

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 STANU TECHNICZNEGO

oraz

PROJEKT WZMOCNIENIA

Układu belek w budynku DS.-6 (21-4) w ramach zadania
inwestycyjnego pn.: „Dostosowanie budynku dydaktyczno-
administracyjnego „Kwadrat” do wymagań ochrony ppoż. budynek
DS.-6 (21-4), ul. Skarżyńskiego”

branża: konstrukcja

Zleceniodawca:

Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki
Dział Inwestycji i Remontów
ul. Warszawska 24
31-155 Kraków,

Projektant:

mgr inż. Mirosław Bielecki
upr. nr ewid. MAP/0071/POOK/11

Sprawdzający:

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

Współpraca:

inż. Marcin Piechaczek

Kraków, maj 2020

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

1.	Cel i zakres opracowania.....	3
2.	Podstawy opracowania	3
3.	Opis stanu istniejącego	5
3.1.	Opis ogólny budynku i stropu nad parterem.....	5
3.2.	Opis stanu zachowania stopu nad parterem w obrębie pomieszczeń klubu oraz byłej stołówki	7
3.3.	Ocena stanu istniejącego opiniowanego stropu:.....	8
4.	Opis i analiza wyników badań.....	9
4.1.	Badanie georadarowe.....	9
4.2.	Wyniki badania georadarowego	10
5.	Wnioski i zalecenia.....	30
6.	Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe:.....	31
6.1.	Elementy konstrukcji istniejącej:.....	31
6.2.	Program prac:.....	31
6.3.	Założenia materiałowe:.....	31
7.	Zalecenia wykonawcze:.....	32
8.	Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.	33
	Poz. 1.1 Strop DZ-3 – na belkach prefabrykowanych (rozpiętość 6.0m)	35
	Poz. 1.2 Strop DZ-3 - na belkach prefabrykowanych (rozpiętość 4.85m)...	38
	Poz. 1.3 Strop DZ-3 - na belkach prefabrykowanych (rozpiętość 2.56m)...	41
	Poz. 2.1 Strop DZ-3 na belkach wylewanych na mokro	43
	Poz. 3.1 Podciąg główny	46
	Poz. 3.2 Podciąg skrajny	49
	Poz. 3.2 Podciąg wspornikowy	51
9.	Dokumentacja rysunkowa:	53

1. Cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest ocena aktualnego stanu technicznego fragmentu stropu nad parterem w części budynku DS-6 (21-4) Politechniki Krakowskiej zajmowanej przez klub „Kwadrat” mieszczącego się przy ulicy Skarżyńskiego 1 w Krakowie z uwagi na zmiany sposobu użytkowania konieczne jest przedstawienie sposobu wzmocnienia stropu do wymaganego poziomu obciążenia przeznaczonego dla pomieszczeń klubu studenckiego „Kwadrat”.

W opracowaniu uwzględniono wyniki wstępnego przeglądu obiektu oraz wyniki inwentaryzacji konstrukcyjnej. Zaproponowano również przeprowadzenie towarzyszących badań specjalistycznych. Przeprowadzono analizę nośności poszczególnych elementów konstrukcji stropu. Zabiegi te miały na celu uzyskanie podstaw do sformułowanych wniosków dotyczących dopuszczalnych obciążeń użytkowych w pomieszczeniach Klubu Studenckiego Kwadrat w świetle obowiązujących norm.

Celem opracowania jest w pierwszym rzędzie rozpoznanie struktury i rodzaju stropu oraz analiza nośności poszczególnych elementów stropu nad parterem budynku przy ulicy Skarżyńskiego 1. Dalszym celem jest przedstawienie opinii na temat stanu technicznego opiniowanego stropu w zakresie jego nośności i użytkowości. Istotnym składnikiem opracowania jest podanie charakterystycznej wartości i charakteru dopuszczalnych obciążeń zapewniających wymaganą trwałość i bezpieczeństwo użytkowania.

2. Podstawy opracowania

Formalne i merytoryczne podstawy opracowania:

- Zlecenie na wykonanie *Ekspertyza stanu technicznego oraz projekt wzmocnienia stropu nad parterem w części budynku DS-6 (21-4) Politechniki Krakowskiej zajmowanej przez klub „Kwadrat” w ramach zadania „Dostosowanie budynku dydaktyczno-administracyjnego „Kwadrat” do wymagań ochrony ppoż.”*,
- *Projekt architektoniczno – budowlany Przebudowy budynku nr 21-4 związany ze zmianą sposobu użytkowania pomieszczeń* wykonany pod kierunkiem mgr inż. arch. Wacława Stefańskiego,
- - *Projekt budowlany branży architektonicznej Przebudowy budynku nr 21-4 związany ze zmianą sposobu użytkowania pomieszczeń* wykonany pod kierunkiem mgr inż. arch. Wacława Stefańskiego,
- - *Projekt budowlany branży konstrukcyjnej Przebudowy budynku nr 21-4 związany ze zmianą sposobu użytkowania pomieszczeń* wykonany pod kierunkiem mgr inż. Zdzisława Trzepli,
- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana *Stołówka Studencka P.K. - Budynek nr 21-4* wykonany przez arch. Bogdana Wiczorka,
- *Obliczenia statyczne. Rysunki konstrukcyjne – Stołówka studencka – Adaptacja projektu typowego nr 0,16/69* wykonane przez pracownię „Miastoprojekt” w 1973 roku,
- *Rysunki konstrukcyjne – Stołówka studencka – Adaptacja projektu typowego nr 0,16/69* wykonane przez pracownię „Miastoprojekt” w 1973 roku,

- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana budynku przy Skarżyńskiego 1 w Krakowie udostępniona przez Zleceniodawcę,
- Materiały archiwalne autorów opracowania,
- Badania elementów konstrukcyjnych budynku wykonane przez autorów opracowania,
- Przeglądy zabudowy posesji przy ulicy Skarżyńskiego 1 przeprowadzone przez autorów opracowania w obecności Zarządcy budynku,
- Obowiązujące normy oraz literatura przedmiotu a w szczególności:
 - PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.
 - PN—EN 1990-2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji;
 - PN—EN 1991-1-1:2002 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-1: Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
 - PN—EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-3; Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
 - PN – EN 1991-1-4:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru..
 - PN – EN 1992-1-1:2004 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu, Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
 - PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.
 - PN-B-03002:1999 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczenia (z późniejszymi zmianami Ap1:2001, Az1:2001)
 - PN-B-03340:1999 Konstrukcje murowe zbrojone. Projektowanie i obliczenia.
 - PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-83/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-88/B-02014 Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.

W Starosolski *Konstrukcje żelbetowe tom 1 i 2* PWN 2003

S. Pyrak *Konstrukcje z betonu cz2. Elementy i ustroje* Wydawnictwa Szkole i Pedagogiczne, Warszawa 1979

ST. Hajdasz *Sposoby ustalenia zużycia technicznego budynków i budowli*, Promiks, 1991 r,

J. Hadyna *Utrzymanie obiektów budowlanych* – materiały MOIIB – Kraków, 2005,

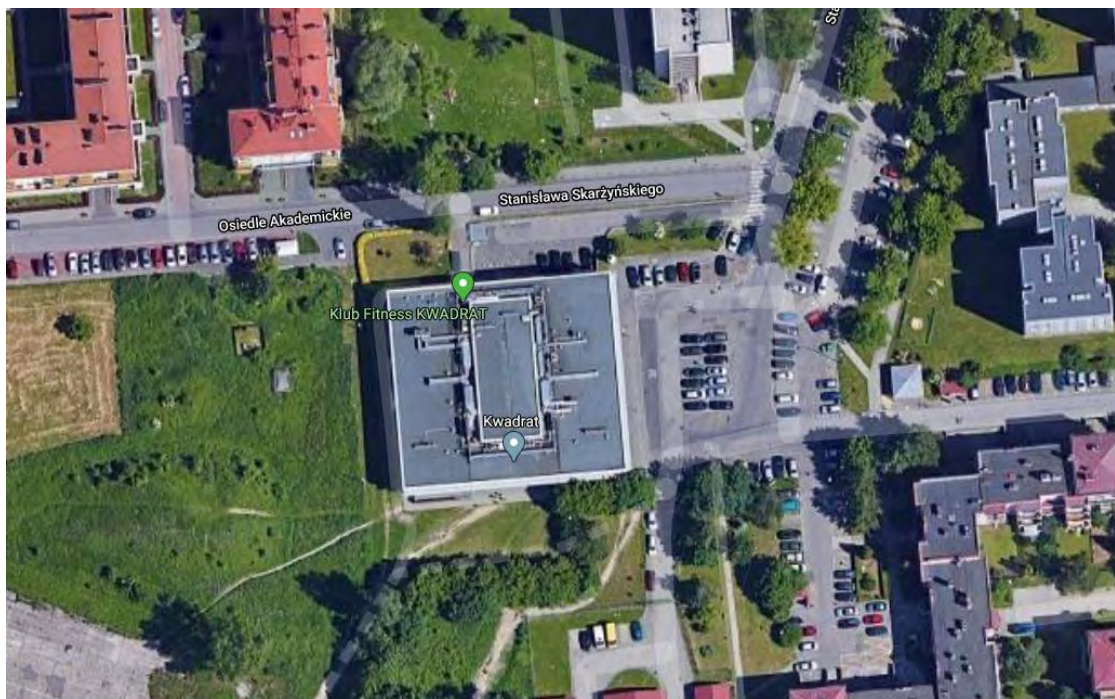
F. D. Dmitriew *Katastrofy budowlane Szkice historyczno - techniczne* Budownictwo i Architektura Warszawa 1956,

3. Opis stanu istniejącego

3.1. Opis ogólny budynku i stropu nad parterem

Budynek zlokalizowany na posesji przy ulicy Skarżyńskiego 1 w Krakowie jest obiektem zrealizowanym w końcu lat 70 dwudziestego wieku jako budynek wolnostojący. Budynek ten posiada dwie kondygnacje nadziemne i jest częściowo podpiwniczony, przekryty płaskim stropodachem. W poziomie piętra budynku jego bryłę wysunięto poza obrys rzutu parteru na zewnątrz tworząc nadwieszenia. Rzut budynku jest regularny, zbliżony kształtem do prostokąta o wymiarach 42,50 m x 31,20m, a w poziomie nadwieszanej kondygnacji piętra wymiary rzutu wynoszą 47,25 m x 41,85m.

Opiniowany budynek jest obiektem użytkowanym w całości jako obiekt użyteczności publicznej, w którym mieszczą się pomieszczenia dydaktyczne (w poziomie parteru oraz piętra), pomieszczenia klubu fitness (w poziomie piwnicy oraz parteru), pomieszczenia wydawnictwa Politechniki Krakowskiej (w poziomie parteru), pomieszczenia Poligrafii Politechniki Krakowskiej (w poziomie parteru), oraz pomieszczenia Klubu Studenckiego Kwadrat.



Rys. 1. Lokalizacja budynku przy ulicy Skarżyńskiego 1 na internetowej mapie Krakowa.

Budynek przy Skarżyńskiego 1 posadowiono bezpośrednio na rodzimym gruncie za pośrednictwem ław oraz stóp fundamentowych. Ściany piwnic oraz ściany fundamentowe wykonano jako monolityczne żelbetowe, lokalnie z cegły ceramicznej pełnej. Konstrukcję nośną obiektu tworzy przestrzenny układ szkieletowy słupowo – belkowy. Lokalnie układ ten uzupełniono ścianami nośnymi. Słupy w budynku rozmieszczono na regularnej siatce 6,0 m x 6,0m. W poziomie stropu nad parterem uformowano przewieszenia wspornikowe belek o wysięgu 2,40m. Stropy wykonano

jako stropy gęstożebrowe typu DZ-3 na belkach prefabrykowanych o wysokości 23cm rozpiętych po między monolitycznymi ryglami głównych ram żelbetowych lub pomiędzy ścianami nośnymi. Lokalnie stropy w budynku formowano w postaci monolitycznej płyty żelbetowej. Konstrukcję biegów oraz spoczników schodów wykonano w postaci elementów żelbetowych wylewnych na budowie. Stropodach został uformowany w postaci stropodachu wentylowanego. Konstrukcję nośną stropodachu stanowi układ poprzecznych monolitycznych ram z żelbetowych, na których oparto stropy gęstożebrowe DZ-3 o wysokości 23cm. Na stropie wykonane zostały ażurowe ścianki murowane z cegły pełnej na których ułożono prefabrykowane płyty korytkowe. Pokrycie budynku wykonano w postaci papy termozgrzewalnej.

Strop nad parterem w obrębie pomieszczeń Klubu Studenckiego można pod względem budowy podzielić na dwa rodzaje. Strop wykonany został w postaci prefabrykowanego stropu gęstożebrowego DZ-3 o grubości 23cm z pustakami układanymi na belkach prefabrykowanych o szerokości stopek 12cm. Belki rozmieszczone są w rozstawie osiowym co 60 cm i opierają się na ryglach żelbetowych. W obrębie osi 6/C-E występuje również strop gęstożebrowy DZ-3 o grubości 23cm, z pustaków układanych na monolitycznych belkach żelbetowych o przekroju 24cm x 24cm w rozstawie osiowym co 60 cm.

3.2. Opis stanu zachowania stropu nad parterem w obrębie pomieszczeń klubu oraz byłej stołówki

Opiniowany budynek wzniesiono jako obiekt o monolitycznej konstrukcji szkieletowej uformowanej w postaci układu ram żelbetowych na których oparto stropy gęstożebrowe. Układ ten lokalnie został uzupełniony ścianami żelbetowymi oraz murowanymi. Budynek jest częściowo podpiwniczony i posiada dwie kondygnacje nadziemne.

Stropy przekrywające parter budynku wykonane zostały jako stropy gęstożebrowe typu DZ-3 z pustakami układanymi na prefabrykowanych belkach o szerokości 12 cm. Część stropu nad parterem w obrębie osi tworzą stropy gęstożebrowe DZ-3 realizowane indywidualnie na belkach żelbetowych, monolitycznych, wylewanych na budowie o przekroju 24cm x 24cm uformowanym przez odpowiednie rozsuniecie pustaków. Stropy te są oparte bezpośrednio na ścianach parteru. Strop nad parterem pierwotnie od spodu otynkowano od spodu tynkiem cementowo-wapiennym, a w ramach przeprowadzonego remontu wykonano dodatkowo sufit podwieszany z płyt kartonowo-gipsowych.

Belki stropu gęstożebrowego DZ-3 wykonano z betonu klasy C15/20 zbrojonego prętami po 3 x Ø12 wykonanymi ze stali AIII 34GS. Belki wylewane na budowie o przekroju 24cm x 24cm uformowano z betonu klasy C15/20 oraz zazbrojono prętami po 4 x Ø16 dołem oraz 2 x Ø16 górą wykonanymi ze stali AIII 34GS.

Stropy w obrębie pomieszczeń klubu nie wykazują oznak nadmiernego ugięcia. Nie stwierdzono również oznak zawilgocenia. Lokalnie w miejscu wykonania odkrywki stropu stwierdzono zarysowanie stropu oraz rozluźnienie i niewielkie uszkodzenie pustaków wypełniających przestrzeń między belkami stropu DZ-3. Nie mają one jednak istotnego znaczenia konstrukcyjnego.

3.3. Ocena stanu istniejącego opiniowanego stropu:

Stan techniczny stropu nad parterem w budynku przy ulicy Skarżyńskiego 1 w Krakowie można ocenić jako na ogół zadowalający. Na ocenę tą wpływa głównie brak zarysowań i widocznych ugięć tego stropu. Strop pod główną salą klubu studenckiego wykonany został jako gęstożebrowy DZ-3 oparty na prefabrykowanych belkach żelbetowych oraz w części środkowej Sali w osiach 6/C-F jako strop DZ-3 z pustakami opartymi na żelbetowych monolitycznych belkach wylewanych na budowie.

Strop nad parterem w tej części budynku nie wykazuje przekroczenia warunku granicznego ugięć. Lokalnie stwierdzono niewielkie zarysowania stropu, które nie sygnalizują zagrożenia konstrukcyjnego. Brak jest również śladów zużycia elementów wykończenia. Wizualnie całość znajduje się w na ogół dobrym stanie technicznym.

Przeprowadzona analiza statyczno-wytrzymałościowa stropu wykazała, iż nośność części stropu w stosunku do przewidywanej funkcji pomieszczeń klubu jest niewystarczająca. W celu dostosowania pomieszczeń wymagań użytkowych klubu studenckiego zalecane jest zastosowanie wzmocnień stropu gęstożebrowego.

4. Opis i analiza wyników badań

4.1. Badanie georadarowe

Zasada działania badań urządzeniem w postaci georadaru opiera się na metodzie pomiaru elektromagnetycznego o częstotliwości z zakresu krótkich do ultrakrótkich fal radiowych. Istotą metody działania urządzeń tego typu jest emisja i odbiór impulsów elektromagnetycznych, dlatego też każde urządzenie jest wyposażone w dwie anteny. Jedna antena typu nadawczego i druga typu odbiorczego. Antena nadawcza ma za zadanie emitowanie fal w głąb analizowanego ośrodka, które rozchodząc się ulegają odbiciu, załamaniu i tłumieniu. Natomiast zadaniem anteny odbiorczej jest rejestracja w formie cyfrowej obrazu zniekształconego przez zmiany właściwości dielektrycznych elementów znajdujących się w badanym ośrodku. Przetwarzanie takich danych pomiarowych odbywa się z wykorzystaniem oprogramowania, które pozwala uzyskać obraz w postaci echogramu, czyli zapisu tego co antena odbiorcza zarejestrowała z fal wysłanych przez antenę nadawczą. Forma echogramu przypomina przekrój przez badany ośrodek, ponieważ osią odciętych jest pokonany dystans, a rzędnych głębokość na jaką fala została zimplementowana. Jedną z zalet badań georadarowych jest fakt, iż badania te są badaniami bezinwazyjnymi.

Zastosowane urządzenie to StructureScan Mini XT. Producent określa, iż urządzenie przeznaczone jest głównie do lokalizowania prętów zbrojeniowych, przepustów, prętów sprężających, przewodów elektrycznych, pustek oraz wyznaczania grubości płyt betonowych, jednak z uwagi na szerokie spectrum stosowania metody georadarowej do badania różnych ośrodków i anomalii materiałowych, urządzenie można wykorzystywać do szerszego zakresu badań.

Urządzenie wykorzystywane do badań posiada następujące parametry:

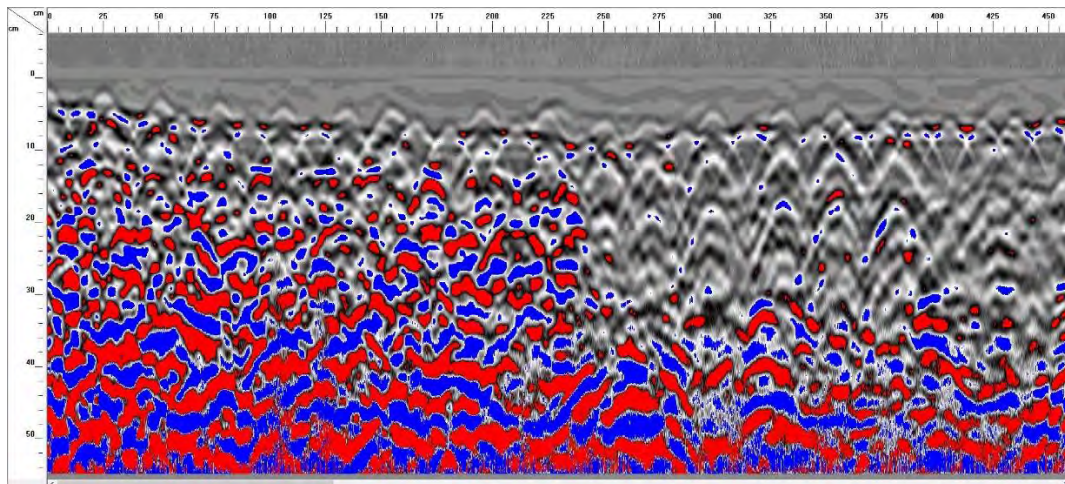
- antena o częstotliwości 2,7GHz
- głębokość penetracji do 50cm



4.2. Wyniki badania georadarowego

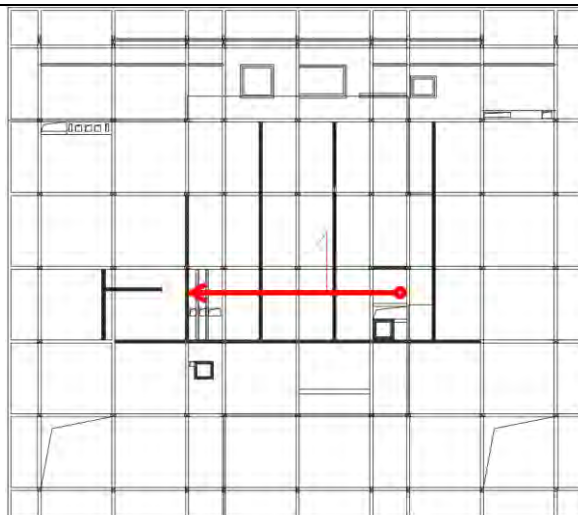
W trakcie badań wykonano trasy georadarowe. Na podstawie pomierzonych wartości anomalii otrzymano echogramy, a następnie przedstawiono w dalszej części opracowania.

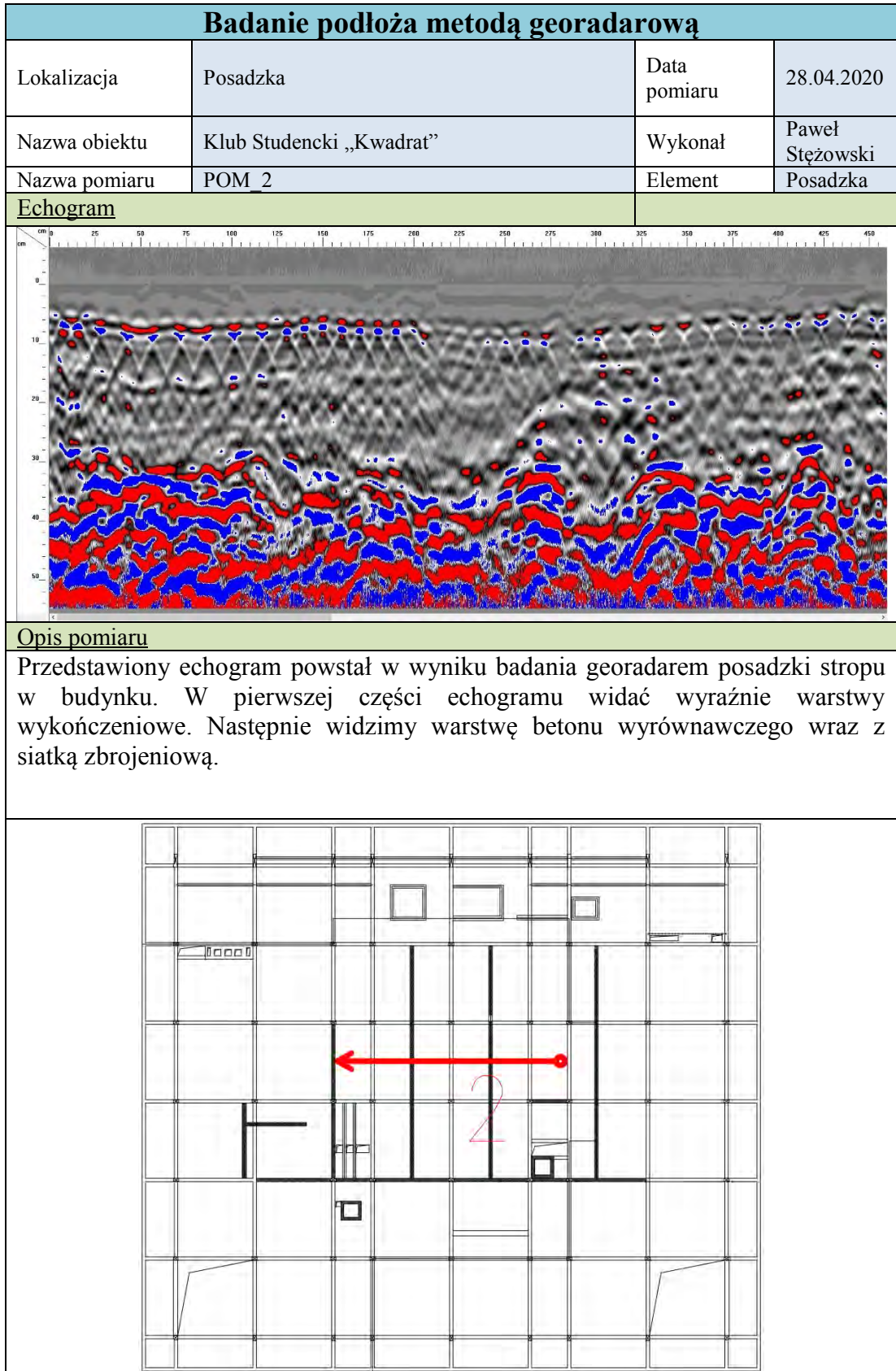
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Posadzka	Data pomiaru	28.04.2020
Nazwa obiektu	Klub Studencki „Kwadrat”	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_1	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

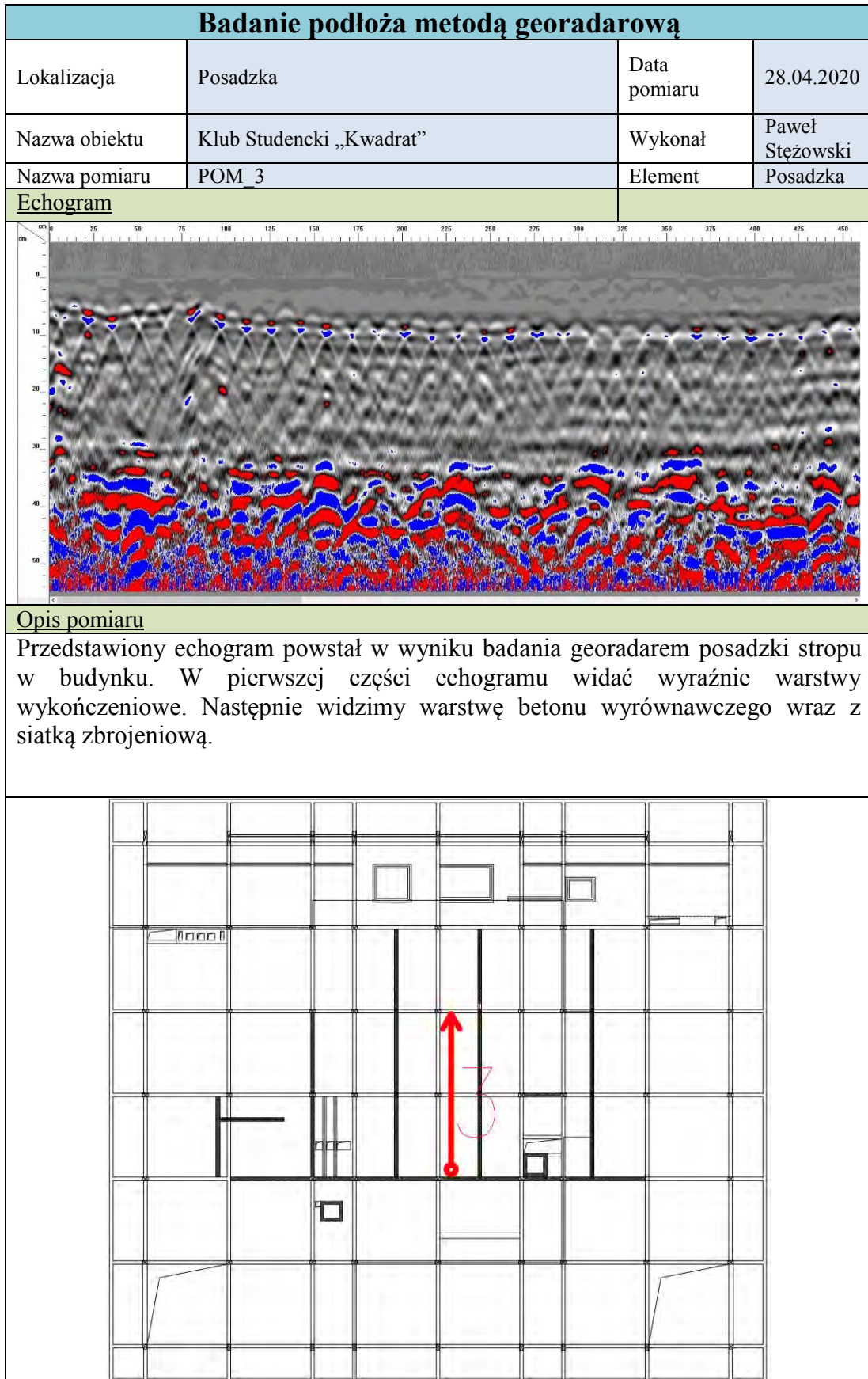


Opis pomiaru

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu w budynku. W pierwszej części echogramu widać wyraźnie warstwy wykończeniowe. Następnie widzimy warstwę betonu wyrównawczego wraz z siatką zbrojeniową.

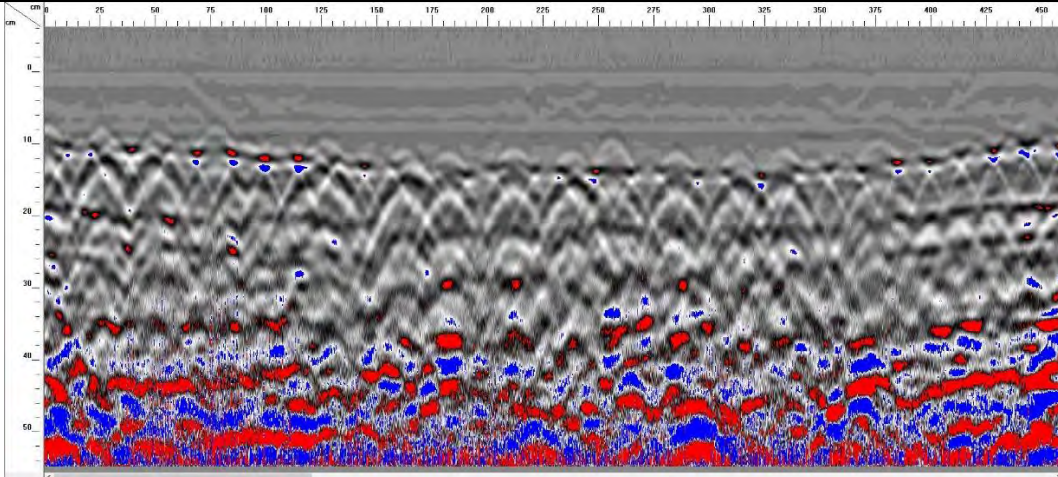






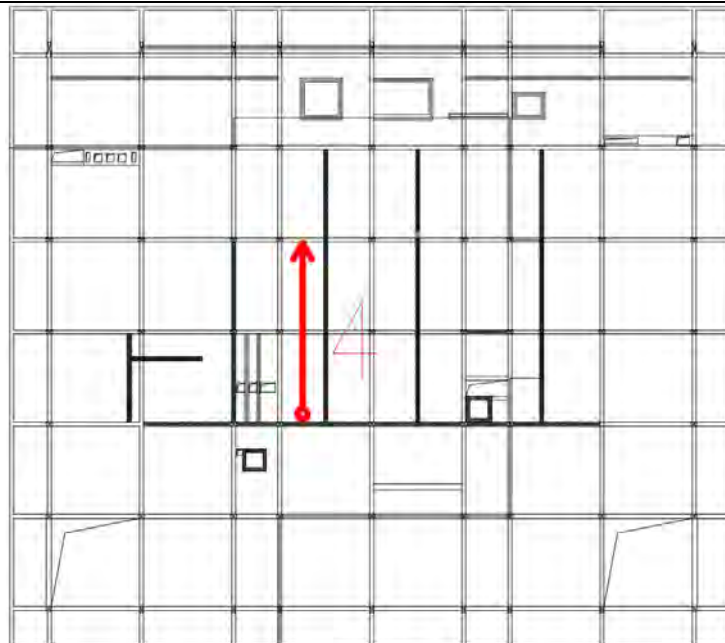
Badanie podłoża metodą georadarową

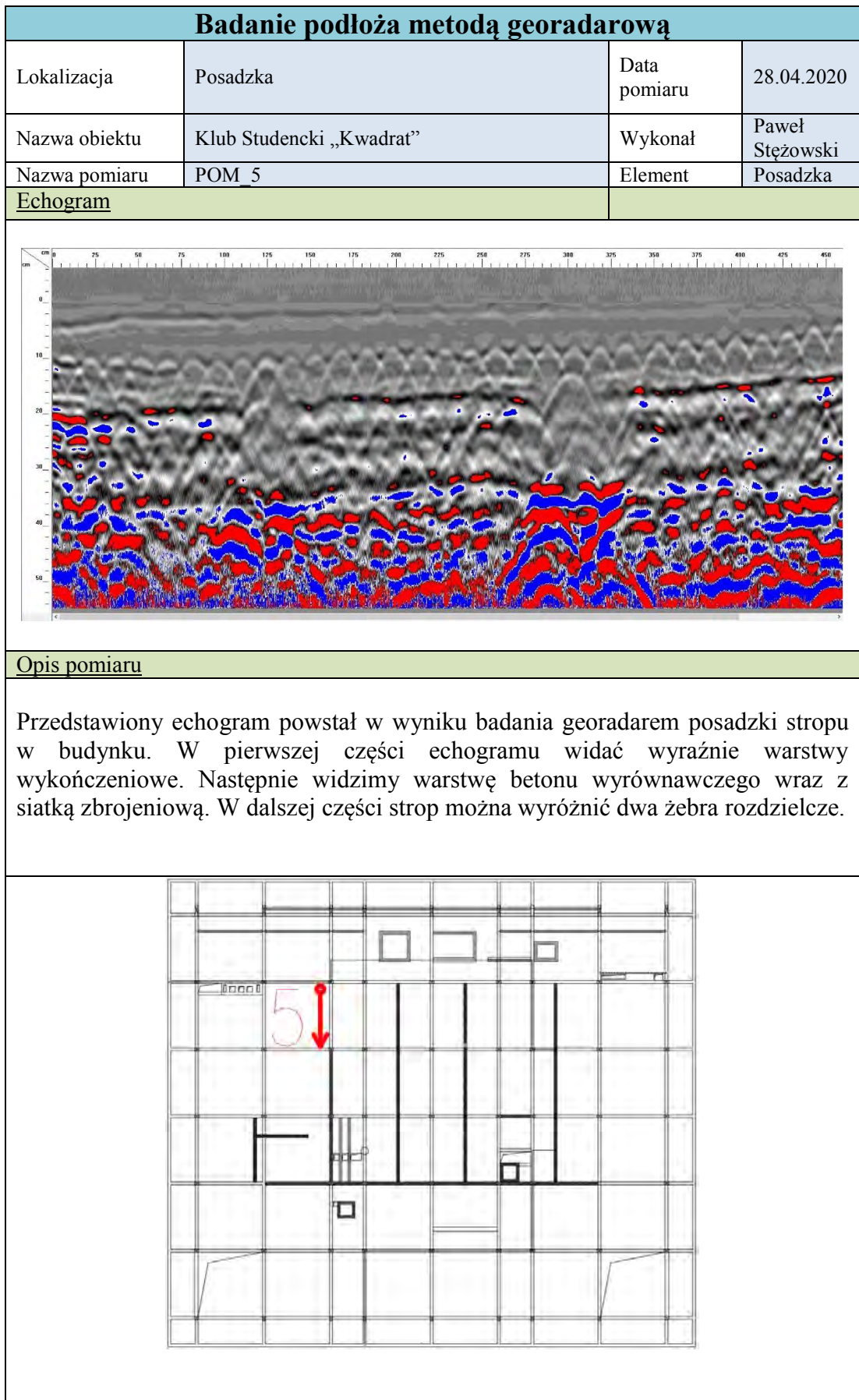
Lokalizacja	Posadzka	Data pomiaru	28.04.2020
Nazwa obiektu	Klub Studencki „Kwadrat”	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM 4	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			



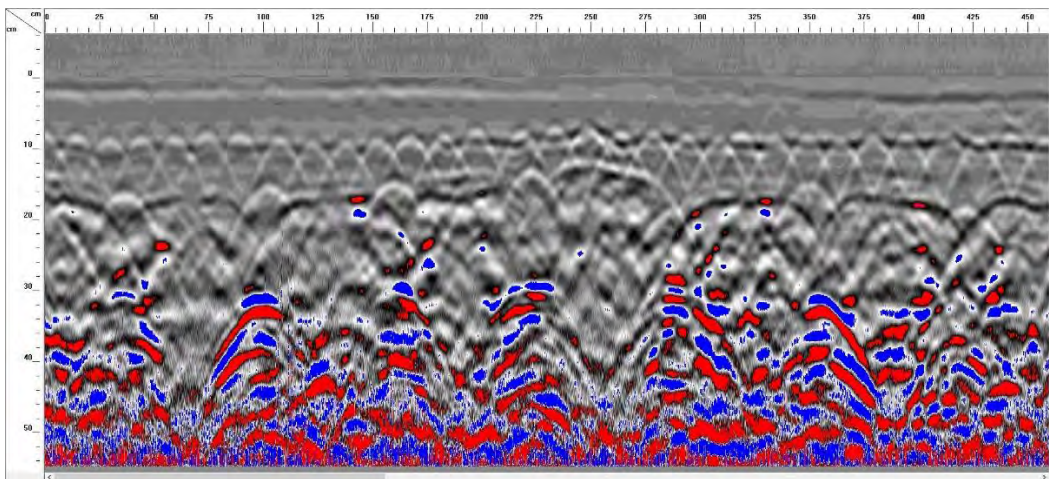
Opis pomiaru

Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu w budynku. W pierwszej części echogramu widać wyraźnie warstwy wykończeniowe. Następnie widzimy warstwę betonu wyrównawczego wraz z siatką zbrojeniową oraz wyraźne odbicia zbrojenia górnego żeberek stropu gęstożębrowego.



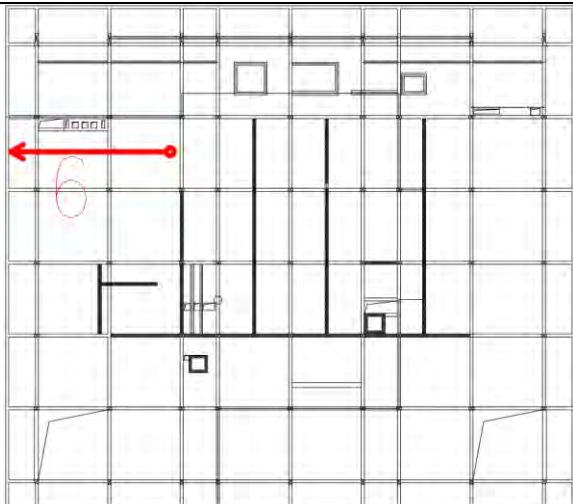


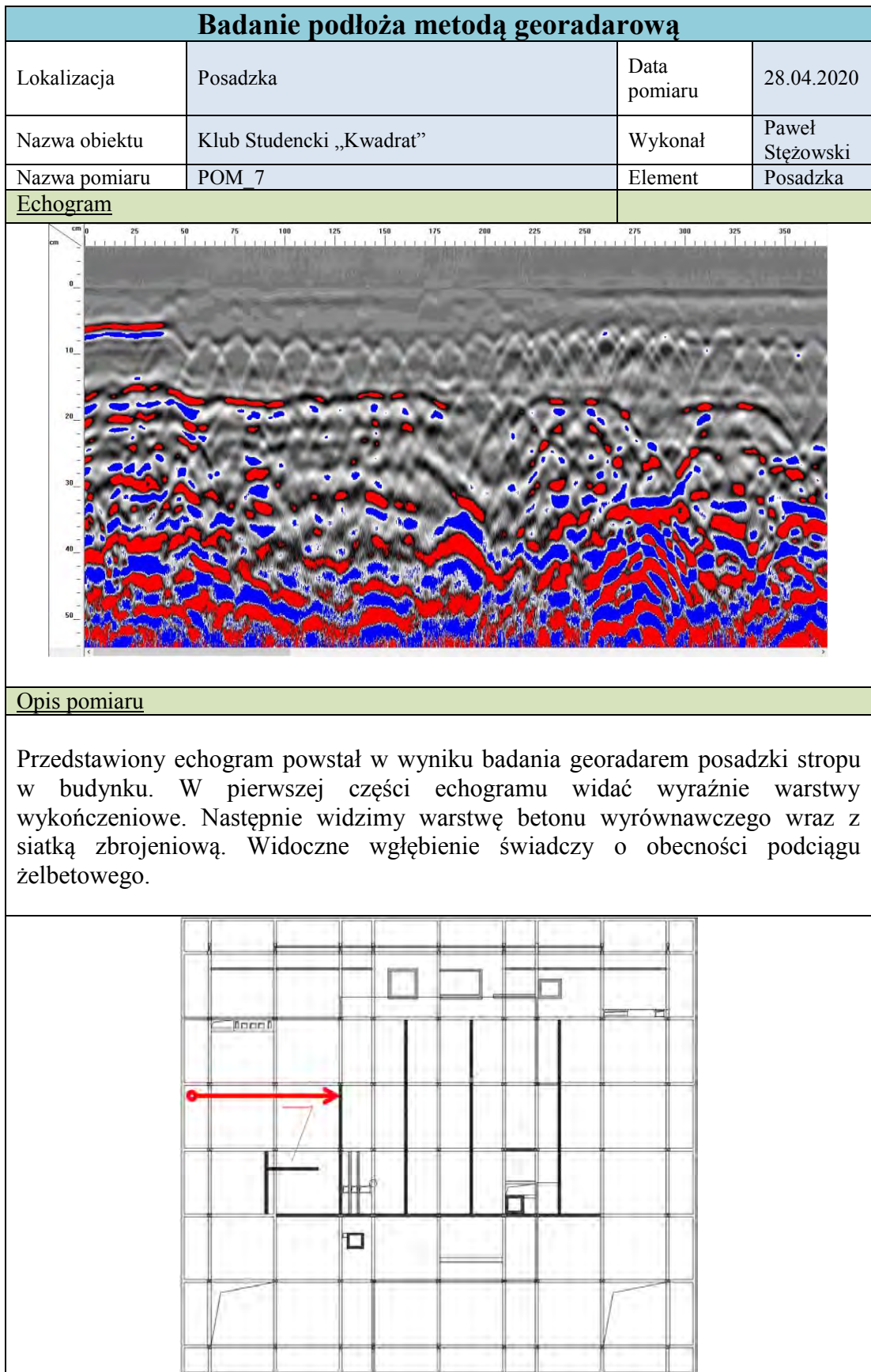
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Posadzka	Data pomiaru	28.04.2020
Nazwa obiektu	Klub Studencki „Kwadrat”	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_6	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

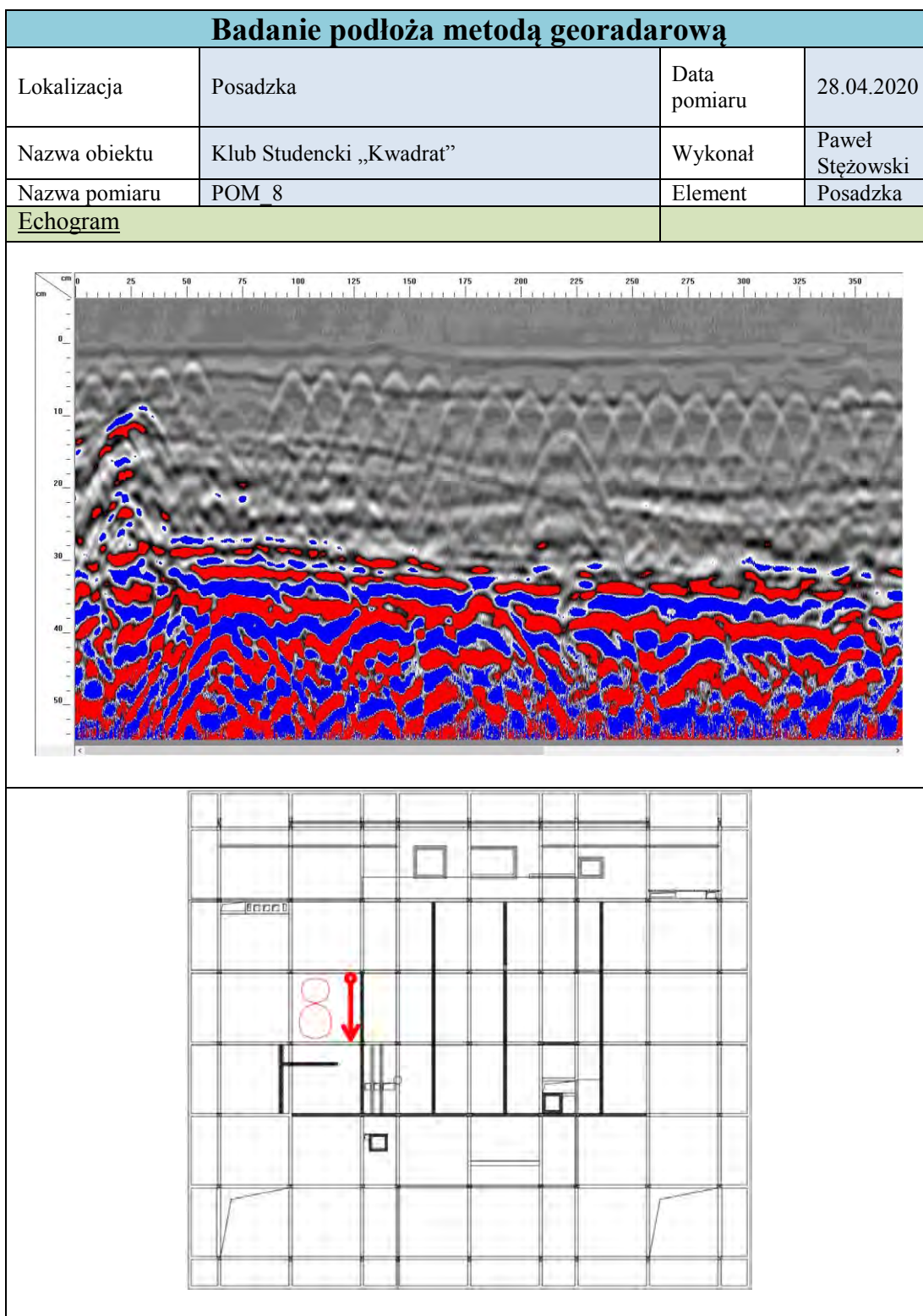


<u>Opis pomiaru</u>

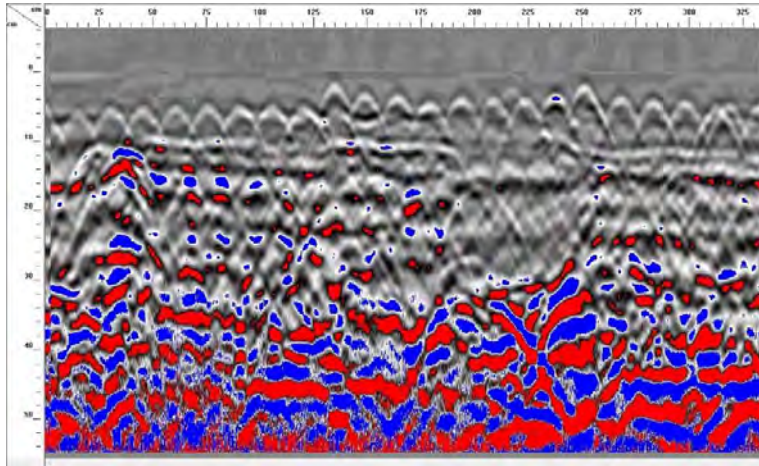
Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu w budynku. W pierwszej części echogramu widać wyraźnie warstwy wykończeniowe. Następnie widzimy warstwę betonu wyrównawczego wraz z siatką zbrojeniową. W dalszej części strop można wyróżnić pręty górne żeberek stropu gęstożebrowego.





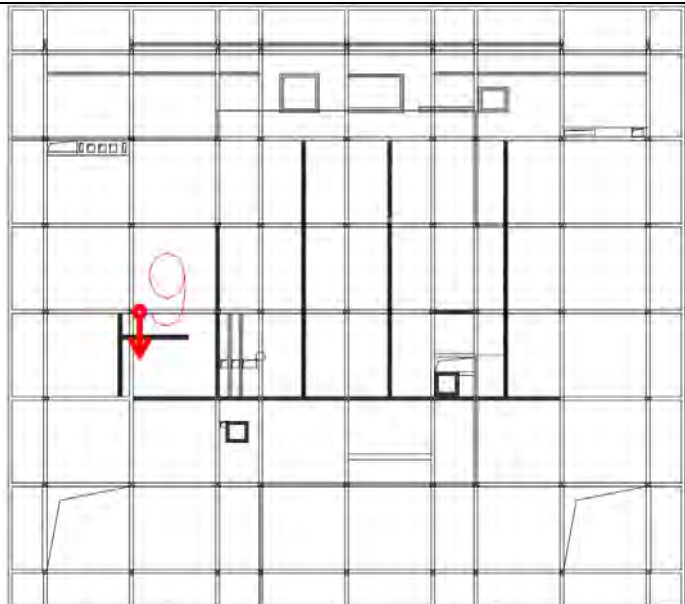


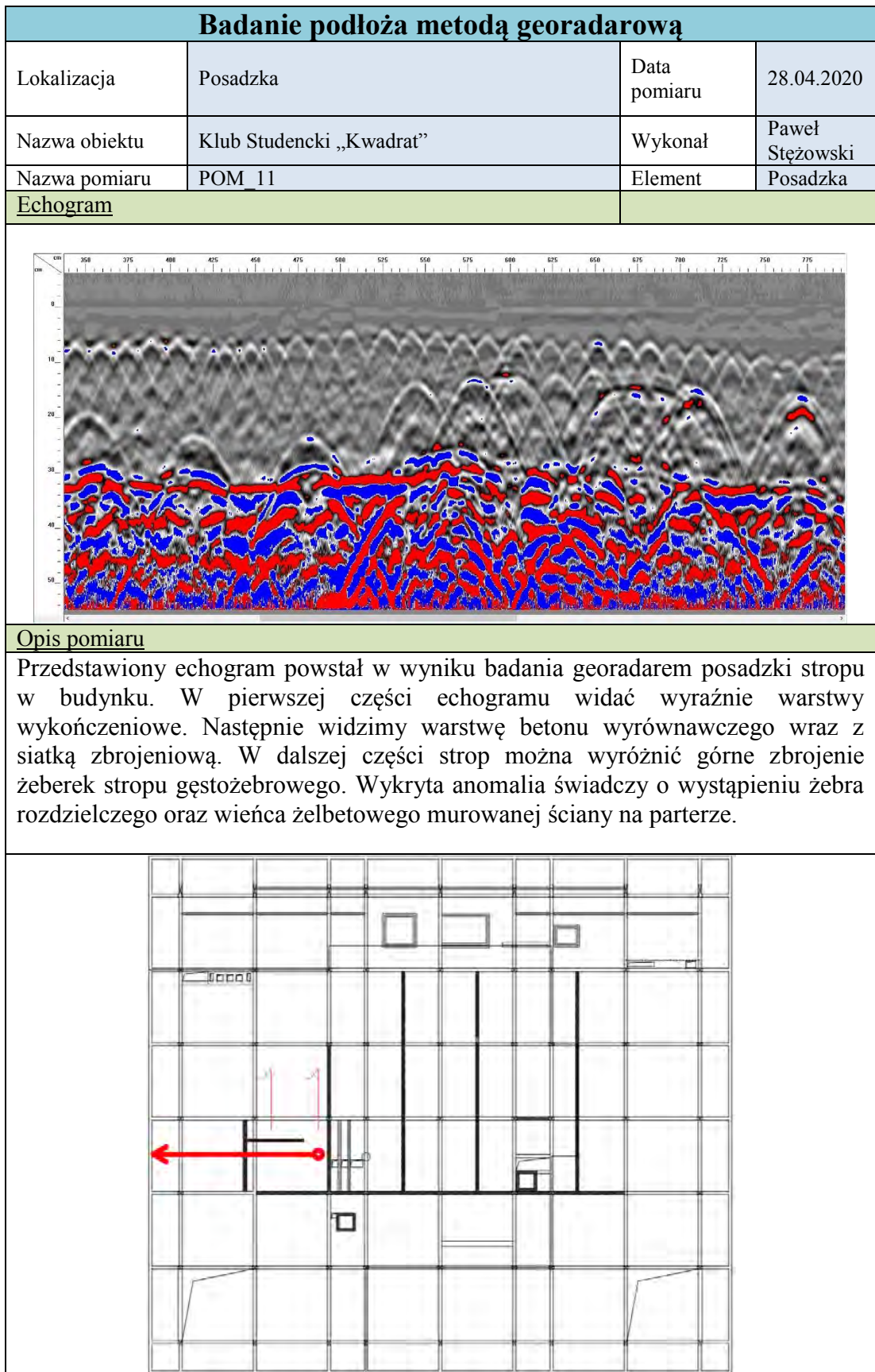
Badanie podłoża metodą georadarową			
Lokalizacja	Posadzka	Data pomiaru	28.04.2020
Nazwa obiektu	Klub Studencki „Kwadrat”	Wykonał	Paweł Stężowski
Nazwa pomiaru	POM_9	Element	Posadzka
<u>Echogram</u>			

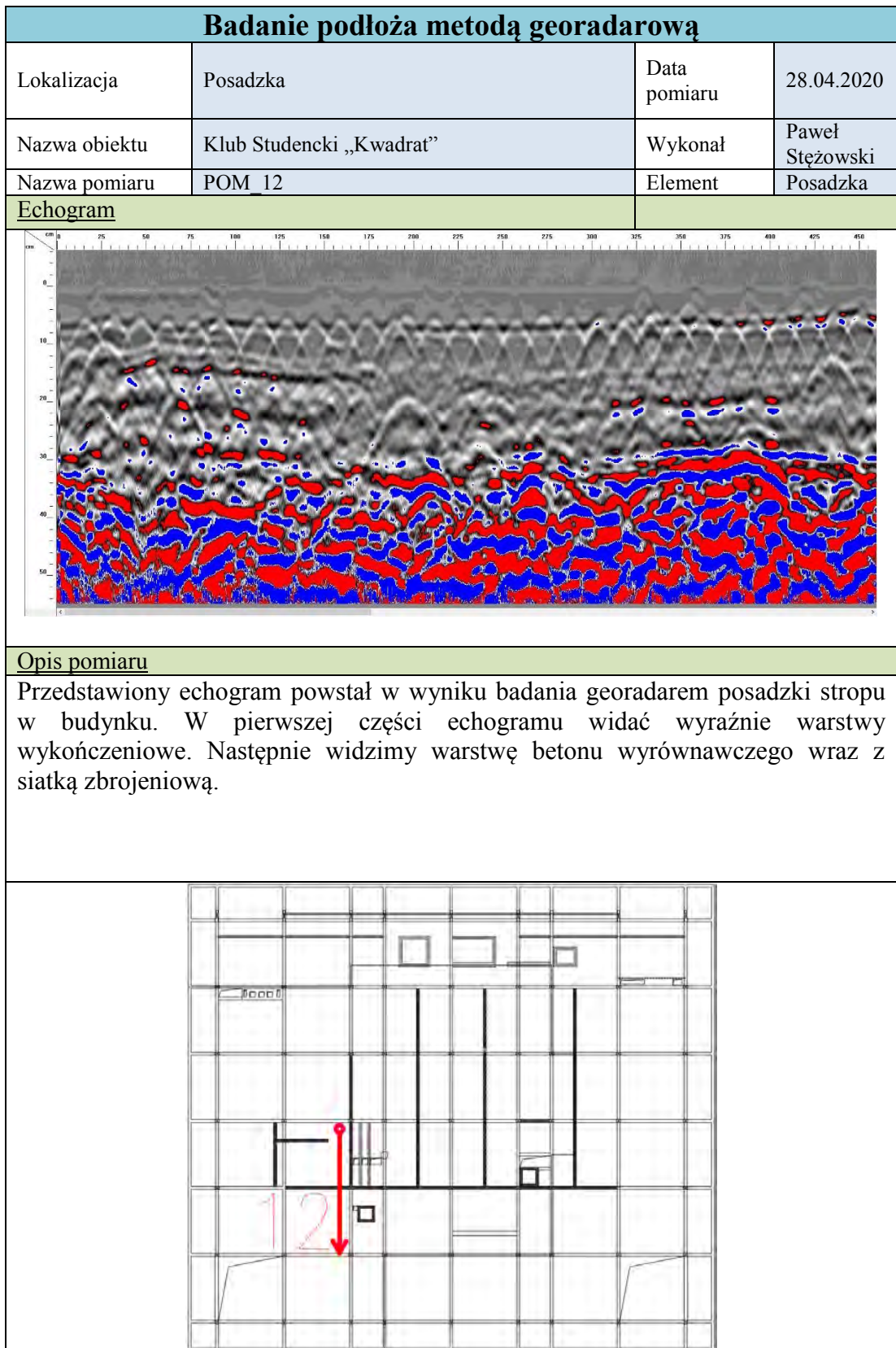


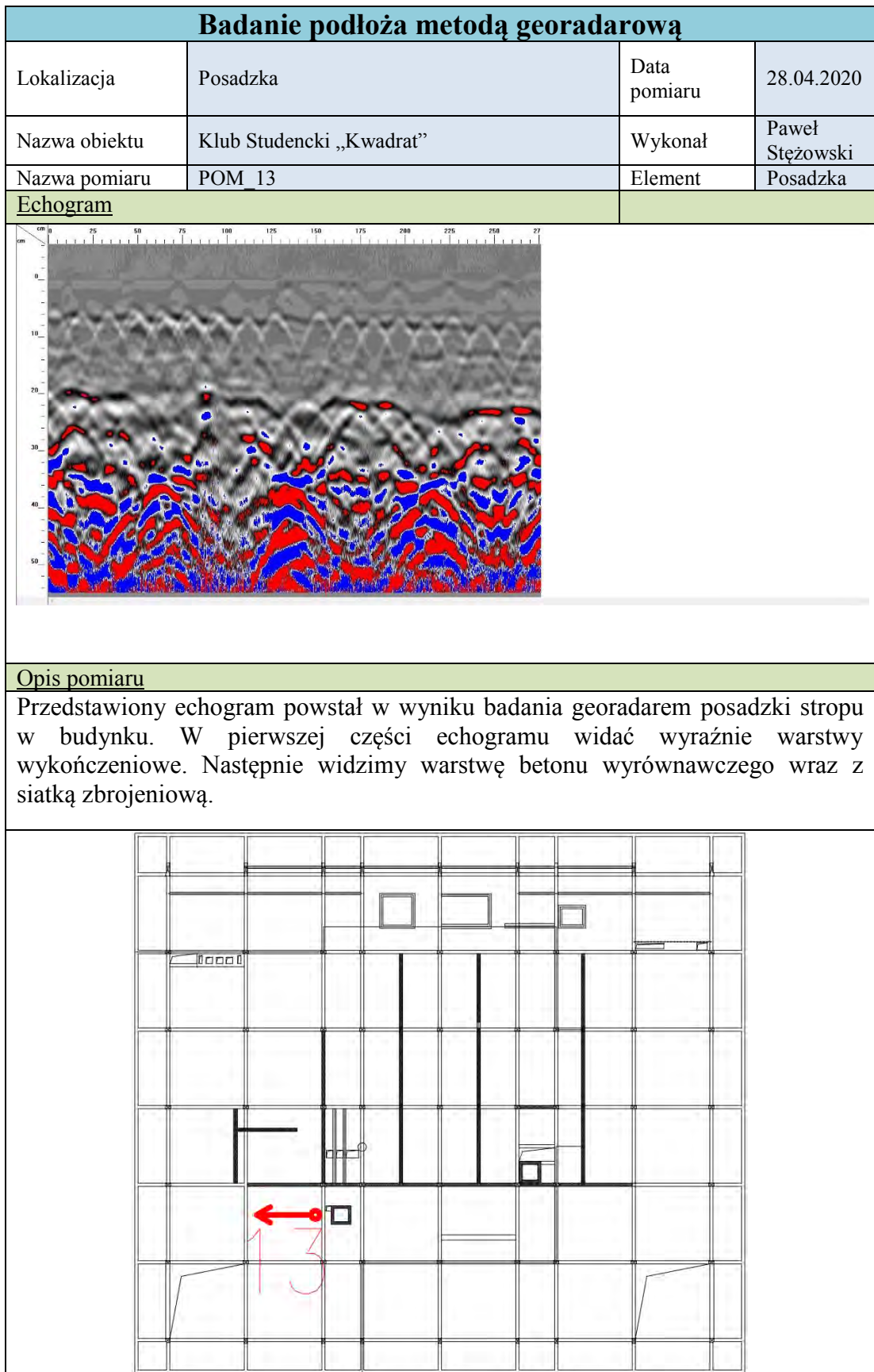
<u>Opis pomiaru</u>

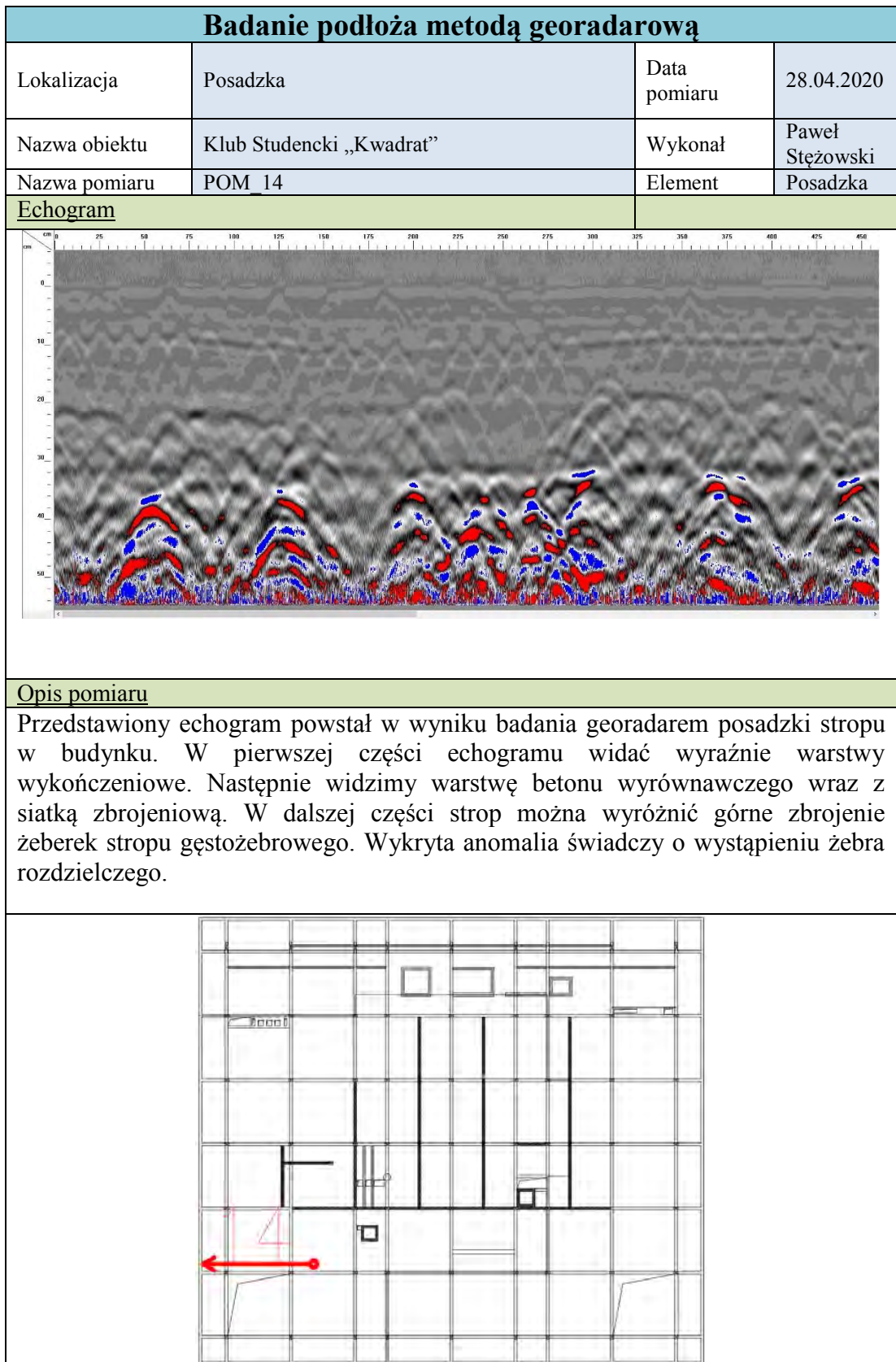
Przedstawiony echogram powstał w wyniku badania georadarem posadzki stropu w budynku. W pierwszej części echogramu widać wyraźnie warstwy wykończeniowe. Następnie widzimy warstwę betonu wyrównawczego wraz z siatką zbrojeniową. Wykryta anomalia świadczy o wystąpieniu wieńca żelbetowego murowanej ściany na parterze.

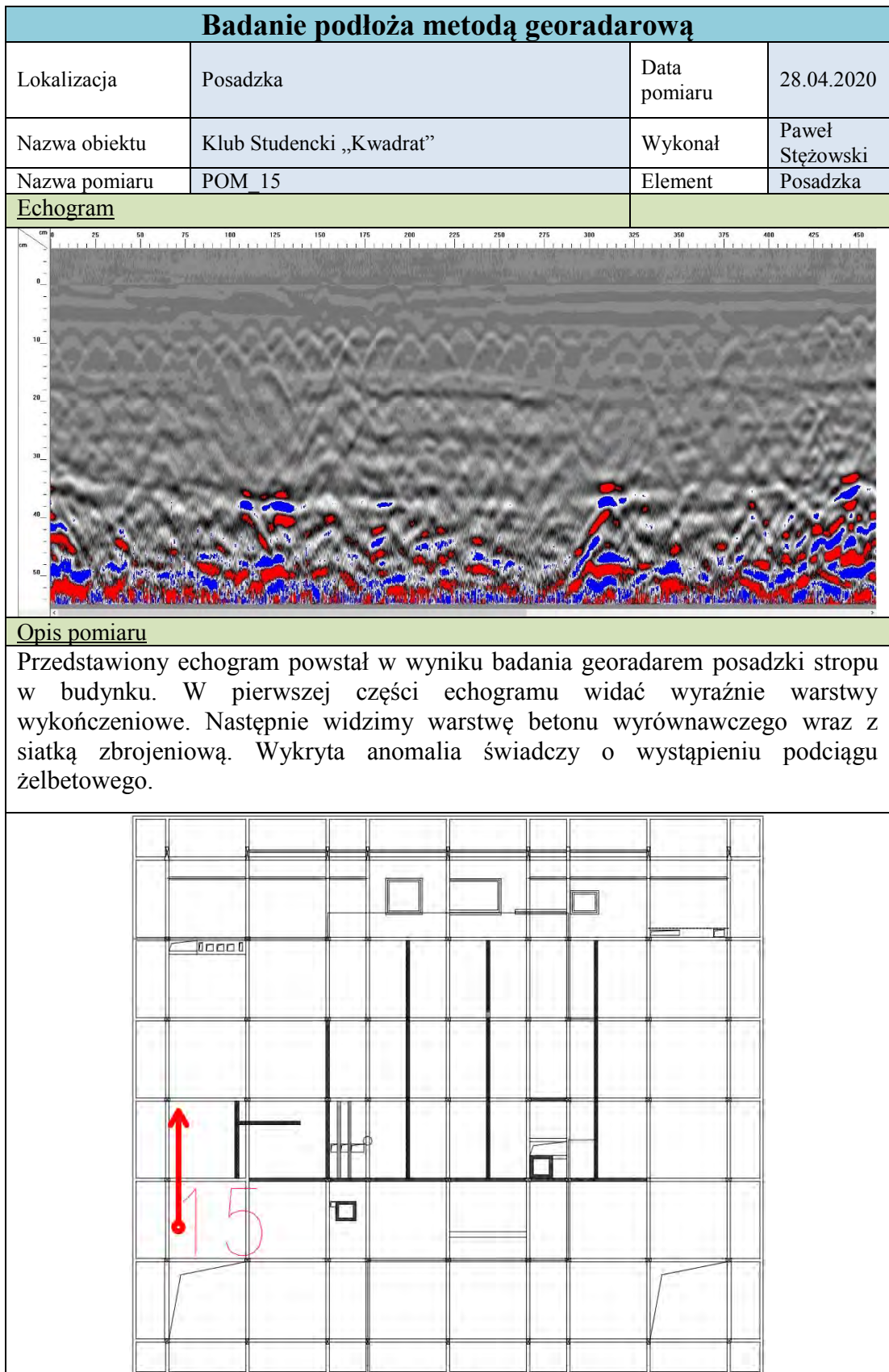


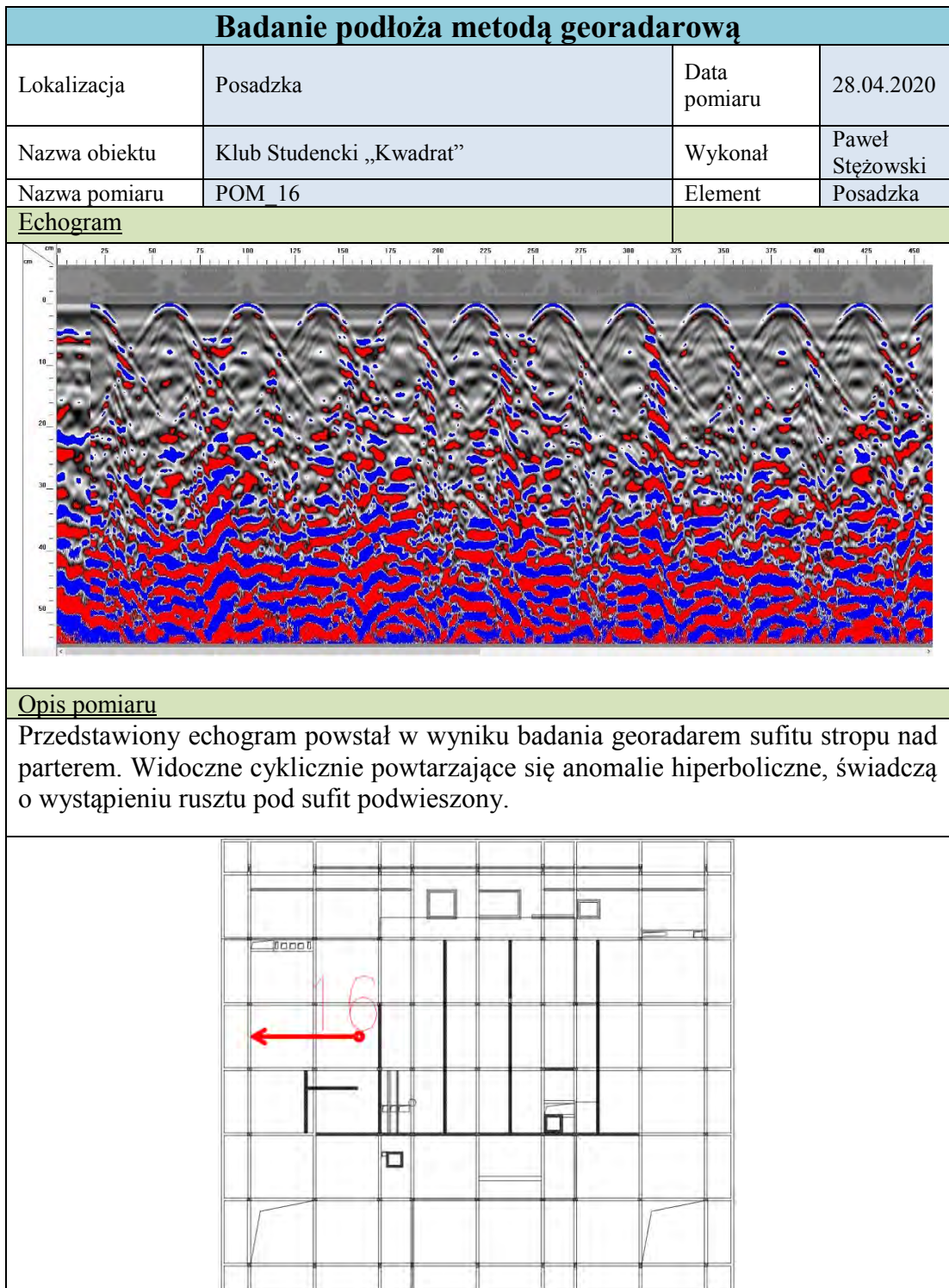


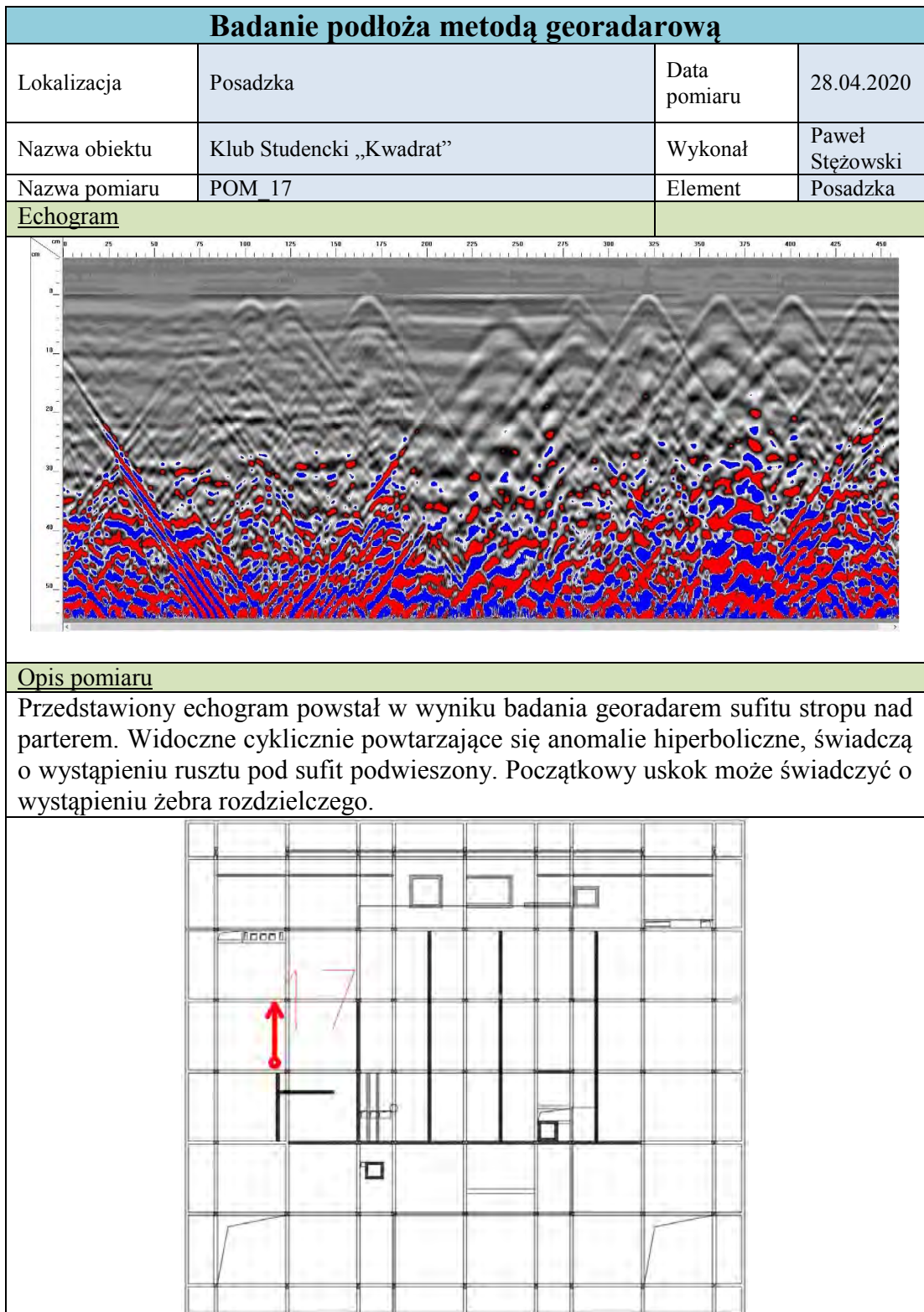


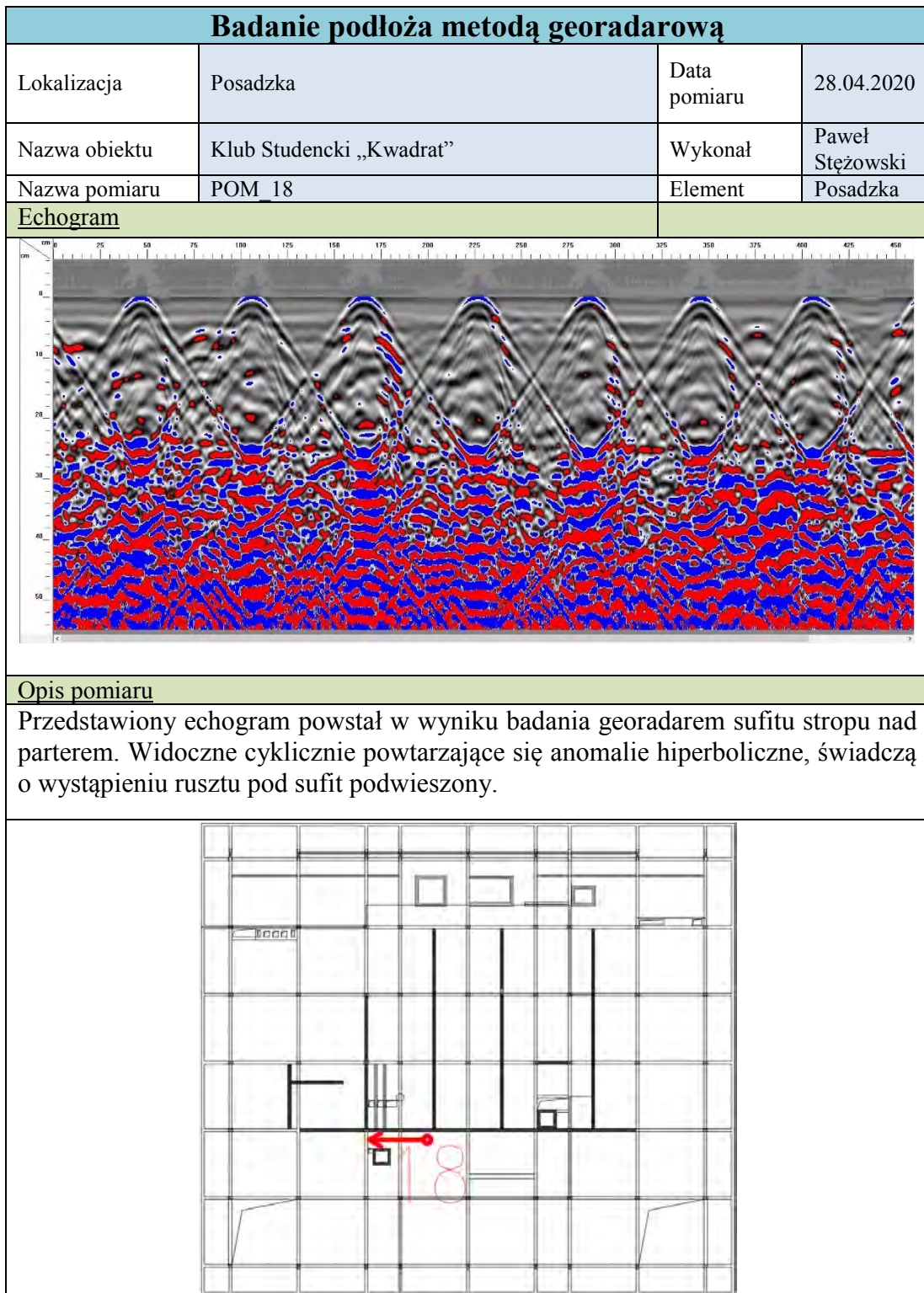


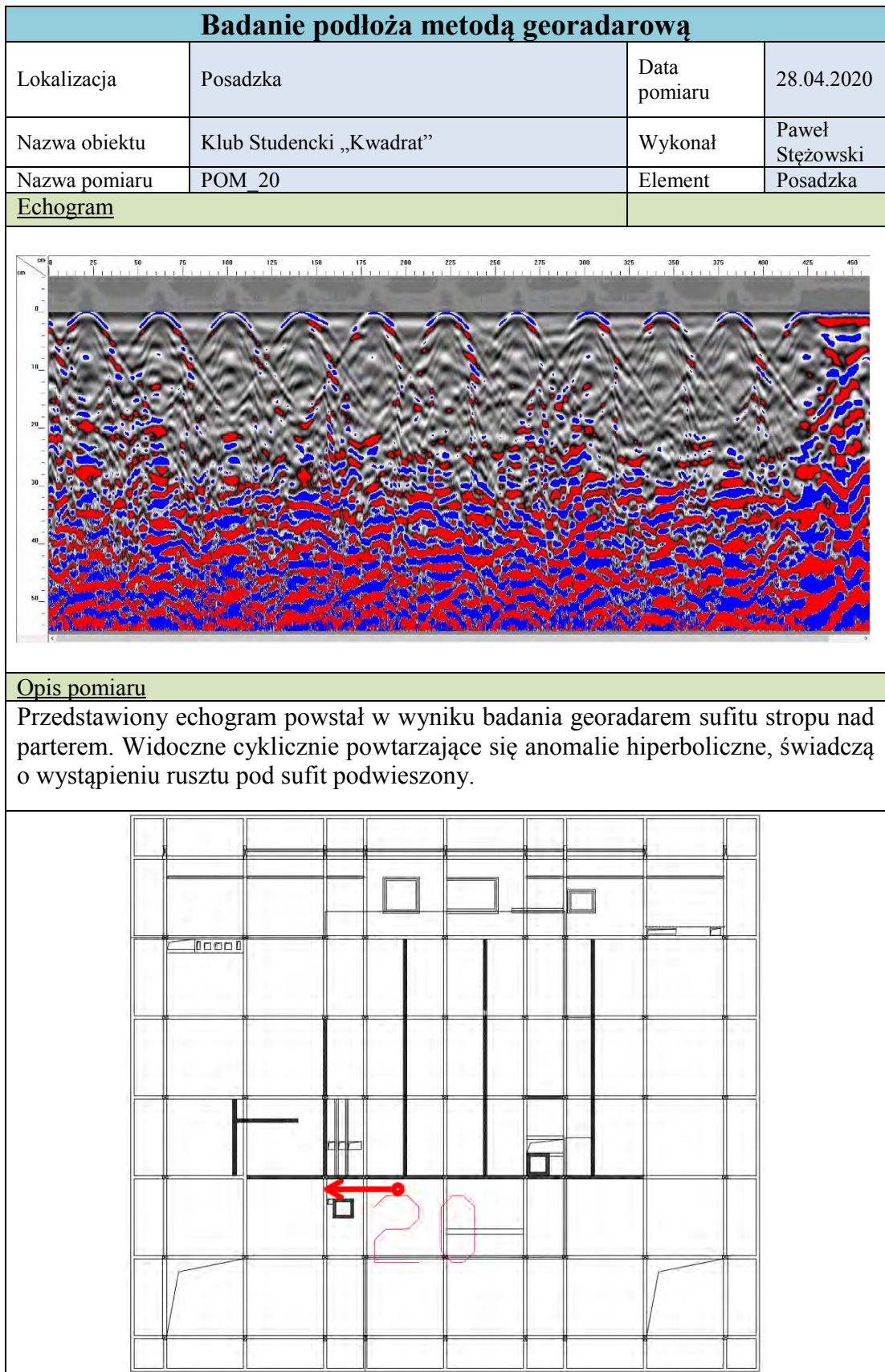


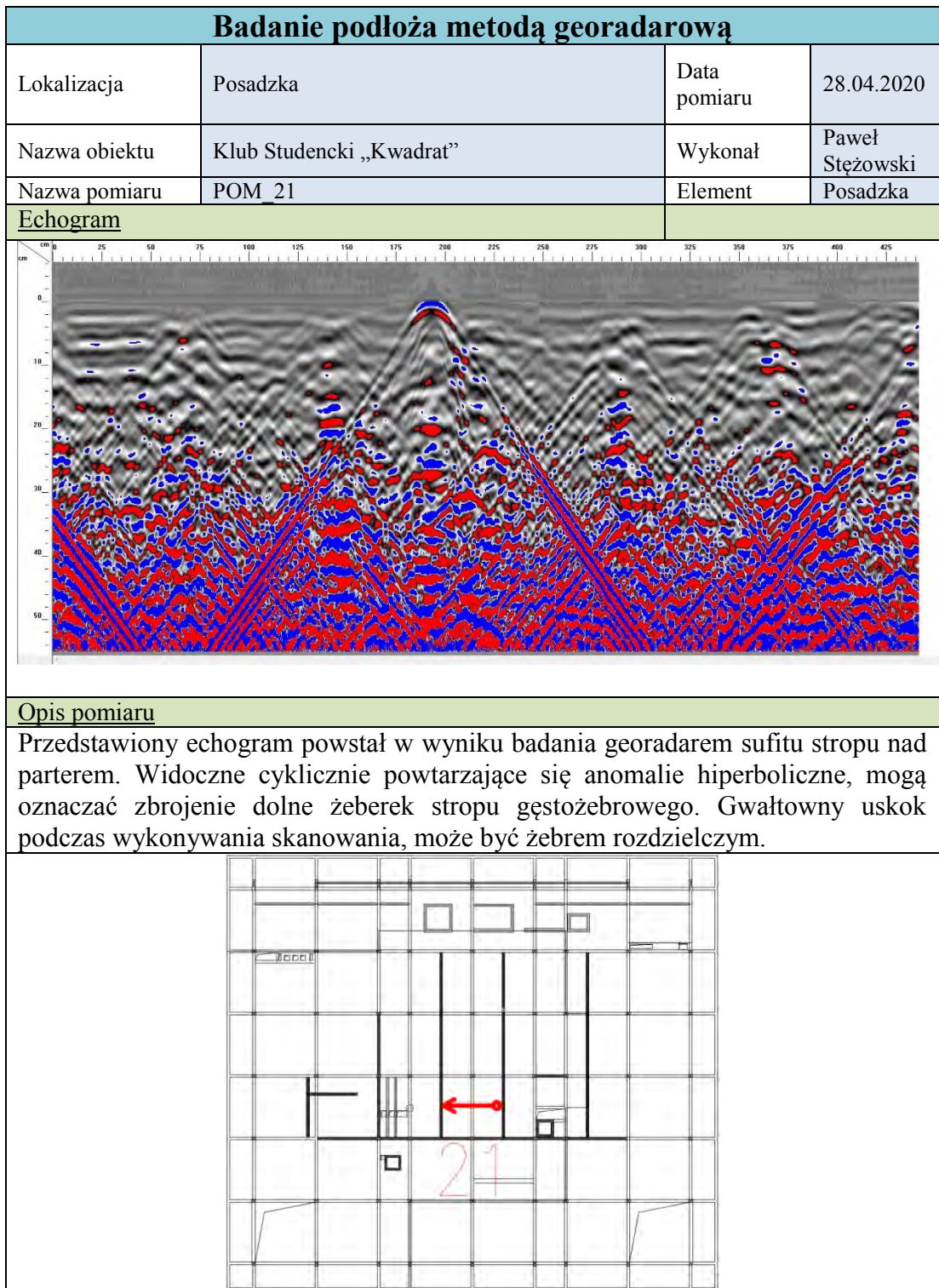


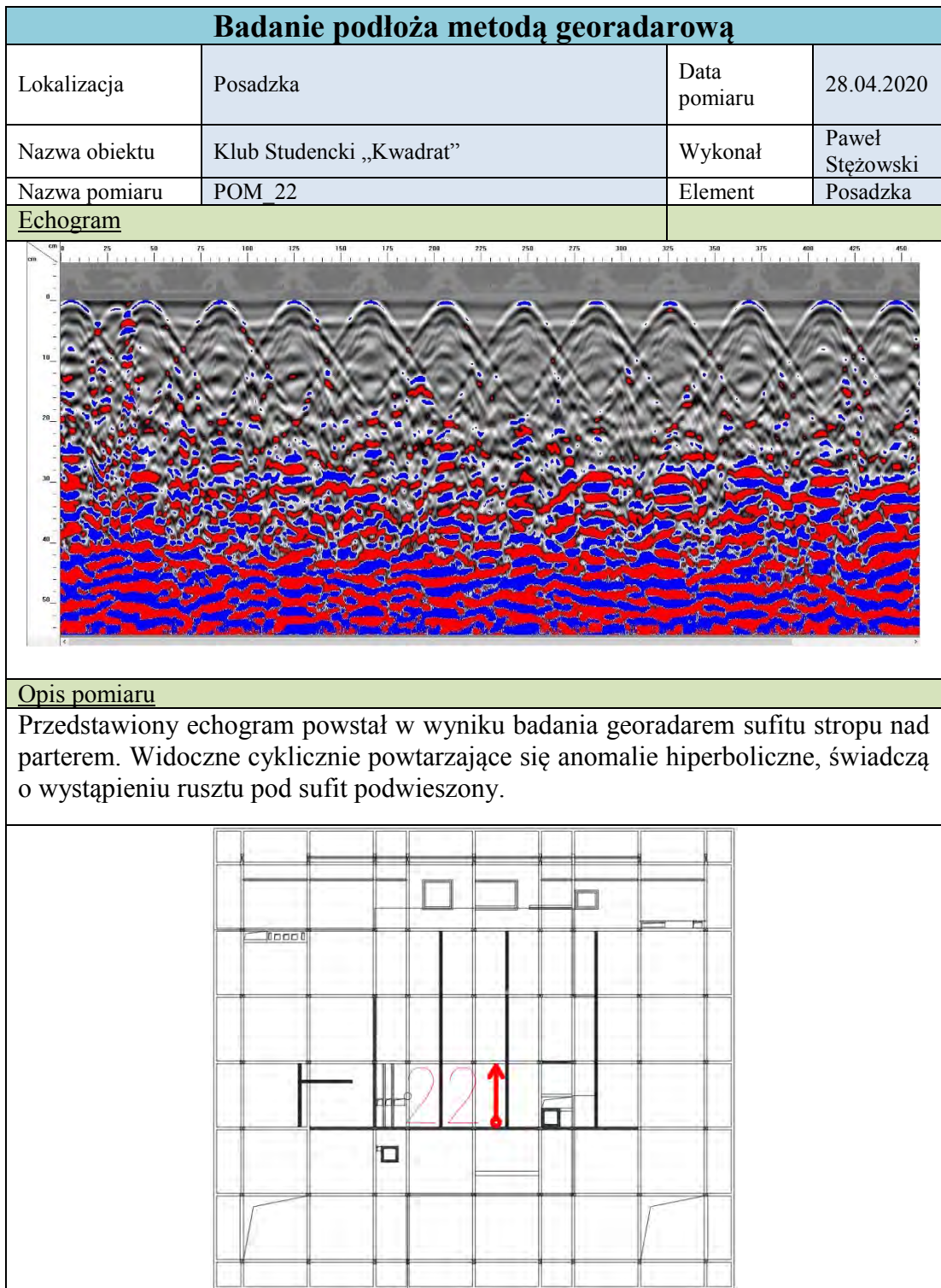












5. Wnioski i zalecenia

Przeprowadzone przeglądy połączone z badaniami i oceną stanu technicznego stropu nad parterem w obrębie pomieszczeń klubu „Kwadrat” budynku przy ulicy Skarżyńskiego 1 w Krakowie, wykonane lokalne odkrywki oraz badania materiałów i przeprowadzona analiza obliczeniowa dają podstawę do sformułowania ujętych poniżej ocen, wniosków i zaleceń.

Ocena stanu zachowania ściany została dokonana na tle wymagań normowych i warunków technicznych dotyczących użytkowanego budynku. Ocena uwzględnia również obowiązujące przepisy w zakresie bezpieczeństwa układu nośnego i w zakresie użytkowalności analizowanego stropu. W świetle wyników przeprowadzonych badań i analiz sformułowano następujące oceny określające stan zachowania budynku ze szczególnym uwzględnieniem stanu zachowania stropu:

- a) Ogólny stan techniczny stropu nad parterem w obrębie pomieszczeń Klubu Studenckiego Kwadrat budynku przy ulicy Skarżyńskiego 1 można ocenić na podstawie wizualnej oceny jego zewnętrznych charakterystyk jako naogół zadowalający.
- b) Przewidywane minimalne obciążenie użytkowe przedmiotowego stropu przy obecnym sposobie użytkowania w świetle obowiązujących norm tj. sale taneczne, sale widowiskowe mieści się w granicach $5,0 \text{ kN/m}^2$ wartości charakterystycznej obciążeń technologicznych.
- c) Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe fragmentu stropu z poszerzonymi żebrami monolitycznymi wykazały znaczny zapas nośności w stosunku do obowiązujących wielkości zakładanego obciążenia użytkowego wynikającego z obecnego sposobu użytkowania o wartości charakterystycznej $5,0 \text{ kN/m}^2$.
- d) Stan techniczny stropu pod główną salą Klubu Studenckiego poza jego częścią centralną wykonany został, jako gęstożebrowy DZ-3 z systemowymi belkami na prefabrykowanych. Ten fragment stropu można ocenić jako na ogół dobry pomimo formalnego niedoboru nośności. Na ocenę tą wpływa głównie brak nadmiernych ugięć bądź zarysowań stropu.
- e) Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe tego fragmentu stropu wykazały niedobór nośności w stosunku do obowiązujących wymogów zakładanej charakterystycznej wartości $5,0 \text{ kN/m}^2$ obciążenia użytkowego.
- f) W obrębie części stropu nie spełniającej warunków nośności dla Sali tanecznej można wykonać wzmocnienia belek przy użyciu włókien węglowych przyklejanych klejami systemowymi do prefabrykowanych belek stropu DZ-3.
- g) Podane wymagania i zalecenia nie uwzględniają wymogów zawartych w przepisach ppoż., BHP oraz Inspekcji Pracy.

6. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe:

6.1. Elementy konstrukcji istniejącej:

Budynek posiada monolityczną konstrukcję szkieletową uformowaną w postaci układu ram żelbetowych na których oparto stropy gęstożebrowe. Układ ten lokalnie został uzupełniony ścianami żelbetowymi oraz murowanymi. Budynek jest częściowo podpiwniczony i posiada dwie kondygnacje podziemne.

Stropy przekrywające parter budynku wykonane zostały jako stropy gęstożebrowe typu DZ-3 z pustakami układanymi na prefabrykowanych belkach o szerokości 12 cm. Analiza obliczeniowa wykazała konieczność wzmocnienia istniejących belek prefabrykowanych stopu gęstożebrowego oraz zewnętrznego podciągu żelbetowego. Wzmocnienia należy wykonać wg załączonych do projektu rysunków.

6.2. Program prac:

W ramach projektowanego wzmocnienia belek żelbetowych konstrukcji budynku przewiduje się wykonanie następujących prac budowlanych:

- lokalne rozebranie i usunięcie warstw wykończeniowych do spodu prefabrykowanych belek żelbetowych do powierzchni prefabrykowanych belek,
- przygotowanie podłoża wg systemowej specyfikacji technicznej,
- naklejenie taśm z włókna węglowego,
- wykonanie warstwy szczepnej na powierzchni taśm,
- uzupełnienie tynku i malowanie lub odtworzenie sufitu podwieszanego.

6.3. Założenia materiałowe:

Do projektu założono wykorzystanie materiałów budowlanych posiadających wszelkie dopuszczenia i atesty wymagane Prawem Budowlanym oraz odpowiednimi rozporządzeniami.

Do obliczeń przyjęto taśmy z włókien węglowych firmy Sika - Sika CarboDur. Dopuszcza się zastosowanie taśm innych producentów pod warunkiem, że materiały będą zamiennikami o podobnych właściwościach. Taśmy należy przyklejać do elementów żelbetowych przy pomocy klejów na bazie żywicy epoksydowej wg systemowej specyfikacji technicznej.

Dokładną lokalizację wzmocnień zawiera dokumentacja rysunkowa stanowiąca integralną całość z niniejszym opracowaniem.

Przekroje oraz grubości taśm dobrano na podstawie obliczeń znajdujących się w dalszej części opracowania.

7. Zalecenia wykonawcze:

Wszystkie prace należy wykonywać zgodnie ze sztuką budowlaną. Podane rozwiązania materiałowe należy traktować jako przykładowe z możliwością ich zamiany po konsultacji z Projektantem.

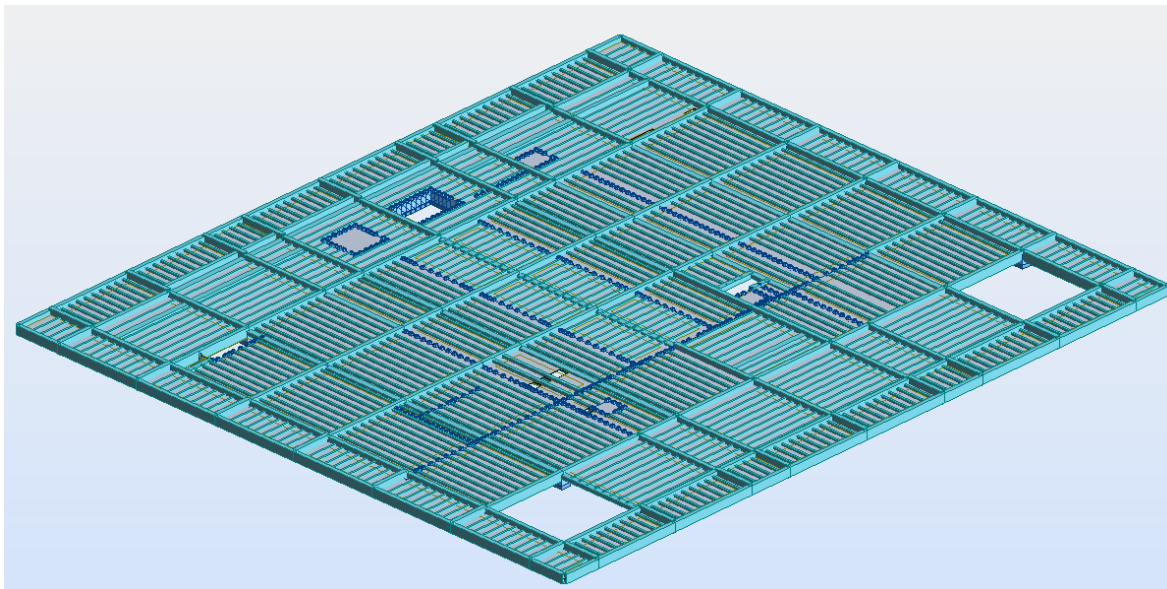
Należy dokładnie ustalić harmonogram oraz plan wykonywanych prac budowlanych w odniesieniu do zastosowanej technologii prowadzenia robót budowlanych.

Przed przystąpieniem do robót kierownictwo budowy oraz Inspektor nadzoru powinni dokładnie zaznajomić się z całością dokumentacji technicznej, zwracając uwagę na jej powiązanie z opracowaniami branżowymi. Ewentualne uwagi przedstawić Projektantowi konstrukcji przed rozpoczęciem robót.

Przed przystąpieniem do przyklejania taśm należy zadbać o odpowiednie przygotowanie podłoża zgodnie z wytycznymi systemowymi. Podłoże powinno być suche, czyste, mocne i wolne od mleczka cementowego. Powierzchnia przed przyklejeniem taśm musi być wyrównana, karby i uskoki nie powinny być większe od 0,5mm. Wytrzymałość podłoża musi być zmierzona za każdym razem, a średnia wartość powierzchniowej wytrzymałości betonu na odrywanie powinna być nie mniejsza niż 2,0 MPa. Naprawę i wyrównanie podłoża należy wykonać stosując odpowiednie materiały systemowe.

8. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.

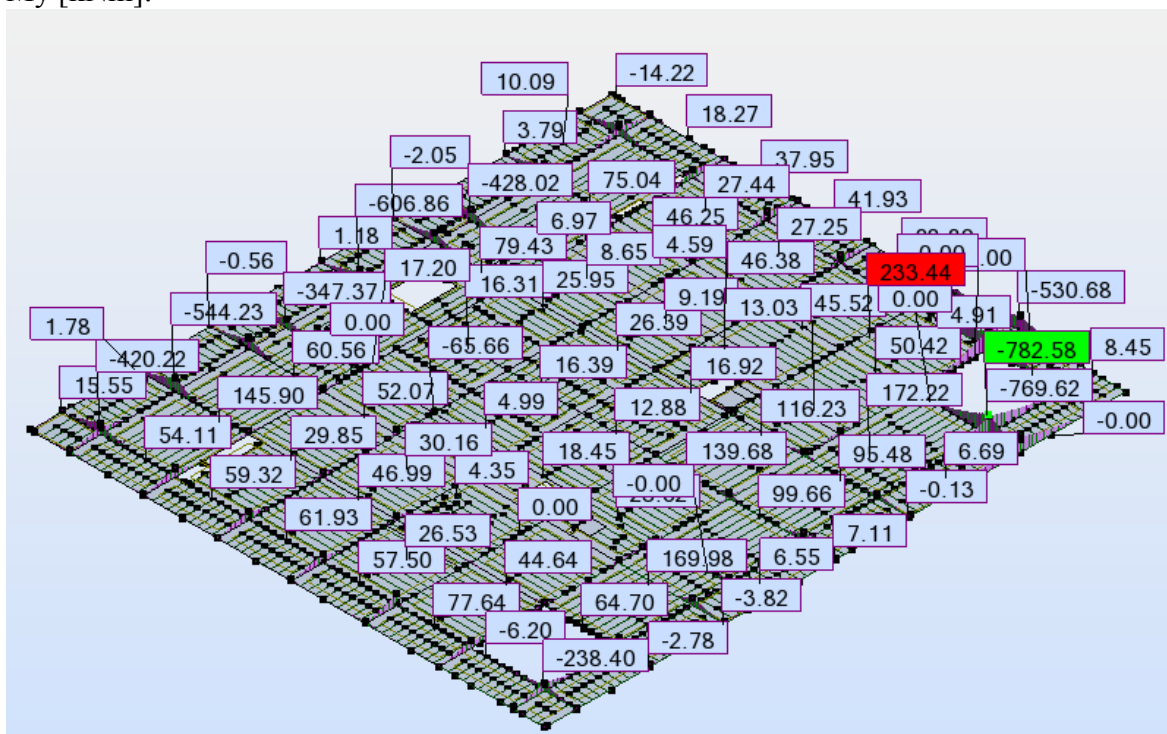
Schemat pracy konstrukcji



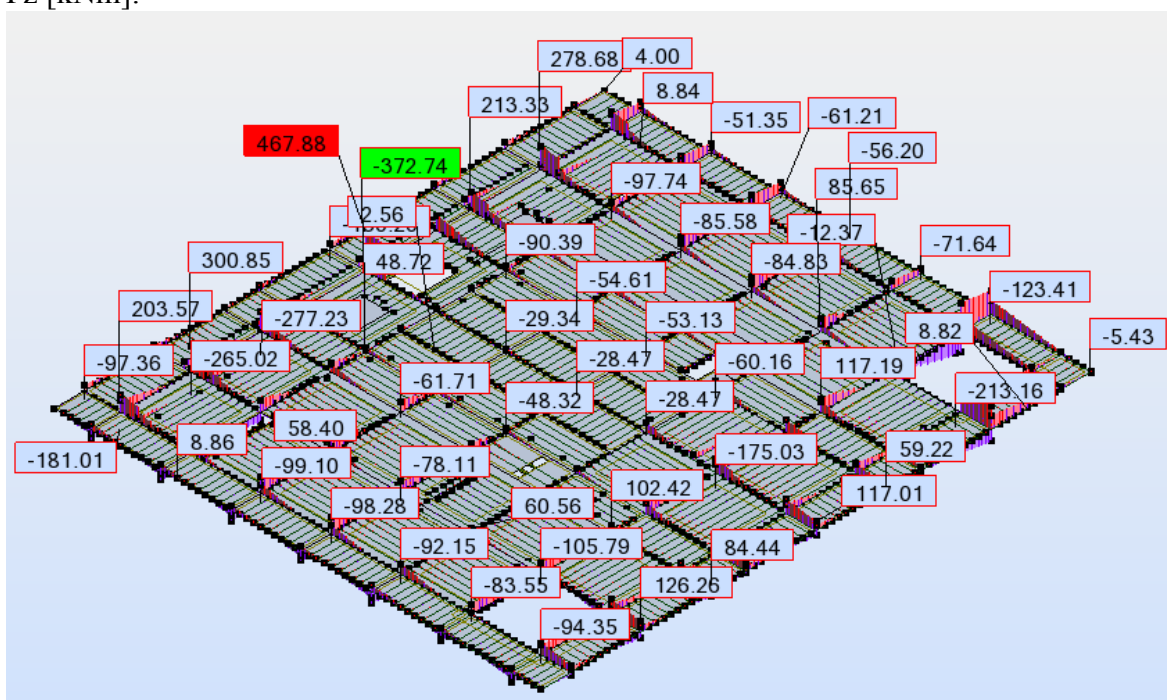
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



Fz [kNm]:



8.1.

Poz. 1.1 Strop DZ-3 – na belkach prefabrykowanych (rozpiętość 6.0m)

Schemat pracy

Belki pracują jako elementy belkowe o schemacie elementu jednoprzęsłowego, opartego przegubowo.

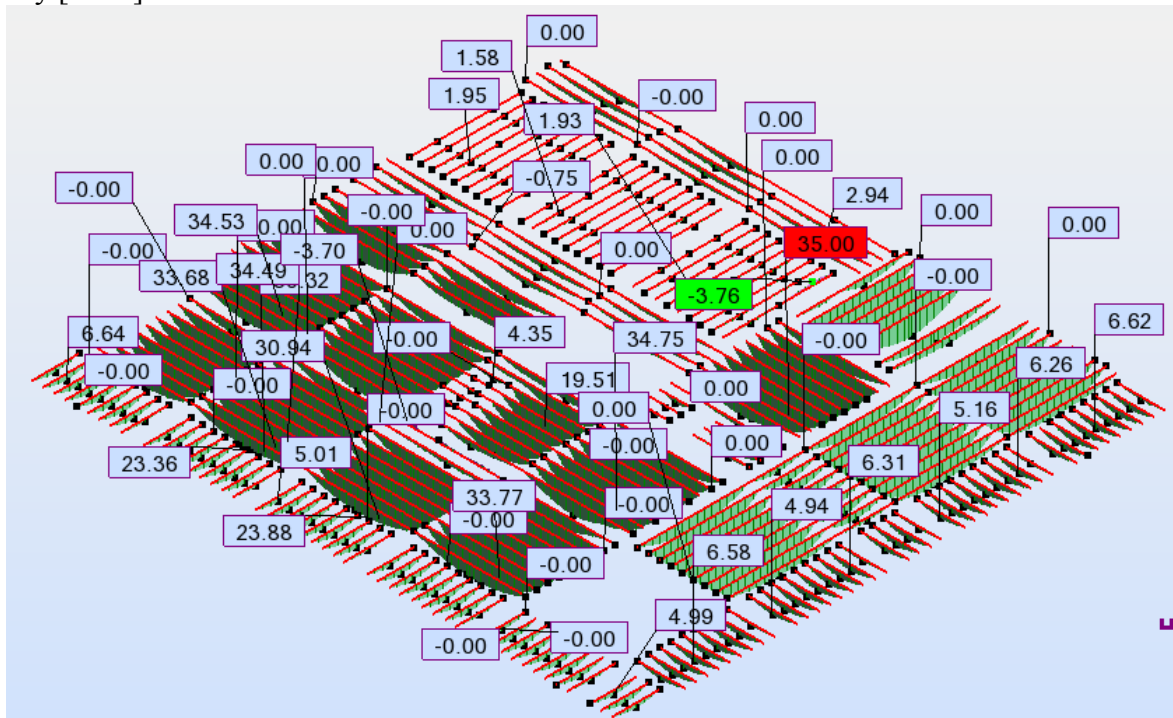
Zestawienie obciążeń dla stropu

Zestawienie obciążeń						
warstwy	<i>h</i>		γ [kN/m ³]	q_k [kN/m ²]	γ_f	γ_d [kN/m ²]
płytki ceramiczne	1,5 cm	x	21,00 =	0,32 x	1,35	0,425 kN/m ²
wylewka betonowa	5 cm	x	24,00 =	1,20 x	1,35	1,620 kN/m ³
węlna mineralna	2 cm	x	2,00 =	0,04 x	1,35	0,054 kN/m ²
strop Dz-3	23 cm	x	2,60 =	2,60 x	1,35	3,510 kN/m ²
tynek cem.-wap.	1,5 cm	x	19,00 =	0,29 x	1,35	0,385 kN/m ¹
sufit podwieszany			0,50 =	0,50 x	1,35	0,675 kN/m ²
				4,94		6,669 kN/m²
obc. użytkowe				5,00 x	1,5	7,500 kN/m ²
				9,94		14,169 kN/m²

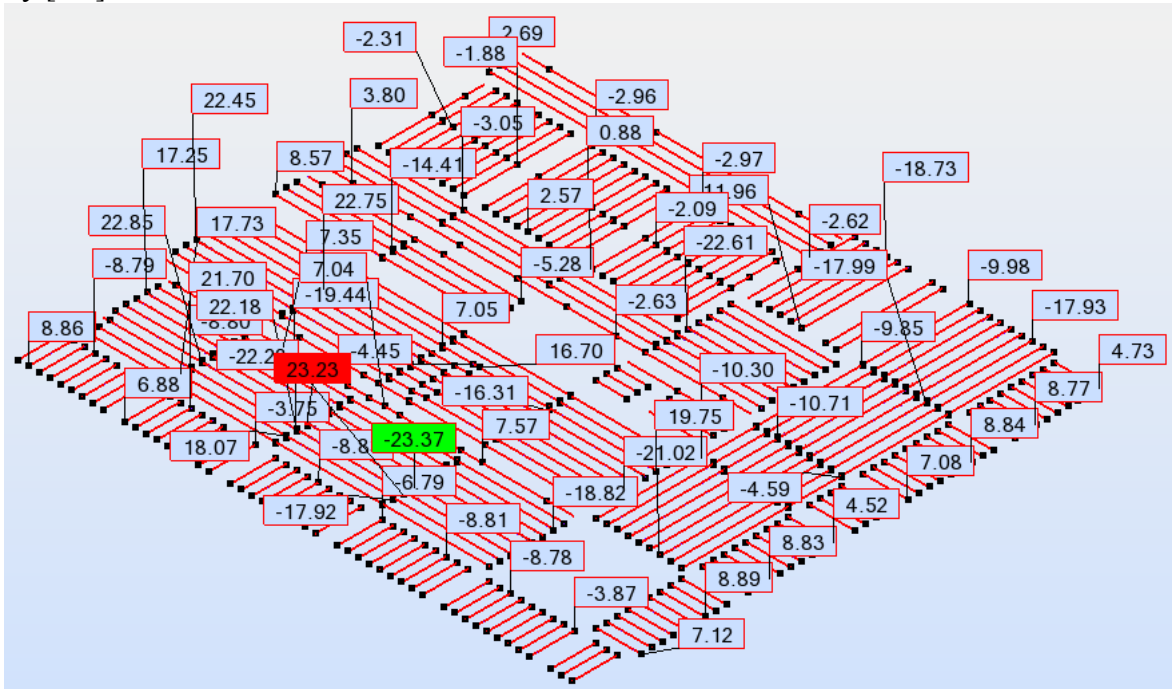
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



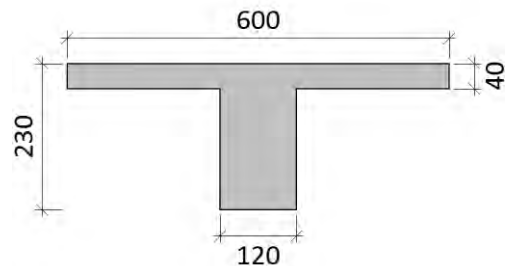
Fy [kN]:



Geometria

Przekrój = Przekrój teowy

Szerokość środnika = 120 mm
Wysokość całkowita = 230 mm
Szerokość półki = 600 mm
Wysokość półki = 40 mm
Rozpiętość belki = 6,0 m



Klasa betonu C16/20

$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$;

$\gamma_c = 1,4$;

$f_{cd} = 11,429 \text{ MPa}$;

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$;

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa}$;

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 3,4 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 0,78 \text{ cm}^2$

Podsumowanie rezultatów

Wartości przewidywanych obciążeń dla SGN			
obciążanie	M_{Ed} (kN·m)	M_{Rd} (kN·m)	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$ ($N_{Ed} = N_{Rd}$)
$S_{Ed} = 1.35 \cdot S_G + 1.50 \cdot S_Q$	37.87	62.50	Przekrój wzmocniony $62.50 \text{ kN}\cdot\text{m} \geq 37.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ✓
Niespełnione warunki dla zbrojenia w SGN			
obciążanie	M_{Ed} (kN·m)	M_{Rd} (kN·m)	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$ ($N_{Ed} = N_{Rd}$)
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 0.70 \cdot S_Q$	22.50	28.64	Przekrój niewzmocniony $28.64 \text{ kN}\cdot\text{m} \geq 22.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ✓
Stan graniczny użytkowalności			
obciążanie	Napężenie w momencie użytkowania / Napężenia w SGU		
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 1.00 \cdot S_Q$	$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk}$		
	$320.44 \text{ MPa} \leq 328.00 \text{ MPa}$ ✓		

Sprawdzenie odspojenia wzmocnienia FRP oraz jego zakotwienia

Zarysowanie przy ścianiu powodujące odspojenie wzmocnienia FRP	$V_{Ed} \leq V_{Rd,crack}$	$14.73 \text{ kN} \leq 16.79 \text{ kN}$	✓	$x = 1.25 \text{ m}$
Napężenia rozwarstwiający w strefie uplastycznienia	$\tau_t \leq \tau_{lim,y}$	$3.43 \text{ MPa} \leq 4.00 \text{ MPa}$	✓	$x = [2.42, 2.65] \text{ m}$
Odkształcenia we wzmocnieniu FRP	$\varepsilon_{mt} \leq \varepsilon_{fd}$	$0.00295 \leq 0.01189$	✓	$x = 3.00 \text{ m}$
Napężenia rozwarstwiający na końcach wzmocnienia FRP	$\tau \leq \tau_{lim,c}$	$0.13 \text{ MPa} \leq 0.71 \text{ MPa}$	✓	$x = [1.25, 1.48] \text{ m}$
Zakotwienie	$T_d \leq T_k$	$26.70 \text{ kN} \leq 34.54 \text{ kN}$	✓	$x = 1.25 \text{ m}$

Poz. 1.2 Strop DZ-3 - na belkach prefabrykowanych (rozpiętość 4.85m)

Schemat pracy

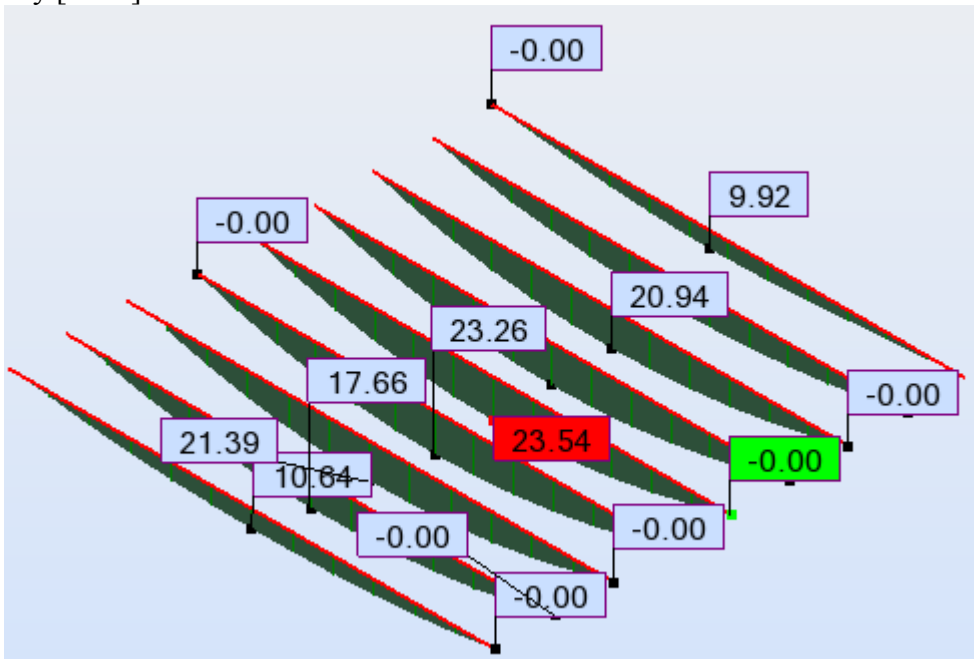
Belki pracują jako elementy belkowe o schemacie elementu jednoprzęsłowego, opartego przegubowo.

Zestawienie obc. Zgodnie z Poz. 1.1

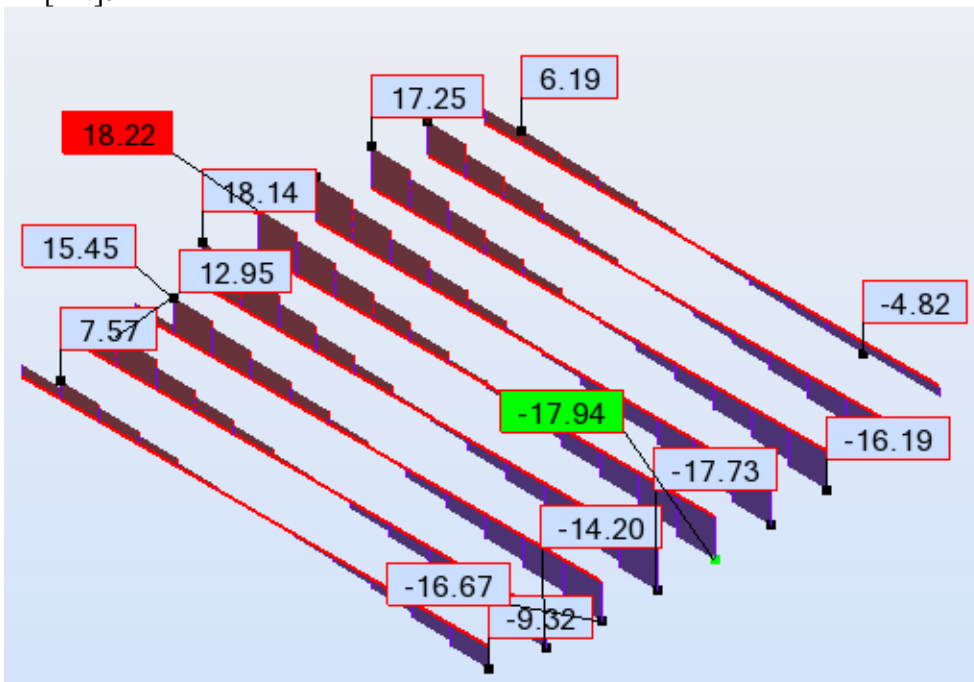
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



Fz [kN]:



Geometria

Przekrój = Przekrój teowy

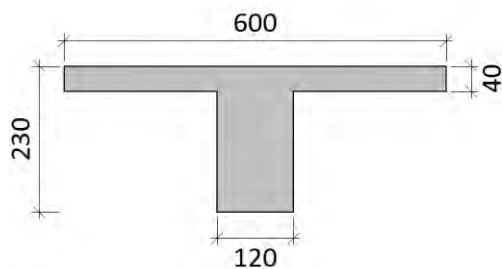
Szerokość środnika = 120 mm

Wysokość całkowita = 230 mm

Szerokość półki = 600 mm

Wysokość półki = 40 mm

Rozpiętość belki = 4,85 m



Klasa betonu C16/20

$f_{ck} = 16 \text{ MPa};$

$\gamma_c = 1,4;$

$f_{cd} = 11,429 \text{ MPa};$

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa};$

$\gamma_s = 1,15;$

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa};$

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 3,4 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 0,78 \text{ cm}^2$

Podsumowanie rezultatów

Wartości przewidywanych obciążeń dla SGN			
obciążanie	M _{Ed} (kN·m)	M _{Rd} (kN·m)	M _{Rd} ≥ M _{Ed} (N _{Ed} = N _{Rd})
S _{Ed} = 1.35 · S _G + 1.50 · S _Q	24.74	42.37	Przekrój wzmocniony 42.37 kN·m ≥ 24.74 kN·m ✓
Niespełnione warunki dla zbrojenia w SGN			
obciążanie	M _{Ed} (kN·m)	M _{Rd} (kN·m)	M _{Rd} ≥ M _{Ed} (N _{Ed} = N _{Rd})
S _{Ed} = 1.00 · S _G + 0.70 · S _Q	14.70	26.15	Przekrój niewzmocniony 26.15 kN·m ≥ 14.70 kN·m ✓

Stan graniczny użytkowalności	
obciążanie	Napężenie w momencie użytkowania / Naprężenia w SGU
S _{Ed} = 1.00 · S _G + 1.00 · S _Q	σ _s ≤ 0.8·f _{yk}
	253.20 MPa ≤ 328.00 MPa ✓

Odporność ogniowa			
obciążanie	M _{Ed} (kN·m)	M _{Rd} (kN·m)	M _{Rd} ≥ M _{Ed} (N _{Ed} = N _{Rd})
S _{Ed} = 1.00 · S _G + 0.60 · S _Q	13.82	26.47	Przekrój niewzmocniony 26.47 kN·m ≥ 13.82 kN·m ✓

Sprawdzenie odspojenia wzmocnienia FRP oraz jego zakotwienia

Zarysowanie przy ściani powodujące odspojenie wzmocnienia FRP	$V_{Ed} \leq V_{Rd,crack}$	$5.86 \text{ kN} \leq 16.02 \text{ kN}$	✓	$x = 1.73 \text{ m}$
Odształcenia we wzmocnieniu FRP	$\varepsilon_{mt} \leq \varepsilon_{fd}$	$0.00158 \leq 0.01189$	✓	$x = 2.43 \text{ m}$
Napężenia rozwarstwiające na końcach wzmocnienia FRP	$\tau \leq \tau_{lim,c}$	$0.09 \text{ MPa} \leq 0.71 \text{ MPa}$	✓	$x = [1.73, 1.82] \text{ m}$
Zakotwienie	$T_d \leq T_k$	$15.46 \text{ kN} \leq 18.10 \text{ kN}$	✓	$x = 1.73 \text{ m}$

Poz. 1.3 Strop DZ-3 - na belkach prefabrykowanych (rozpiętość 2.56m)

Schemat pracy

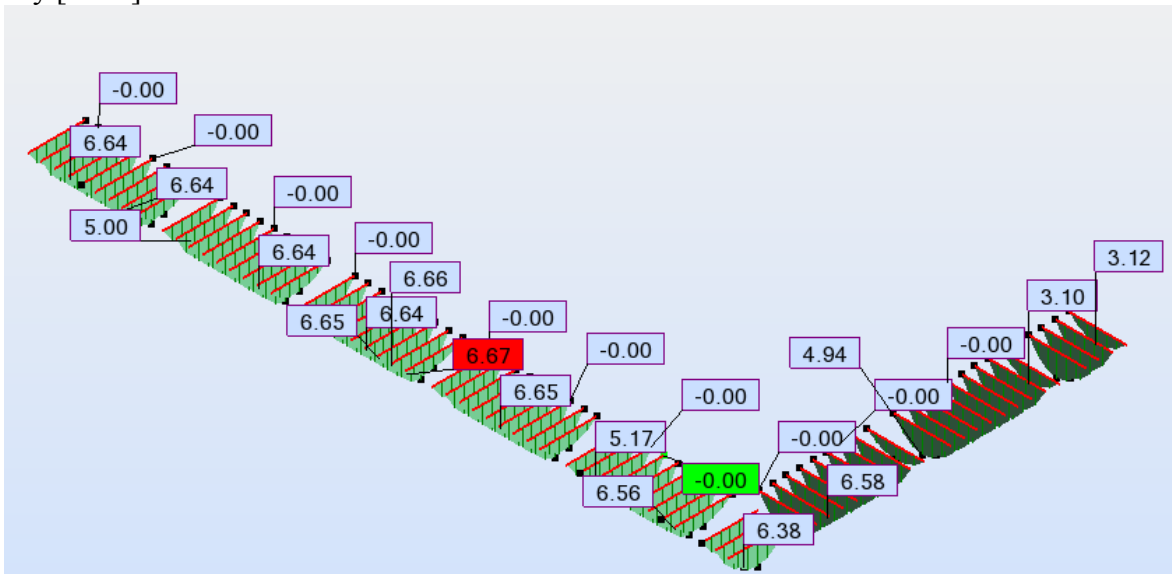
Belki pracują jako elementy belkowe o schemacie elementu jednoprzęsłowego, opartego przegubowo.

Zestawienie obc. Zgodnie z Poz. 1.1

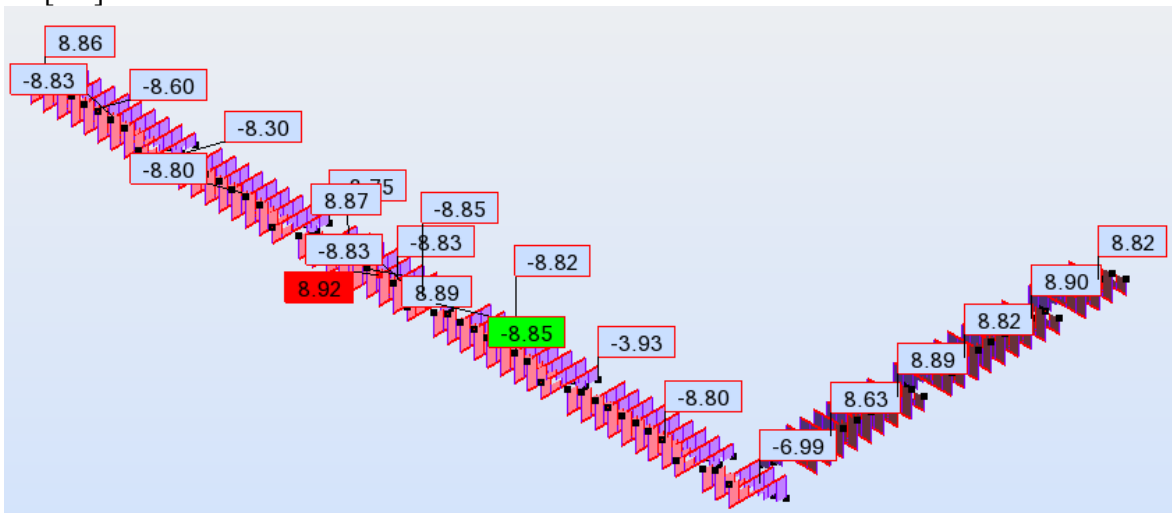
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



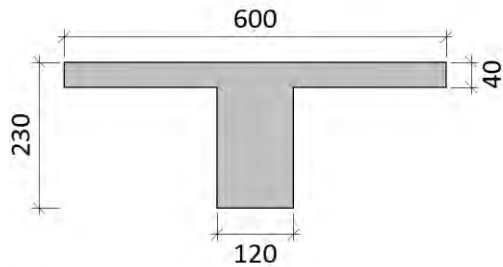
Fz [kN]:



Geometria

Przekrój = Przekrój teowy

Szerokość środnika = 120 mm
Wysokość całkowita = 230 mm
Szerokość półki = 600 mm
Wysokość półki = 40 mm
Rozpiętość belki = 2,65 m



Klasa betonu C16/20

$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$;

$\gamma_c = 1,4$;

$f_{cd} = 11,429 \text{ MPa}$;

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$;

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa}$;

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 3,4 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 0,78 \text{ cm}^2$

Dopuszczalny moment zginający

Z uwagi na nośność przekroju:

$M_{\max} = 24,52 \text{ (kN*m)}$

$M_{\min} = -5,59 \text{ (kN*m)}$

Wyniki szczegółowe dla SGN:

Położenie osi obojętnej:

Ramię sił wewnętrznych:

Względna wysokość strefy ściskanej:

Graniczna wysokość strefy ściskanej:

Naprężenia w betonie ściskanym:

Naprężenia w stali zbrojeniowej:

rozciągające:

ściskające:

$M_y = 24,52 \text{ (kN*m)}$

$y = 3,0 \text{ (cm)}$

$z = 20,0 \text{ (cm)}$

$\xi = 0,14$

$\xi_{gr} = 0,67$

$\sigma_c = 10,7 \text{ (MPa)}$

$\sigma_s = 350,0 \text{ (MPa)}$

$\sigma_s' = 73,8 \text{ (MPa)}$

Podsumowanie

Istniejące żeberka prefabrykowane stropu żelbetowego spełniają wymogi stanów granicznych nośności oraz użytkowania.

Poz. 2.1 Strop DZ-3 na belkach wylewanych na mokro

Schemat pracy

Belki pracują jako elementy belkowe o schemacie elementu jednoprzęsłowego, opartego przegubowo.

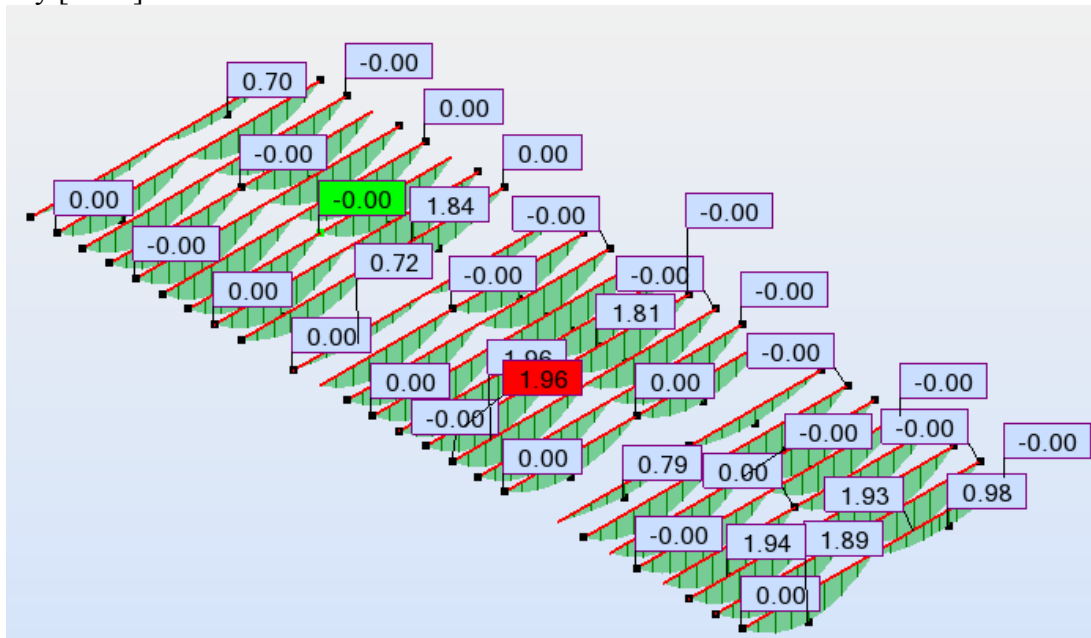
Zestawienie obciążeń dla stropu

Zestawienie obciążeń						
warstwy	h		γ [kN/m^3]	q_k [kN/m^2]	γ_f	l_d [kN/m^2]
płytki ceramiczne	1,5 cm	x	21,00 =	0,32 x	1,35	0,425 kN/m^2
wylewka betonowa	5 cm	x	24,00 =	1,20 x	1,35	1,620 kN/m^2
wełna mineralna	2 cm	x	2,00 =	0,04 x	1,35	0,054 kN/m^2
strop Dz-3	24 cm	x	3,50 =	3,50 x	1,35	4,725 kN/m^2
tynk cem.-wap.	1,5 cm	x	19,00 =	0,29 x	1,35	0,385 kN/m^2
tynk gipsowy	1 cm	x	16,00 =	0,16 x	1,35	0,216 kN/m^2
				5,50		7,425 kN/m^2
obc. użytkowe				5,00 x	1,5	7,500 kN/m^2
				10,50		14,925 kN/m^2

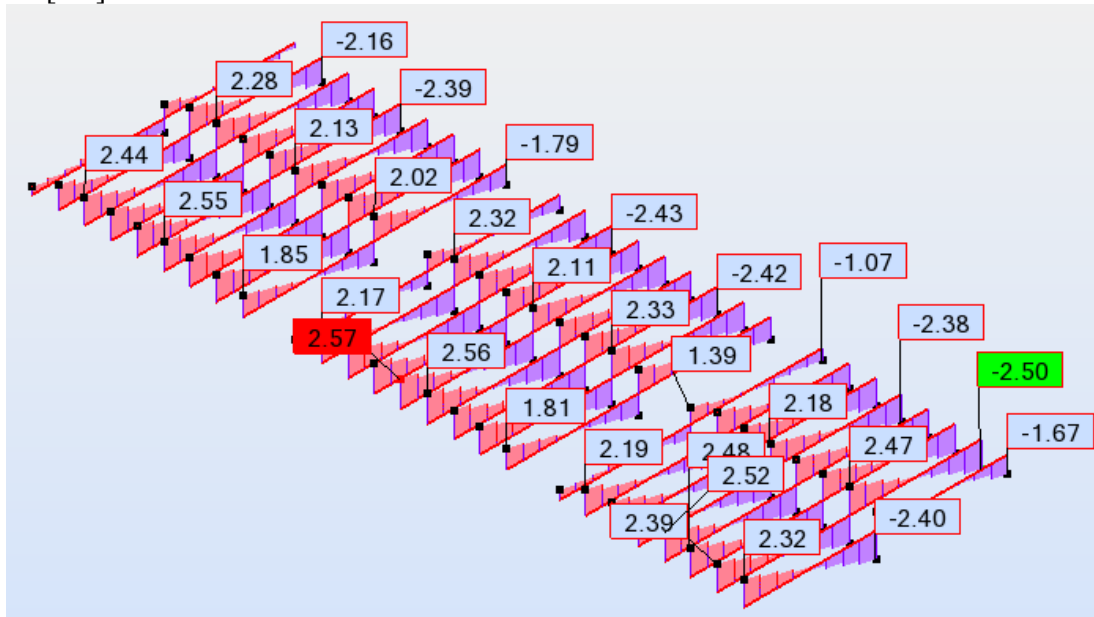
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



Fz [kN]:



Geometria

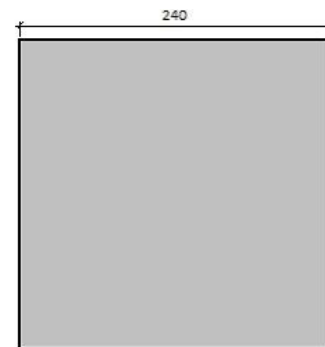
Przekrój = Prostokątny

Szerokość = 240 mm

Wysokość = 240 mm

Rozstaw belek = 600 mm

Rozpiętość belki = 6,0 m



Klasa betonu C20/25

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$;

$\gamma_c = 1,4$;

$f_{cd} = 14,29 \text{ MPa}$;

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$;

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa}$;

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 0,56 \text{ cm}^2$

Dopuszczalny moment zginający

Z uwagi na nośność przekroju:

$$M_{\max} = 49,58 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{\min} = -4,66 \text{ (kN*m)}$$

Wyniki szczegółowe dla SGN:

$$M_y = 49,58 \text{ (kN*m)}$$

Położenie osi obojętnej:

$$y = 12,6 \text{ (cm)}$$

Ramię sił wewnętrznych:

$$z = 17,4 \text{ (cm)}$$

Względna wysokość strefy ściskanej:

$$\xi = 0,56$$

Graniczna wysokość strefy ściskanej:

$$\xi_{gr} = 0,67$$

Naprężenia w betonie ściskanym:

$$\sigma_c = 10,7 \text{ (MPa)}$$

Naprężenia w stali zbrojeniowej:

rozciągające:

$$\sigma_s = 350,0 \text{ (MPa)}$$

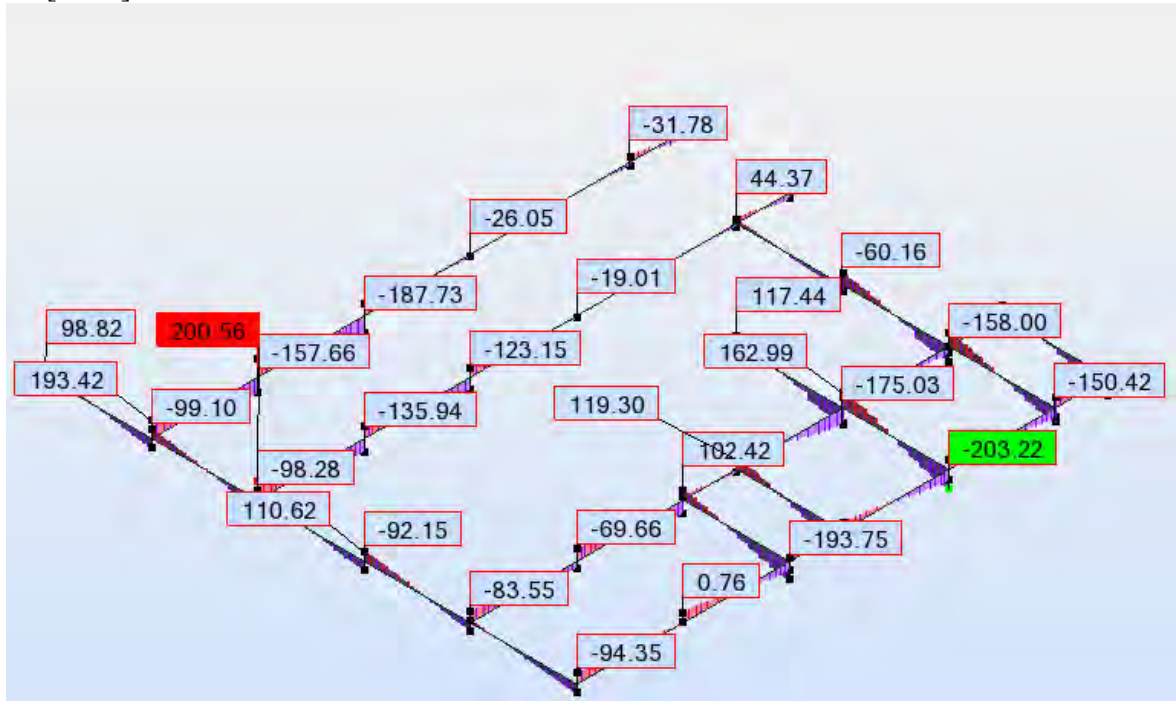
ściskające:

$$\sigma_s' = 350,0 \text{ (MPa)}$$

Podsumowanie

Istniejące żeberka wylewane na mokro stropu żelbetowego spełniają wymogi stanów granicznych nośności oraz użytkowania.

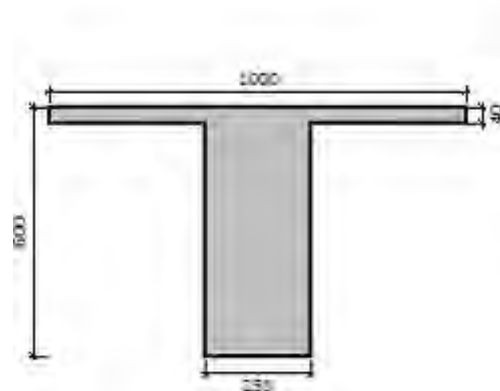
Fz [kNm]:



Geometria

Przekrój = Przekrój teowy

Szerokość środnika = 250 mm
Wysokość całkowita = 600 mm
Szerokość półki = 1000 mm
Wysokość półki = 40 mm
Rozpiętość belki = 6,0 m



Klasa betonu C20/25

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$;

$\gamma_c = 1,4$;

$f_{cd} = 14,29 \text{ MPa}$;

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$;

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa}$;

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 7,41 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Dopuszczalny momenty zginający

Z uwagi na nośność przekroju:

$$M_{\max} = 148,80 \text{ (kN*m)} \quad M_{\min} = -46,16 \text{ (kN*m)}$$

Wyniki szczegółowe dla SGN:

$$M_y = 148,80 \text{ (kN*m)}$$

Położenie osi obojętnej:

$$y = 3,0 \text{ (cm)}$$

Ramię sił wewnętrznych:

$$z = 57,0 \text{ (cm)}$$

Względna wysokość strefy ściskanej:

$$\xi = 0,05$$

Graniczna wysokość strefy ściskanej:

$$\xi_{gr} = 0,67$$

Naprężenia w betonie ściskanym:

$$\sigma_c = 10,7 \text{ (MPa)}$$

Naprężenia w stali zbrojeniowej:

rozciągające:

$$\sigma_s = 350,0 \text{ (MPa)}$$

ściskające:

$$\sigma_s' = 50,3 \text{ (MPa)}$$

Podsumowanie

Istniejące podciągi główne spełniają wymogi stanów granicznych nośności oraz użytkowania.

Poz. 3.2 Podciąg skrajny

Schemat pracy

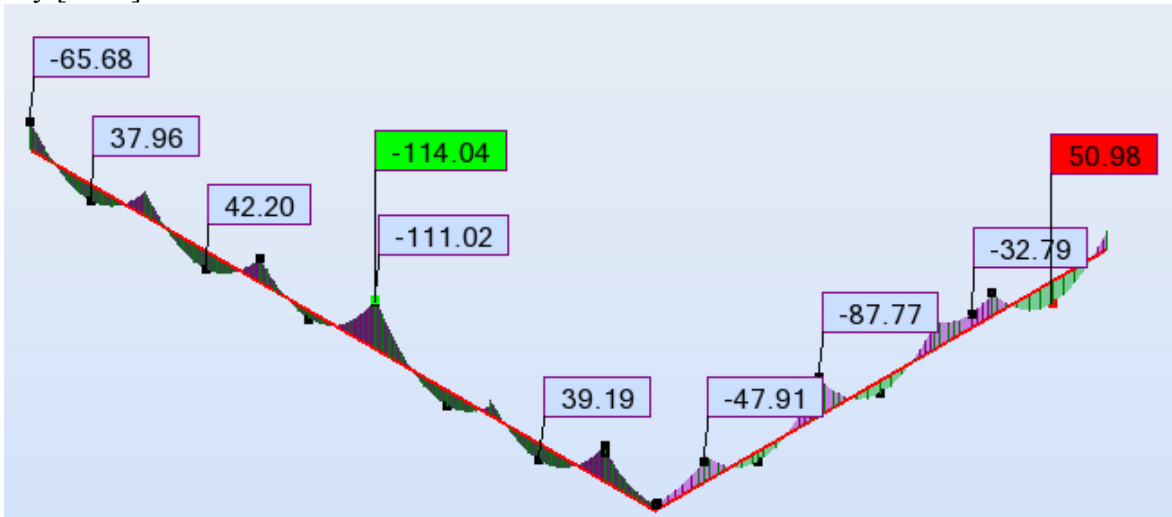
Belki pracują jako elementy belkowe o schemacie elementu wieloprzęsłowego, opartego przegubowo.

Zestawienie obc jak dla Poz 3.1

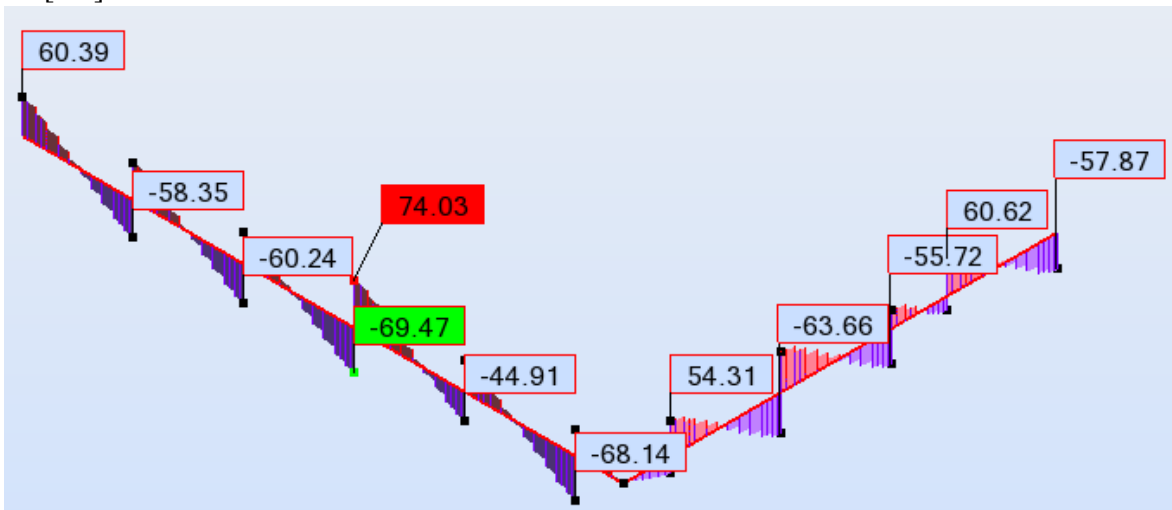
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



Fz [kN]:



Geometria

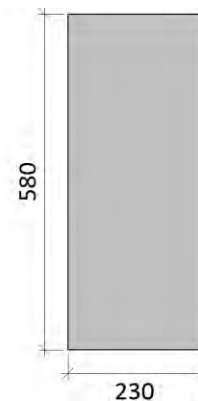
Przekrój = Prostokątny

Szerokość = 230 mm

Wysokość = 580 mm

Rozstaw belek = 2,56 mm

Rozpiętość belki = 6,0 m



Klasa betonu C20/25

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$;

$\gamma_c = 1,4$;

$f_{cd} = 14,29 \text{ MPa}$;

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$;

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa}$;

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 3,14 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 1,57 \text{ cm}^2$

Podsumowanie rezultatów

Wartości przewidywanych obciążeń dla SGN			
obciążanie	M _{Ed} (kN·m)	M _{Rd} (kN·m)	M _{Rd} ≥ M _{Ed} (N _{Ed} = N _{Rd})
S _{Ed} = 1.35 · S _G + 1.50 · S _Q	80.87	182.01	Przekrój wzmocniony 182.01 kN·m ≥ 80.87 kN·m ✓
Niespełnione warunki dla zbrojenia w SGN			
obciążanie	M _{Ed} (kN·m)	M _{Rd} (kN·m)	M _{Rd} ≥ M _{Ed} (N _{Ed} = N _{Rd})
S _{Ed} = 1.00 · S _G + 0.50 · S _Q	42.30	67.72	Przekrój niewzmocniony 67.72 kN·m ≥ 42.30 kN·m ✓
Stan graniczny użytkowalności			
obciążanie	Napężenie w momencie użytkowania / Napężenia w SGU		
S _{Ed} = 1.00 · S _G + 1.00 · S _Q	σ _s ≤ 0.8·f _{yk}		
	289.81 MPa ≤ 328.00 MPa ✓		
Odporność ogniowa			
obciążanie	M _{Ed} (kN·m)	M _{Rd} (kN·m)	M _{Rd} ≥ M _{Ed} (N _{Ed} = N _{Rd})
S _{Ed} = 1.00 · S _G + 0.30 · S _Q	36.54	68.00	Przekrój niewzmocniony 68.00 kN·m ≥ 36.54 kN·m ✓

Sprawdzenie odspojenia wzmocnienia FRP oraz jego zakotwienia

Zarysowanie przy ściani powodujące odspojenie wzmocnienia FRP	$V_{Ed} \leq V_{Rd,crack}$	$28.07 \text{ kN} \leq 41.34 \text{ kN}$	✓	$x = 1.44 \text{ m}$
Napężenia rozwarstwiający w strefie uplastycznienia	$\tau_t \leq \tau_{lim,y}$	$2.68 \text{ MPa} \leq 4.64 \text{ MPa}$	✓	$x = [2.69, 2.90] \text{ m}$
Odształcenia we wzmocnieniu FRP	$\varepsilon_{mt} \leq \varepsilon_{fd}$	$0.00214 \leq 0.01189$	✓	$x = 3.00 \text{ m}$
Napężenia rozwarstwiający na końcach wzmocnienia FRP	$\tau \leq \tau_{lim,c}$	$0.10 \text{ MPa} \leq 0.83 \text{ MPa}$	✓	$x = [4.35, 4.56] \text{ m}$
Zakotwienie	$T_d \leq T_k$	$25.95 \text{ kN} \leq 42.05 \text{ kN}$	✓	$x = 1.44 \text{ m}$

Poz. 3.2 Podciąg wspornikowy

Schemat pracy

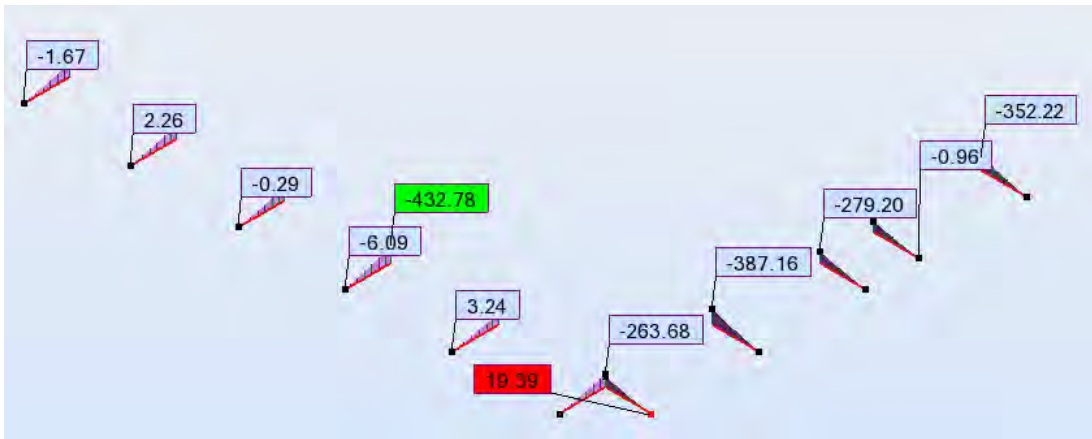
Belki pracują jako elementy belkowe o schemacie elementu wieloprzęsłowego, opartego przegubowo.

Zestawienie obc jak dla Poz 3.1

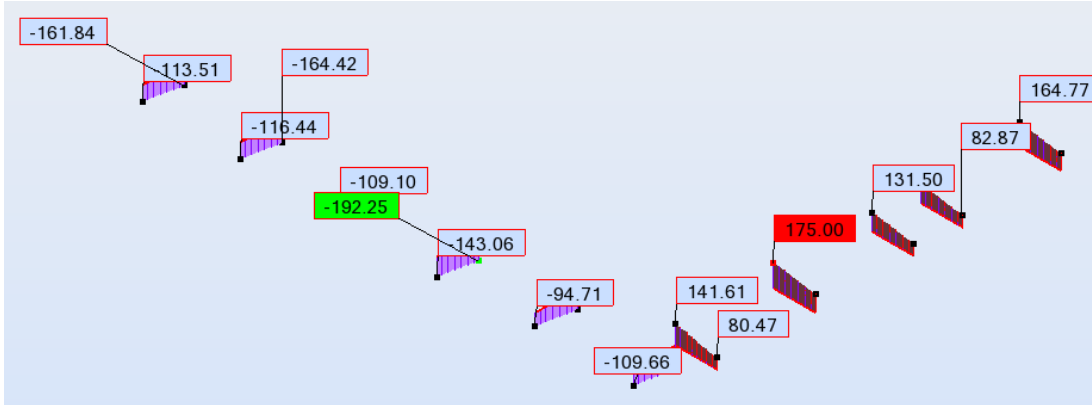
Wykresy sił przekrojowych

SGN

My [kNm]:



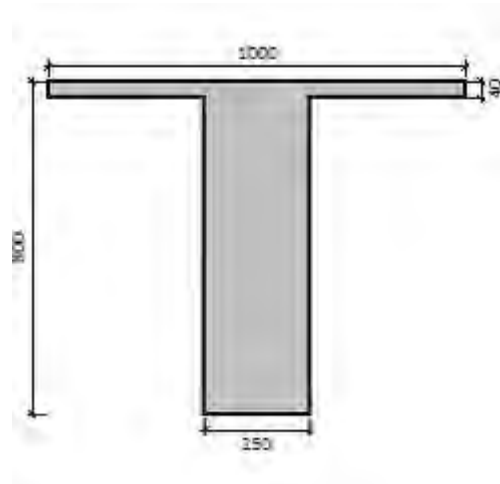
Fz [kN]:



Geometria

Przekrój = Przekrój teowy

Szerokość środnika	=	250 mm
Wysokość całkowita	=	800 mm
Szerokość półki	=	1000 mm
Wysokość półki	=	40 mm
Rozpiętość belki	=	6,0 m



Klasa betonu C20/25

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$;

$\gamma_c = 1,4$;

$f_{cd} = 14,29 \text{ MPa}$;

Klasa zbrojenia podłużnego A-III 34GS

$f_{yk} = 410 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$;

$f_{yd} = 356,522 \text{ MPa}$;

Zbrojenie

Powierzchnia zbrojenia dolnego $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$

Powierzchnia zbrojenia górnego $A_{s2} = 12,06 \text{ cm}^2$

Dopuszczalny moment zginający

Z uwagi na nośność przekroju:

$M_{\max} = 62,18 \text{ (kN*m)}$

$M_{\min} = -312,51 \text{ (kN*m)}$

Wyniki szczegółowe dla SGN:

Położenie osi obojętnej:

$M_y = -312,51 \text{ (kN*m)}$

$y = 3,0 \text{ (cm)}$

Ramię sił wewnętrznych:

$z = 77,3 \text{ (cm)}$

Względna wysokość strefy ściskanej:

$\xi = 0,04$

Graniczna wysokość strefy ściskanej:

$\xi_{gr} = 0,67$

Naprężenia w betonie ściskanym:

$\sigma_c = 13,3 \text{ (MPa)}$

Naprężenia w stali zbrojeniowej:

rozciągające:

$\sigma_s = 350,0 \text{ (MPa)}$

ściskające:

$\sigma_s' = 347,1 \text{ (MPa)}$

Podsumowanie

Istniejące podciągi wspornikowe spełniają wymogi stanów granicznych nośności oraz użytkowania.

9. Dokumentacja rysunkowa:

- KW-01 Rzut stropu nad parterem.
- KW-02 Wzmocnienie belek poz.1.1.
- KW-03 Wzmocnienie belek poz.1.2.
- KW-04 Wzmocnienie belek poz.3.2.