach występowania blach występuje całkowite zubożenie otuliny pobrano próbkę w celu wykonania dokładnych badań laboratoryjnych w strefach poza blachami stalowymi.

5.6. Wyniki laboratoryjnych badań chemicznych betonu

W tabelach poniżej zamieszczono zdjęcia próbki pobranej do badań chemicznych oraz wynikami badań laboratoryjnych.

Tabela 1. Wyniki badań chemicznych betonu

	pH	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
		[%] masy spoiwa	
	11,83	0,05	0,08
	12,10	brak	brak

- Na podstawie uzyskanych wyników badań chemicznych stwierdzono, że:
- odczyn betonu w warstwach zewnętrznych o grubości nie przekraczającej 1 cm jest nieznacznie poniżej wartości wymaganej dla betonu zbrojonego tj. 11,8. Oznacza to obecność w tej strefie procesów prowadzących do stopniowego odalkalizowania spoiwa,
 - w warstwach głębszych (nieco oddalonych od powierzchni) odczyn jest powyżej wartości minimalnej tj. 11,8. Im dalej od powierzchni, tym pH betonu wyższe i na głębokości 2 cm wynosi 12,10;
 - w warstwach zewnętrznych obecne są śladowe ilości chlorków i siarczanów, nie stanowiące zagrożenia dla badanego betonu, natomiast w środku chlorków i siarczanów nie stwierdzono.

6. Wnioski i zalecenia

Oględziny oraz przeprowadzone badania specjalistyczne konstrukcji żelbetowej Pomnika Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa zlokalizowanego przy Alei Ignacego Daszyńskiego w Krakowie pozwalają na przedstawienie następujących wniosków i zaleceń:

- a) Stan techniczny przedmiotowych elementów żelbetowych należy określić jako na ogół zadowalający. Występuje jednak konieczność podjęcia prac naprawczych.
- b) Przeprowadzone wizja lokalna wraz z badaniami dają podstawę do stwierdzenia iż obiekt pracuje w sposób poprawny. Nie występuje zagrożenie bezpieczeństwa układu nośnego.
- c) Przeprowadzone pomiary odształceń geometrycznych wykazały, iż bryła pomnika nie wykazuje deformacji ani odształceń mających świadczyć o jej niepoprawnej pracy.
- d) Stwierdzone w czasie wizji lokalnej uszkodzenia mają charakter korozyjny. Korozja jest częściowo następstwem pierwotnych wad wykonawczych.
- e) Uszkodzenia zlokalizowane są głównie w strefach występowania blach stalowych, które już na etapie wykonania nie zostały odpowiednio zabezpieczone. Ze względu na pozostawione w konstrukcji drewniane dystanse, które skorodowały bądź wypadły, blachy rozpór stalowych narażone są na ciągłą korozję atmosferyczną.
- f) Przeprowadzone badania stopnia karbonatyzacji betonu wykazały, iż w lokalizacji występowania blach stalowych doszło do częściowej bądź całkowitej karbonatyzacji otuliny zbrojenia.
- g) Przeprowadzone badania laboratoryjne wykazały, iż w próbce pobranej ze strefy nie uszkodzonej, poza blachami, doszło do nieznacznego obniżenia pH betonu za czym idzie częściowa karbonatyzacja otuliny zbrojenia.
- h) Ze względu na stopień karbonatyzacji, korozję blach oraz występujące w miejscach lokalizacji blach odspojenia powierzchniowych płyt betonu konieczne jest podjęcie prac zabezpieczających.
- i) W zakresie prac zabezpieczających określonych jako naprawa żelbetu według jednego z oferowanych systemów powinna się zawierać reprofilacja powierzchni żelbetowych - głównie powierzchni dolnych skrzydeł bryły głównej oraz powierzchni schodów żelbetowych.
- j) W czasie prowadzenia prac reprofilacyjnych bryły głównej zaleca się wykonanie tzw. kapinosów wzdłuż krawędzi płyt dolnych skrzydeł bryły głównej. Kapinosy mogą mieć formę zamaskowanych profili doklejanych do betonu przy krawędzi.
- k) W czasie prowadzenia prac reprofilacyjnych schodów zaleca się wykonanie minimalnych spadków w celu odpowiedniego odprowadzania wody opadowej.
- l) Na ocenę stanu technicznego opisywanego obiektu wpływają wyniki badań oraz analizy wskazujące na:
 - lokalne zarysowania i naloty soli na powierzchni żelbetowych elementów pomnika.
 - lokalna destrukcja betonu i stali – łuszczenie się warstw otuliny, stopień korozji otuliny w strefach występowania blach stalowych, stopień korozji stali.

7. Program prac zabezpieczających

Przeprowadzony przegląd, analiza i ocena stanu technicznego konstrukcji Pomnika Czynu Zbrojnego Proletariatu Krakowa zlokalizowanego przy alei Ignacego Daszyńskiego w Krakowie dają podstawę do sformułowania zaleceń następujących prac naprawczych i konserwatorskich:

- a) Prace naprawcze należy traktować, jako prace mające na celu poprawę estetyki obiektu oraz w celu zapobiegania dalszej degradacji korozyjnej.
- b) Prace naprawcze dzielą się na trzy grupy:
 - Grupa 1 – są to prace związane z oczyszczeniem i usunięciem wszystkich nalotów, wysoleń na powierzchni elementów pomnika.
 - Grupa 2 – są to wszelkiego rodzaju prace związane z naprawą konstrukcji, wykonaniem powłok naprawczych żelbetu, z fakturą betonu architektonicznego
 - Grupa 3 – obejmuje prace związane z wykończeniem i odtworzeniem faktury pomnika po wcześniejszych zabiegach naprawczych,
- c) Wszystkie trzy grupy prac należy wykonać kompleksowo, lecz w opisanej kolejności. Głównie z uwagi na proces technologii naprawy, który winien być wykonany zgodnie z zaleceniami odpowiednich systemów oraz w sposób kompletny. To zagwarantuje najwyższy poziom jakości i zapewni długoletnie korzyści z przeprowadzonych prac remontowych.
- d) Prace winny zostać wykonane w możliwie krótkim czasie z uwagi na postępującą korozję betonu. Konsekwencją korozji betonu jest korozja stali, która jest trudna technologicznie do usunięcia i zwykle wymaga prowadzenia kosztownych i czasochłonnych prac naprawczych.

Program prac naprawczych obejmuje działania mające na celu przygotowanie konstrukcji do działań związanych z naprawą, technologii naprawy jak również odpowiedniego zabezpieczenia i wykończenia. Program przedstawiono w chronologicznie zakładanych przez autorów niniejszego opracowania punktach, należy jednak mieć na uwadze, iż działania mogą być wykonywane w różnej kolejności w zależności od możliwości wykonawcy, doboru technologii oraz udostępnienia obiektu.

Do Grupy 1 należą prace związane z przygotowaniem konstrukcji. Zwykle prace te bezpośrednio poprzedzają działania w obrębie danej części konstrukcji. Część prac porządkowych należy jednak wykonać wcześniej w celu określenia skali koniecznych napraw. Grupa 2 to prace, które muszą być przeprowadzone zgodnie z systemem i wymagają działań ściśle określonych przez dostawców i producentów. Program prac zamyka Grupa 3, do której należą prace związane z wykończeniem i uporządkowaniem obiektu.

W oparciu o ten podział wyszczególnia się następujące prace:

- a) Oczyszczenie elementów żelbetowych z powierzchniowych zabrudzeń i zanieczyszczeń.
- b) Wykonanie reprofilacji powierzchni żelbetowych. Naprawę tą należy wykonać poprzez zastosowanie materiałów i systemów do konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych napraw betonu, w tym ochronę zbrojenia przed korozją oraz zaprawy wyrównujące i wygładzające scalone kolorystycznie i fakturowo z istniejącą powierzchnią betonu. Do miejscowych napraw niekonstrukcyjnych i konstrukcyjnych należy zastosować preparaty systemu Sika MonoTop lub równoważnych. Wymagania użytkowe dla napraw konstrukcyjnych jak dla Klasy R3, a dla napraw niekonstrukcyjnych jak dla klasy R2. Określenie wymagań dla klas zawarto w normie PN-EN 1504-3 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 3: Naprawy konstrukcyjne i niekonstrukcyjne.
- c) Wybór odpowiednich metod do oczyszczenia i usuwania betonu wchodzących w zakres reprofilacji, zależny jest od rodzaju i rozmiaru uszkodzeń betonu, jego jakości i powinien być uzgodniony z nadzorem lub upoważnionym inżynierem.

8. Opracowanie rysunkowe