

**EKSPERTYZA TECHNICZNA WIADUKTU TRAMWAJOWEGO W CIĄGU
ULICY WOJSKA POLSKIEGO NAD ALEJĄ JANA PAWŁA II W BYDGOSZCZY**

BRANŻA: MOSTOWA

NAZWA ZADANIA: Ekspertyza wiaduktu tramwajowego w ciągu ul. Wojska Polskiego
w Bydgoszczy

UMOWA: 107/IR/2022

INWESTOR: ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH I KOMUNIKACJI PUBLICZNEJ W BYDGOSZCZY
ul. Toruńska 174a, 85-844 Bydgoszcz

JEDNOSTKA MOSTOSTAL KIELCE S.A.
PROJEKTOWA: ul. Ks. P. Ściegiennego 280, 25-116 Kielce

Zespół projektowy	Imię i nazwisko	Numer uprawnień i specjalność	Data	Podpis
Opracował	Łukasz Figat	KUP/0064/POOM/15 w spec. mostowej	lipiec 2022	
Sprawdził	Wiktor Adach	KL-105/2002 w spec. konstr. - bud.	lipiec 2022	

Egz. nr **1**

SPIS TREŚCI

- I. Strona tytułowa
- II. Spis treści
- III. Uprawnienia i przynależność do Izby Inżynierów
- IV. Ekspertyza techniczna
 - 1. Podstawa opracowania
 - 2. Przedmiot i cel opracowania
 - 3. Lokalizacja obiektu
 - 4. Materiały wykorzystane przy wykonywaniu ekspertyzy
 - 5. Opis ogólny konstrukcji
 - 6. Charakterystyka geometryczna podpór
 - 7. Opis stanu istniejącego
 - 8. Ustalenie wytrzymałości betonu podpór
 - 9. Ustalenie wytrzymałości stali zbrojeniowej konstrukcji
 - 10. Analiza obliczeniowa
 - 11. Wnioski i zalecenia
- V. Załącznik 1 - Dokumentacja fotograficzna obiektu
- VI. Załącznik 2 - Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń
- VII. Załącznik 3 - Wyniki sklerometrycznych badań wytrzymałości betonu



OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

Sygn. akt: KUP/OIB/KK-0054-0018/15

DECYZJA

Bydgoszcz, dnia 17 czerwca 2015 r.

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2014 r., poz. 1946), art. 12 ust. 1 pkt 1, ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 1, art. 13 ust. 1, ust. 2 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 3 lit. a) i ust. 3 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.) oraz § 10 i § 13 ust. 1 i ust. 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r., poz. 1278) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 267), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

Pan Łukasz Figat

magister inżynier o kierunku budownictwo
ur. dnia ~~XXXXXXXXXXXX~~

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny KUP/0064/POOM/15

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności inżynierskiej: mostowej

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zadania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 267) odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwołanie decyzji.

Pouczenie

- Zgodnie z art. 12 ust. 7 ww. ustawy Prawo budowlane - podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
- Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Bydgoszczy w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

- Otrzymują:
- Pan Łukasz Figat
 - ~~XXXXXXXXXXXX~~
 - Okręgowa Rada Izby
 - Główny Inspektor
 - Nadzór Budowlanego
 - a/a



mgr inż. Jacek Kołodziej

inż. Wojciech Kłatecki

inż. Paweł Gonczarzewicz

Szczegółowy zakres uprawnień budowlanych

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane w związku z § 10 i § 13 ust. 1 i ust. 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, Pan **Łukasz Figat** jest upoważniony w specjalności **inżynierskiej: mostowej** do:

- projektowania obiektu budowlanego, takiego jak:
 - drogowy obiekt inżynierski: w rozumieniu przepisów o drogach publicznych;
 - kolejowy obiekt inżynierski: most, wiadukt, przepust, ślasy oporowe, tunele linowe, nadziemne i podziemne przebiegi dla pieszych, w rozumieniu przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich użytkowanie,
- obliczania światła mostów i przepustów,
- sprawdzania projektów architektoniczno - budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

bez ograniczeń.

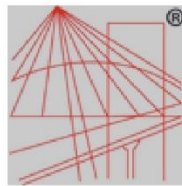
Na podstawie § 10 ww. rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia budowlane uprawniają do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie specjalności inżynierskiej: mostowej.

**Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

mgr inż. Jacek Kołodziej

inż. Wojciech Kłatecki

inż. Paweł Gonczarzewicz



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-2QH-DHT-4SF *

Pan Łukasz Figat o numerze ewidencyjnym KUP/BM/0120/15

adres zamieszkania ~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2022-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-09-01 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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



WOJEWODA ŚWIĘTOKRZYSKI

Znak: RR.IV.7132-168/02

Kielce, dnia 2002.12.17

DECYZJA
o nadaniu uprawnień budowlanych

Na podstawie art. 12 ust. 2, art. 13 ust. 1 pkt 1 i art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo budowlane (j.t. Dz.U. z 2000r. Nr 106, poz. 1126 ze zm.) oraz § 9 ust.1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 1995r. Nr 8 poz. 38 ze zm.), w związku z art. 62 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001r. Nr 5, poz. 42 ze zm. z 2002r. Dz.U. Nr 23, poz. 221)

po rozpatrzeniu

prośby Pana Wiktora Adacha w sprawie nadania uprawnień budowlanych w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do projektowania bez ograniczeń, po przeprowadzeniu postępowania kwalifikacyjnego i złożeniu egzaminu

nadaje

Panu WIKTOROWI ADACH
inżynierowi (kierunek: budownictwo)
urodzonemu ~~XXXXXXXXXXXXXXX~~

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. KL - 105/2002

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

UZASADNIENIE

Zgodnie z art. 107 § 4 Kpa odstępuje się od uzasadnienia decyzji, gdyż uwzględnia ona w całości żądanie strony.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy stronie odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, ul. Krucza 38/42, za moim pośrednictwem w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

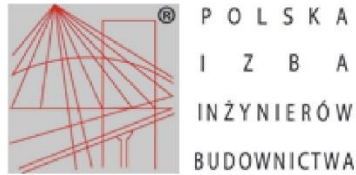
Stosownie do art. 130 § 4 Kpa decyzja niniejsza podlega wykonaniu przed upływem terminu do wniesienia odwołania, gdyż jest ona zgodna z żądaniem strony.

Otrzymują:

1. Pan Wiktor Adach
~~XXXXXXXXXXXXXXX~~
~~XXXXXXXXXXXXXXX~~
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
ul. Krucza 38/42
00-512 - Warszawa
celem wpisania do centralnego rejestru
3. a/a



WOJEWODA ŚWIĘTOKRZYSKI
mgr inż. Andrzej Lipiński
p.o. DYREKTORA WYDZIAŁU
ROZWOJU REGIONALNEGO



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SWK-R8D-F41-XN2 *

Pan Wiktor Adach o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0148/03

adres zamieszkania ~~ul. Główna 1, 85-001 Bydgoszcz~~

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-04-01 do 2023-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-04-08 roku przez:

Stefan Szałkowski, Przewodniczący Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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



EKSPERTYZA TECHNICZNA

WIADUKTU TRAMWAJOWEGO W CIĄGU ULICY WOJSKA POLSKIEGO NAD ALEJĄ JANA PAWŁA II W BYDGOSZCZY

1. Podstawa opracowania

- Umowa nr 107/IR/2022 z dnia 04 lipca 2022 r. zawarta pomiędzy Miastem Bydgoszcz – Zarządem Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy z siedzibą przy ul. Toruńskiej 174a, a firmą Mostostal Kielce S.A. z siedzibą przy ul. Ks. Ściegiennego w Kielcach.
- własne pomiary inwentaryzacyjne i oględziny
- obowiązujące normy i przepisy oraz literatura techniczna

2. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem ekspertyzy jest istniejący, eksploatowany wiadukt tramwajowy, zlokalizowany w ciągu drogi powiatowej nr 3034C (ul. Wojska Polskiego) w Bydgoszczy nad Al. Jana Pawła II.

Celem opracowania jest określenie stanu technicznego wiaduktu w szczególności jego podpór pośrednich. W zakresie niniejszej ekspertyzy zostanie wykonana inwentaryzacja geometryczna podpór, wraz z uszkodzeniami oraz analiza obecnego stanu podpór pośrednich wiaduktu tramwajowego wraz z wnioskami końcowymi i zaleceniami technicznymi.

3. Lokalizacja obiektu

Wiadukt zlokalizowany jest w województwie kujawsko-pomorskim, w powiecie bydgoskim, w gminie Miasto Bydgoszcz, w ciągu ul. Wojska Polskiego w Bydgoszczy. Obiekt inżynierski umożliwia przeprowadzenie ruchu taboru tramwajowego nad Al. Jana Pawła II.



Rys. 1. Lokalizacja wiaduktu (źródło mapy: mapy.geoportal.gov.pl).

4. Materiały wykorzystane przy wykonywaniu ekspertyzy

Podczas opracowywania dokumentacji wykorzystano następujące materiały:

- przeglądy okresowe wiaduktu
- wizje lokalne i oględziny obiektu
- inwentaryzacja geometryczna podpór
- PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
- wyniki sklerometrycznych badań wytrzymałości betonu

5. Opis ogólny konstrukcji

Wiadukt wykonano w roku 1978 w oparciu o projekt opierający się na normie obciążeniowej PN-66/B-02015. Obiekt zaprojektowano na obciążenie 30 ton.

Całkowita długość wiaduktu wynosi około 112,20m, szerokość 8,10m. Na przęsłach obiektu znajdują się dwa linie wąskotorowe tramwajowe o szerokości 1000mm. Poza tym na krawędzi przęsła znajdują się balustrady o wysokości 1,10m oraz słupy trakcyjne w osi wiaduktu. Ustrój nośny składa się z 4 przęseł o rozpiętości 27,50+28,00+28,00+27,50m wykonanych z 4 belek kablobetonowych typu WBS długości 28,00m oraz płyty żelbetowej o grubości ok.20cm. Belki oparte na podporach za pośrednictwem łożysk wałkowych w rozstawie 27,00m. Rozstaw poprzeczny belek wynosi 2,00m. Przęsła pracują w układzie swobodnie podpartym. Ponadto belki połączone są ze sobą za pomocą poprzecznic podporowych oraz pośrednich w rozstawie około 5,50m.

Podpory pośrednie wiaduktu składają się z jednego filara o przekroju koła o średnicy 1,50m oraz rygla długości 8,00m, szerokości 1,80m i wysokości od 1,75m do 1,12m. Całość posadowiona na palach żelbetowych. Wysokość podpór pośrednich wynosi około 9,00m.

Przyczółki wykonane jako ażurowe wtopione w nasyp. Oparte również na palach żelbetowych.

W roku 2004 wiadukt został wyremontowany. Remont polegał na reprofilacji płyty przęsła, wymianie torowiska i wymianie dylatacji na modułowe. W 2022r. został wymieniony system kolektorów odwodnieniowych, wymienione uszczelki dylatacyjne oraz balustrady. Ponadto podpory pośrednie zostały wyremontowane poprzez uzupełnienie ubytków betonu i zabezpieczenie górnej powierzchni żywicą.

6. Charakterystyka geometryczna podpór

Podpory pośrednie to trzy identyczne konstrukcje. Pojedynczy filar o przekroju kołowym o średnicy 1,50m. Wysokość podpory od oczepu palowego wynosi 13,00m. Rygiel wspornikowy o przekroju prostokątnym szerokości 1,80m, wysokości od 1,75m do 1,12m i długości 8,00m. Długość wspornika 3,25m. Na podporach usytuowane są łożyska w rozstawie 1,00m w przekroju poprzecznym rygla oraz w rozstawie 2,00m po długości rygla. Łożyska stałe znajdują się na podporach przedskrajnych, łożyska przesuwne na podporze środkowej i na przyczółkach. Boczna powierzchnia rygli oraz powierzchnie belek w sąsiedztwie łożysk pokryte są matą z włókna węglowego.

7. Opis stanu istniejącego

Na filarach podpór pośrednich widoczne rysy pionowe oraz rysy powierzchniowe. Lokalnie widoczne odpryski betonu z odsłonięciem zbrojenia. Korozja stali zbrojeniowej. Powierzchnia rygli zanieczyszczona. Przyczyną zanieczyszczeń jest m.in. nieuszczelna dylatacja oraz ptasie odchody. Ponadto na powierzchni rygli widoczne liczne rysy i spękania, krawędziowe ubytki betonu z odsłonięciem zbrojenia. W dolnej części

rygla, część betonu uległa odspojeniu od zbrojenia. Stan podpór przedstawiono na załączonych fotografiach (zał.2).

8. Ustalenie wytrzymałości betonu podpór

Wykonano badania nieniszczące betonu przy użyciu młotka Schmidta DIGI Schmidt 2N. Badanie dla rygla wykonano na dolnej oraz bocznej powierzchni. Dla filarów wykonano badanie na powierzchni pionowej po obwodzie słupów. Wyniki badań przedstawiono w załączniku 3.

W słupie podpory stwierdzono beton o wytrzymałości $f_{ck}=22,93$ MPa, a w ryglu beton wytrzymałości $f_{ck}=30,56$ MPa. Przyjme się do celów obliczeniowych beton w słupie klasy B30, beton w ryglu B35.

9. Ustalenie wytrzymałości stali zbrojeniowej konstrukcji

Zarządca obiektu nie posiada archiwalnej dokumentacji pozwalającej na ustalenie zbrojenia przekrojów betonowych.

Wykonano poszukiwania zbrojenia przy pomocy sprzętu - Profometr 5+ firmy PROCEQ, określając, ilość i położenie prętów zbrojeniowych w ryglu i słupie. Ponadto w górnej powierzchni rygla wykonano odkrywkę w celu potwierdzenia ilości i rodzaju stali zbrojeniowej.

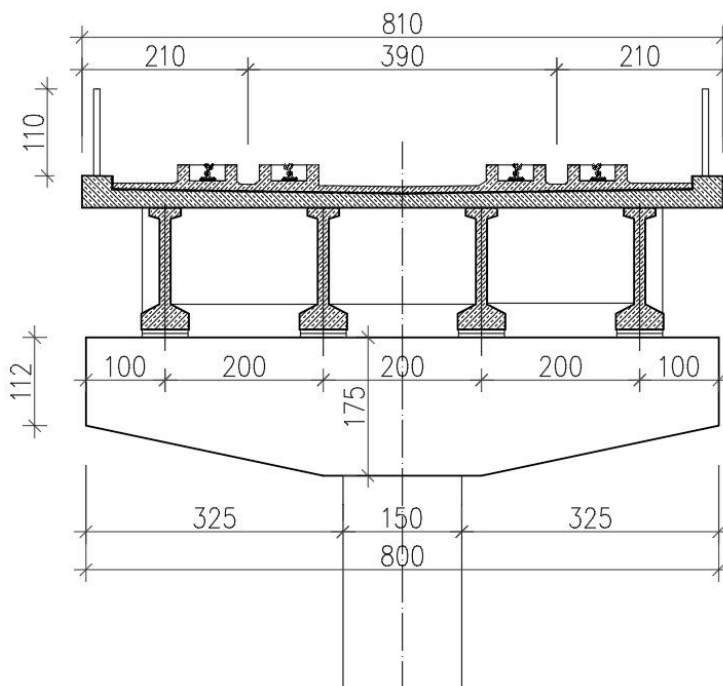
W słupie użyty sprzęt wykazał zbrojenie średnicy 25mm w rozstawie co około 15cm. Strzemiona spiralne z pręta o średnicy 10mm i rozstawie co 7cm.

W ryglu występuje zbrojenie główne średnicy 36mm w rozstawie co 12,5cm. Strzemiona z prętów gładkich o średnicy 10mm i rozstawie co 30cm.

Na podstawie wyglądu powierzchni prętów można przyjąć że użyte zbrojenie jest klasy 18G2.

10. Analiza obliczeniowa

Przekrój poprzeczny przęsła



Obliczenia statyczne przeprowadzono wykorzystując programy komputerowe: „Excel”, Autodesk Robot Structural Analysis

Obliczenia wg PN-85/S-10030, PN-91/S-10042 na wartościach charakterystycznych.

Zebranie obciążeń na przęsło wg. PN-85/S-10030

Obciążenia od ciężaru własnego i wyposażenia

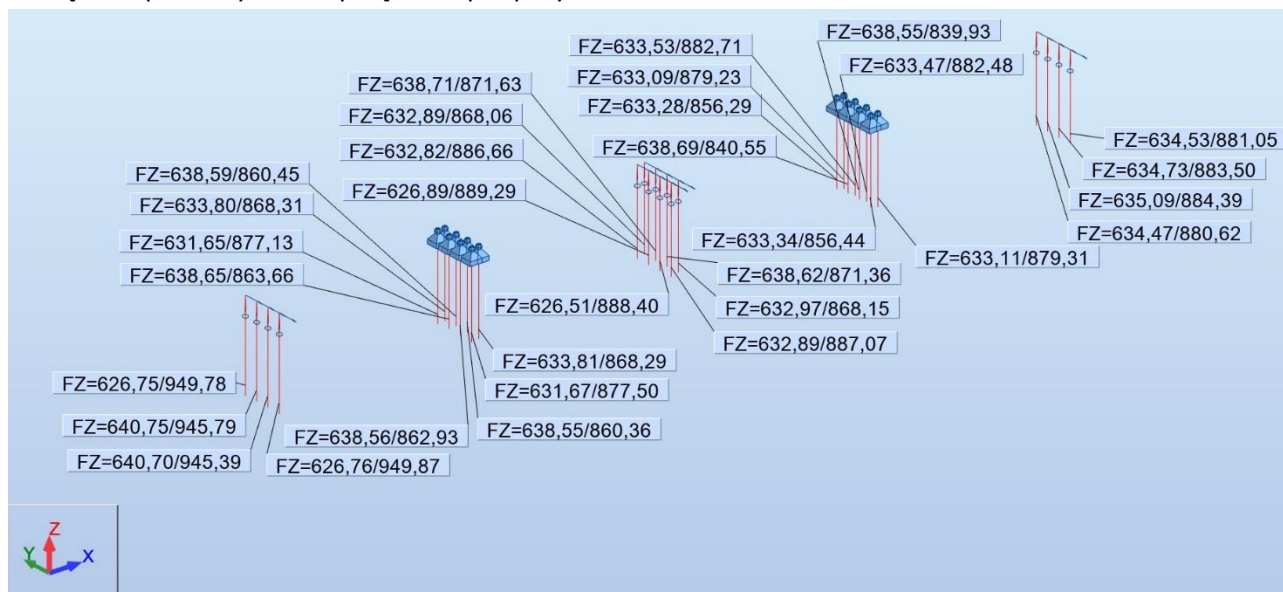
Lp.	Element obciążający konstrukcję	Wartość charakterystyczna	Jednostka
1.	płyta żelbetowa $0,20\text{m} \cdot 27 \text{ kN/m}^3$	5,40	kN/m^2
2.	belka WBS $0,38\text{m}^2 \cdot 27 \text{ kN/m}^3$	10,26	kN/m
3.	izolacja $0,01\text{m} \cdot 14 \text{ kN/m}^3$	0,14	kN/m^2
4.	poprzecznicą $0,30\text{m} \cdot 1,30\text{m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3$	9,75	kN/m
5.	konstrukcja torowiska $0,12\text{m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3$	3,00	kN/m^2
6.	balustrada	1,50	kN/m

Obciążenie taborem tramwajowym. Nacisk tandemu wynosi 150kN. Odstęp między tandemami sąsiednich wagonów wynosi 8,5m, zaś między skrajnymi osiami tandemów sąsiednich pociągów – 10m. Współczynnik dynamiczny.

$$\varphi = 1,35 - 0,005L = 1,35 - 0,005 \cdot 28,00 = 1,21 < 1,325$$

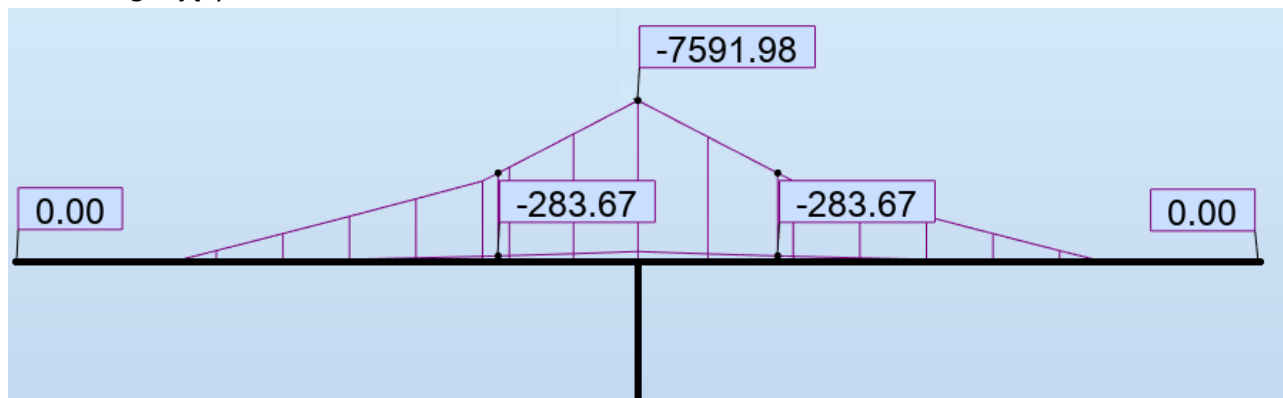
$$150\text{kN} \cdot 1,21 = 181,50\text{kN}$$

Obciążenia przekazywane z przęseł na podpory



Siły wewnętrzne w ryglu podpory najbardziej wyciążonej.

Moment zginający:



Założenia:

$M = 7592 \text{ kNm}$ – maksymalny moment zginający

Stal 18G2 – $R_{ak} = 355 \text{ MPa}$

Beton B35 – $R_{bk} = 26,2 \text{ MPa}$

$h = 1,75 \text{ m}$ – wysokość rygla

$b = 1,80 \text{ m}$ – szerokość rygla

$c = 20 \text{ cm}$ – otulina prętów zbrojeniowych

$\emptyset = 36 \text{ mm}$ – średnica prętów

$A_a = 152,60 \text{ cm}^2$ – pole powierzchni zbrojenia

$h_1 = 1,75 - 0,20 - 0,036/2 = 1,532 \text{ m}$

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{210}{34,6} = 6,069$$

Wysokość strefy ściskanej:

$$x = n \frac{A_a}{b} \left(\sqrt{1 + \frac{2bh_1}{nA_a}} - 1 \right) = 6,069 \cdot \frac{0,01526}{1,80} \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1,80 \cdot 1,532}{6,069 \cdot 0,01526}} - 1 \right) = 0,349 \text{ m}$$

$$\sigma_{bmax} = \frac{2M}{bx \left(h_1 - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \cdot 7592}{1,80 \cdot 0,349 \cdot \left(1,532 - \frac{0,349}{3} \right)} = 17,07 \text{ MPa} - \text{naprężenia w betonie}$$

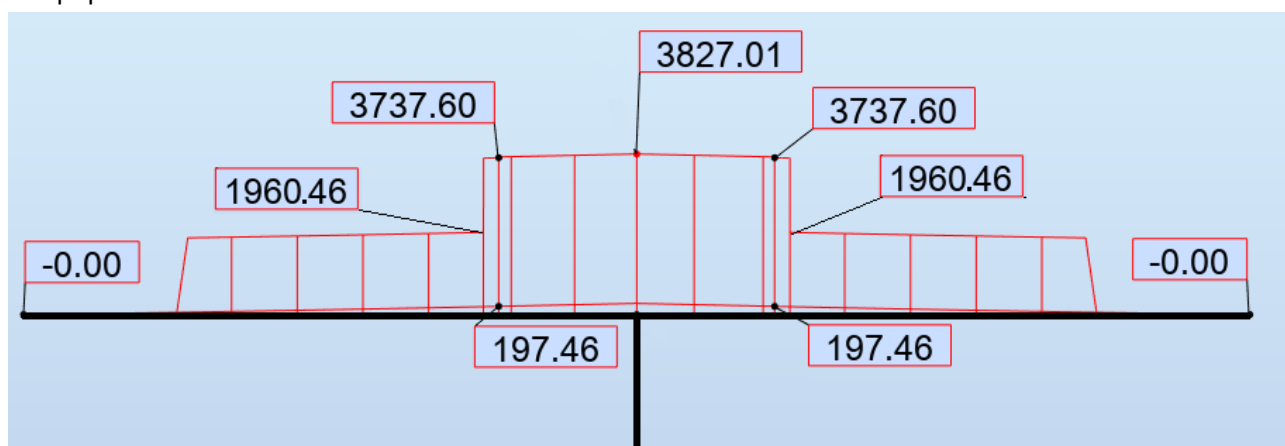
$$\sigma_{amax} = \frac{M}{A_a \cdot \left(h_1 - \frac{x}{3} \right)} = \frac{7592}{0,01526 \cdot \left(1,532 - \frac{0,349}{3} \right)} = 351,43 \text{ MPa} - \text{naprężenia w stali}$$

$R_{ak} > \sigma_{amax}$ - warunek spełniony

$R_{bk} > \sigma_{bmax}$ - warunek spełniony

Obliczenia przeprowadzono na wartościach charakterystycznych, bez współczynnika bezpieczeństwa. Zakładając, że stal zbrojeniowa nie jest skorodowana i ma pełną nośność 355 MPa, naprężenia w stali będą posiadały 1% bufor bezpieczeństwa.

Siła poprzeczna:



Założenia:

$V_{Ed} = 3830 \text{ kNm}$ – maksymalna siła poprzeczna

$N_{Ed} = 0 \text{ kNm}$ – siła ściskająca

$h = 1,75 \text{ m}$ – wysokość rygla

$b = 1,80 \text{ m}$ – szerokość rygla

$d = 1,55 \text{ m}$

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 365 \text{ MPa}$
$f_{cd} = 21,43 \text{ MPa}$	$f_{tk} = 480 \text{ MPa}$
$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 317,4 \text{ MPa}$
$f_{ctk,0.05} = 2,0 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
$f_{ctd} = 1,43 \text{ MPa}$	$\gamma_s = 1,15$
$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$	
$\gamma_c = 1,4$	

$A_{sl} = 152,6 \text{ cm}^2$ - stopień zbrojenia głównego

$\rho_l = A_{sl} / (b_w d) = 0,0048 \leq 0,02$ - warunek spełniony

$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,13$

$k = 1 + (200/d)^{0,5} = 1,36 \leq 2,0$

$k_1 = 0,15$

$V_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,30$

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0 \text{ MPa}$

nośność na ścinanie z uwagi na wytrzymałość betonu

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k \sigma_{cp}] b_w d = 1239,0 \text{ kN}$

Lecz nie mniej niż:

$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 847,5 \text{ kN}$

sprawdzenie, czy wymagane jest zbrojenie na ścinanie

$V_{Ed} = 3827 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 1239 \text{ kN}$ - wymagane zbrojenie na ścinanie

zbrojenie na ścianie – odcinek I rodzaju

sprawdzenie nośności na ścinanie z uwagi na wytrzymałość betonu na ściskanie:

$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,53$

$V_{Ed} = 3827 \text{ kN} \leq V_{Rd}^{max} = 0,5 b_w d v f_{cd} = 14731,2 \text{ kN}$ - warunek spełniony

rozstaw strzemion

$s \leq 0,75 d = 1,16 \text{ cm}$

$s \leq 40 \text{ cm}$

$s \geq 5 \text{ cm}$

$s \leq 12 \Phi = 43 \text{ cm}$

$s \leq 30 \text{ cm}$

przyjęto rozstaw $s_1 = 30 \text{ cm}$

przyjęto strzemiona 4 – cięte, $\Phi_s = 10 \text{ mm}$, $A_{sw1} = 1,18 \text{ cm}^2$,

$A_{sw1} = 3,14 \text{ cm}^2$

sprawdzenie minimalnej stopnia zbrojenia na ścinanie:

$\rho_w = A_{sw1} / (s_1 b) = 0,0048 > \rho_{w,min} = 0,08 f_{ck}^{0,5} / (f_{yk}) = 0,0012$ - warunek spełniony

$\rho_w = A_{sw1} / (s_1 b) = 0,0048 > 0,0015$ - warunek spełniony

zbrojenie na ścinanie - odcinek II rodzaju

kąt nachylenia teoretycznych krzyżulców betonowych modelu kratownicy

przyjęto $\cot \Theta = 2,0$ $\tan \Theta = 0,5$ $1,0 \leq \cot \Theta \leq 2,0$

nośność na ścinanie z uwagi na wytrzymałość betonu na ściskanie

$V_{Ed} = 3827 \text{ kN} \leq V_{Rd}^{max} = (b_w z v f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 10606 \text{ kN}$ - warunek spełniony

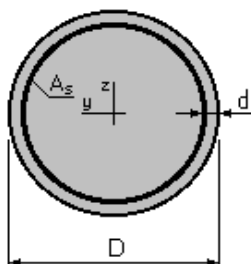
rozstaw strzemion z warunku nośności:

$s_2 \leq (A_{sw2} z f_{ywd} \cot \Theta) / V_{Ed} = 73 \text{ cm}$ - warunek spełniony

Analiza nośności przekroju słupa dwukierunkowo ściskanego mimośrodowego

Założenia:

- Beton klasy B30,
- Stal klasy 18G2 $f_{yk} = 355,0$ (MPa)
- Przekrój obliczany bez uwzględnienia mimośródów niezamierzonych oraz wpływu smukłości i wpływu obciążeń długotrwałych
- Obliczenia z uwzględnieniem równomiernego rozkładu zbrojenia w przekroju



$D = 150,0$ (cm)

Powierzchnia zbrojenia:

$A_s = 143,50$ (cm²) 30 fi 25

Wysokość słupa 13,0 m.

Założenia obliczeniowe:

	<i>Względem Y:</i>	<i>Względem Z:</i>
Mimośród obliczeniowy siły podłużnej:	$e_s = 54,0$ (cm)	$e_s = 14,0$ (cm)

Nośność przekroju:

$N_n = 8322,57$ (kN) > $N_{n1} = 8218,00$ (kN) - warunek spełniony
$M_x = 4494,19$ (kN) > $M_{x1} = 4500,00$ (kN) - warunek spełniony
$M_y = 1165,16$ (kN) > $M_{y1} = 1105,00$ (kN) - warunek spełniony

11. Wnioski i zalecenia

Obliczenia nośności podpór wiaduktu przeprowadzono na obciążeniach charakterystycznych. Analiza wykazała, że nośność nie zostanie przekroczona dla obciążeń normowych (wg PN-85/S-10030). Jednakże, z uwagi na silne zarysowania i spękania części elementów wiaduktu, tj. słupów, fragmentów oczepów i belek, należy uznać, że wymienione narastające z czasem niejednorodności betonu powodują pracę układu oddalającą się od założeń czysto teoretycznych zawartych w normach i zmierzającą do stanu awaryjnego. Podkreślić należy, że obliczenia teoretyczne odnoszą się do materiałów jednorodnych i nieuszkodzonych. O ile w podporach zbrojenie nie wykazuje w miejscach odkrytych istotnej korozji, to beton podpór jest poważnie zarysowany i spękany, a w niektórych miejscach odpadły już jego fragmenty. Pewną próbą jego scalenia było okrycie oczepów matą z włókien węglowych, chociaż dzisiaj należy uznać ten sposób za nieskuteczny, a same maty są uszkodzone.

Na dzisiaj nie ma oznak awarii konstrukcji, więc można uznać, że obecnie nie zachodzi bezpośrednie zagrożenie bezpieczeństwa eksploatacji obiektu i nie ma konieczności jego wzmocnienia do czasu przebudowy, pod warunkiem, że dokona się skutecznego zabezpieczenia konstrukcji przed penetrowaniem do wewnątrz czynników erozyjnych (wypełnienie rys i pęknięć) oraz prowadzone będą coroczne przeglądy okresowe o rozszerzonym zakresie (stan rys i pęknięć należy każdorazowo oceniać

z bliskiej odległości z rusztowania lub podnośnika, sprawdzać szczelność dylatacji i system odwodnieniowy).

Ponadto, należy zauważyć, że przy aktualnym stopniu zniszczenia betonu podpór (głębokie pęknięcia) i obecnej silnej eksploatacji konstrukcji, proces destrukcji jest trudny do zatrzymania, co oznacza że zabiegi zabezpieczające mają skuteczność ograniczoną w czasie do szacunkowo kilku lat. Należy założyć konieczność przebudowy zabezpieczonego wiaduktu do 2027 roku (okres ok. 5 lat), o ile w międzyczasie nie pojawią się inne uszkodzenia.

Należy bezwzględnie zadbać o szczelność dylatacji, wypełnienia rys, powłok ochronnych, a wszelkie uszkodzenia usuwać niezwłocznie.

Zaleca się przebudować obiekt na posiadający przęsła uciążłone, bez zbędnych dylatacji.

Zaleca się wykonać kolejną ekspertyzę stanu technicznego konstrukcji najpóźniej w 2024 r.

Opracował:

Łukasz Figat



upr. bud. KUP/0064/POOM/15

bez ograniczeń w zakresie mostów


Załącznik nr 1 Dokumentacja fotograficzna obiektu

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA OBIEKTU z dnia 29 sierpień 2020 r.	Karta nr 1.1.
 <p>A photograph showing a perspective view of tram tracks laid on a concrete viaduct. The tracks run parallel to each other, flanked by concrete barriers. In the background, there are utility poles with overhead wires and some residential buildings under a cloudy sky.</p>	<p>Fot. Nr 1. Widok na torowisko.</p>
 <p>A photograph taken from underneath the viaduct, looking towards the north. It shows the concrete support pillars and the underside of the bridge deck. A road with a blue car is visible below the viaduct, and some greenery is on the left.</p>	<p>Fot. Nr 2. Widok wiaduktu od strony północnej.</p>

Załącznik nr 1 Dokumentacja fotograficzna obiektu

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA OBIEKTU z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 1.2.
 <p data-bbox="619 1122 1045 1151">Fot. Nr 3. Widok na spód przęsła wiaduktu.</p>	
 <p data-bbox="588 2011 1078 2040">Fot. Nr 4. Widok na podporę pośrednią wiaduktu.</p>	

Załącznik nr 1 Dokumentacja fotograficzna obiektu

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA OBIEKTU z dnia 03 czerwca 2020 r.	Karta nr 1.3.
 <p>Fot. Nr 5. Widok na podporę pośrednią.</p>	 <p>Fot. Nr 6. Widok na podporę pośrednią, środkową.</p>
 <p>Fot. Nr 7. Widok na łożyska na podporze środkowej.</p>	

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.1.
 <p>Fot. Nr 1. Krawędziowy ubytek betonu belki skrajnej, korozja stali zbrojeniowej.</p>	 <p>Fot. Nr 2. Widoczne spękania krawędzi belki skrajnej.</p>

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.2.
 <p data-bbox="571 1093 1096 1126">Fot. Nr 3. Widoczne spękania krawędzi belki skrajnej.</p>	
 <p data-bbox="381 1986 1287 2018">Fot. Nr 4. Widoczne spękania na powierzchni gzymsu. Zanieczyszczenia powierzchni gzymsu.</p>	

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.3.
 <p data-bbox="256 1104 1414 1133">Fot. Nr 5. Krawędziowy ubytek betonu. Spękana krawędź gzymsu z odsłonięciem zbrojenia. Korozja stali zbrojeniowej.</p>	
 <p data-bbox="389 1984 1281 2013">Fot. Nr 6. Krawędziowy ubytek betonu z odsłonięciem zbrojenia. Korozja stali zbrojeniowej.</p>	

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.4.
 <p data-bbox="229 1099 1437 1155">Fot. Nr 7. Widoczny ubytek betonu z odsłonięciem zbrojenia, spękana powierzchnia dolnej części poprzecznicy podporowej. Podpora środkowa</p>	 <p data-bbox="229 1995 1437 2051">Fot. Nr 8. Widoczny ubytek betonu z odsłonięciem zbrojenia, spękana powierzchnia dolnej części poprzecznicy podporowej. Podpora środkowa.</p>




Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.5.
 <p data-bbox="229 1077 1437 1137">Fot. Nr 9. Widoczny ubytek betonu z odsłonięciem zbrojenia, spękana powierzchnia dolnej części poprzecznicy podporowej. Przyczółek od strony ul. Ujejskiego.</p>	 <p data-bbox="268 1951 1402 2011">Fot. Nr 10. Korozja betonu przyczółka od strony ul. Ujejskiego. Uszkodzona izolacja. Osiadanie umocnienia skarpy w sąsiedztwie przyczółka. Wegetacja roślin.</p>

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.6.
 <p>Fot. Nr 11. Powierzchniowy ubytek betonu z odsłonięciem zbrojenia.</p>	
 <p>Fot. Nr 12. Spękana powierzchnia słupa podpory.</p>	

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.7.
 <p>Fot. Nr 13. Spękana powierzchnia słupa podpory.</p>	 <p>Fot. Nr 14. Powierzchniowy ubytek betonu z odsłonięciem zbrojenia. Korozja stali zbrojeniowej.</p>
 <p>Fot. Nr 15. Rysa pionowa na powierzchni słupa.</p>	 <p>Fot. Nr 16. Rysy pionowe na powierzchni słupa.</p>

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ
z dnia 03 czerwca 2022 r.

Karta nr 2.8.



Fot. Nr 17. Widoczna mata z włókna węglowego na bocznej powierzchni rygla.





Fot. Nr 18. Widoczna mata z włókna węglowego na bocznej powierzchni belek w sąsiedztwie łóżysek.

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.9.
 <p>Fot. Nr 19. Widoczne rysy na krawędzi rygla. Widoczne miejsce naprawy powierzchni rygla.</p>	
 <p>Fot. Nr 20. Widoczne rysy na krawędzi rygla.</p>	 <p>Fot. Nr 21. Widoczne zbrojenie słupa.</p>

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ z dnia 03 czerwca 2022 r.	Karta nr 2.10.
 <p>Fot. Nr 22. Widoczne spękania dolnej powierzchni wspornika rygła.</p>	
 <p>Fot. Nr 23. Widoczne rysy na krawędzi rygła.</p>	

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ
z dnia 03 czerwca 2022 r.

Karta nr 2.11.



Fot. Nr 24. Widoczne krawędziowe i powierzchniowe naprawy dolnej części rygła.



Fot. Nr 25. Widoczne spękania dolnej powierzchni wspornika rygła.

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ
z dnia 03 czerwca 2022 r.

Karta nr 2.12.



Fot. Nr 26. Widoczne krawędziowe i powierzchniowe naprawy dolnej części rygla.



Fot. Nr 27. Widoczne krawędziowe i powierzchniowe naprawy dolnej części rygla.

Załącznik nr 2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA USZKODZEŃ
z dnia 03 czerwca 2022 r.

Karta nr 2.13.



Fot. Nr 28. Otulina górnego zbrojenia rygla – 20cm.



Fot. Nr 29. Widok na zbrojenie górne rygla.

Załącznik 3

Wyniki sklerometrycznych badań wytrzymałości betonu

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0001 Data: 03.06.2022 14:41

Parametry ustawienia:

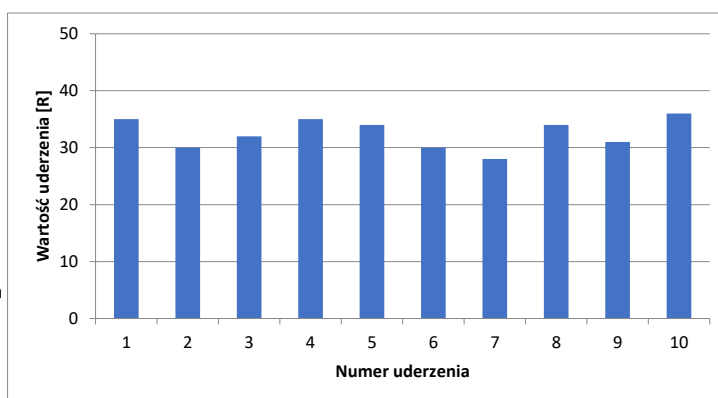
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 32,5 R
fck= 20,3 MPa
sa= 2,7 R
Max= 36 R
Min= 28 R
R= 8 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

35	30	32	35	34	30	28	34	31	36
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0002 Data: 03.06.2022 14:42

Parametry ustawienia:

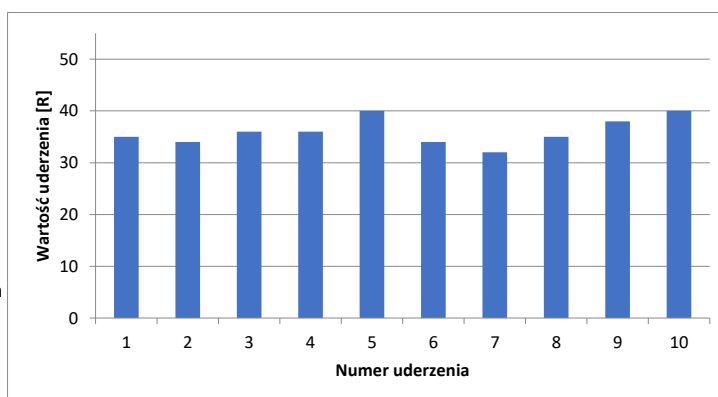
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 36,0 R
fck= 23,6 MPa
sa= 2,6 R
Max= 40 R
Min= 32 R
R= 8 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

35	34	36	36	40	34	32	35	38	40
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0003 Data: 03.06.2022 14:42

Parametry ustawienia:

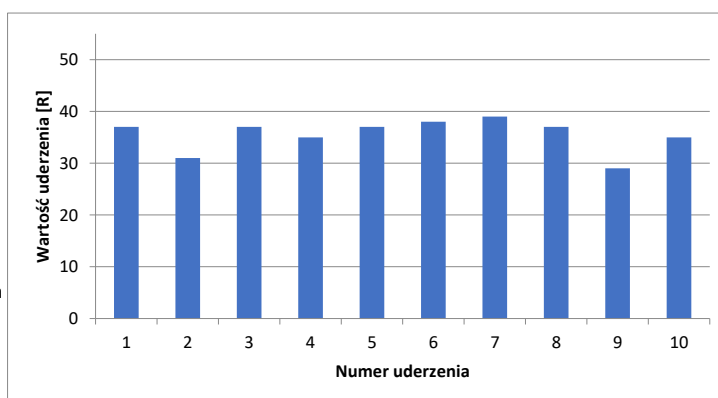
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 35,5 R
fck= 23,0 MPa
sa= 3,2 R
Max= 39 R
Min= 29 R
R= 10 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

37	31	37	35	37	38	39	37	29	35
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0004 Data: 03.06.2022 14:43

Parametry ustawienia:

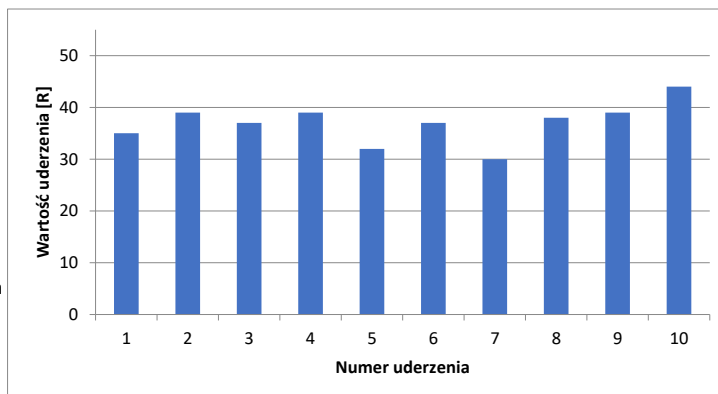
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 37,0 R
fck= 24,8 MPa
sa= 3,9 R
Max= 44 R
Min= 30 R
R= 14 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

35	39	37	39	32	37	30	38	39	44
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0006 Data: 03.06.2022 14:45

Parametry ustawienia:

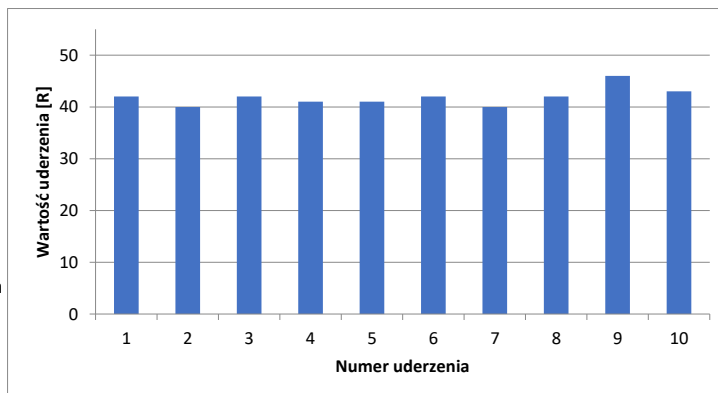
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 41,9 R
fck= 30,00 MPa
sa= 1,7 R
Max= 46 R
Min= 40 R
R= 6 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

42	40	42	41	41	42	40	42	46	43
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0007 Data: 03.06.2022 14:47

Parametry ustawienia:

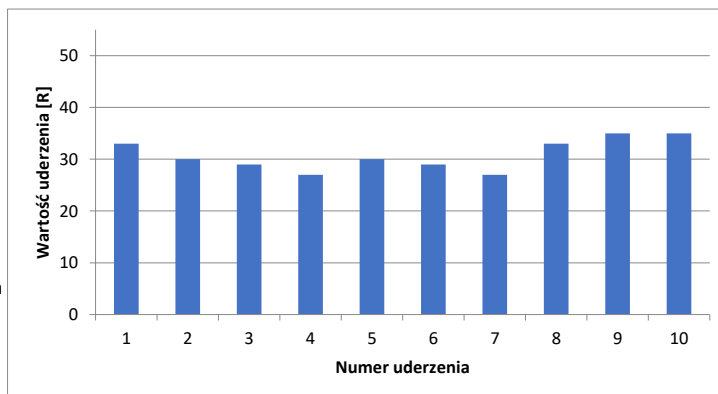
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 30,8 R
fck= 18,3 MPa
sa= 3,0 R
Max= 35 R
Min= 27 R
R= 8 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

33	30	29	27	30	29	27	33	35	35
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0008 Data: 03.06.2022 14:47

Parametry ustawienia:

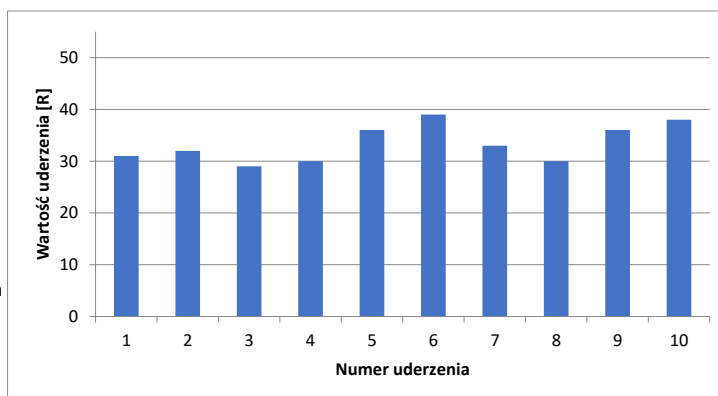
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 33,4 R
fck= 21,4 MPa
sa= 3,6 R
Max= 39 R
Min= 29 R
R= 10 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

31	32	29	30	36	39	33	30	36	38
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0009 Data: 03.06.2022 14:48

Parametry ustawienia:

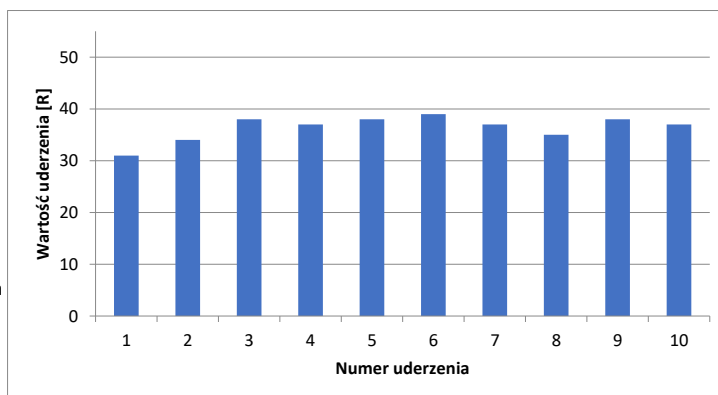
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 36,4 R
fck= 24,1 MPa
sa= 2,4 R
Max= 39 R
Min= 31 R
R= 8 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

31	34	38	37	38	39	37	35	38	37
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0010 Data: 03.06.2022 14:49

Parametry ustawienia:

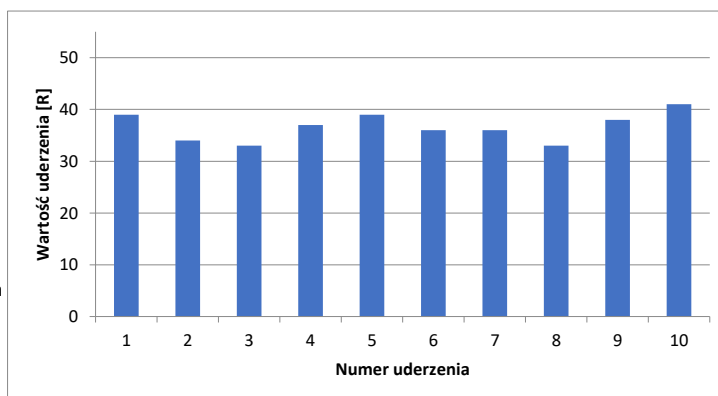
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 36,6 R
fck= 24,3 MPa
sa= 2,7 R
Max= 41 R
Min= 33 R
R= 8 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

39	34	33	37	39	36	36	33	38	41
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0013 Data: 03.06.2022 14:49

Parametry ustawienia:

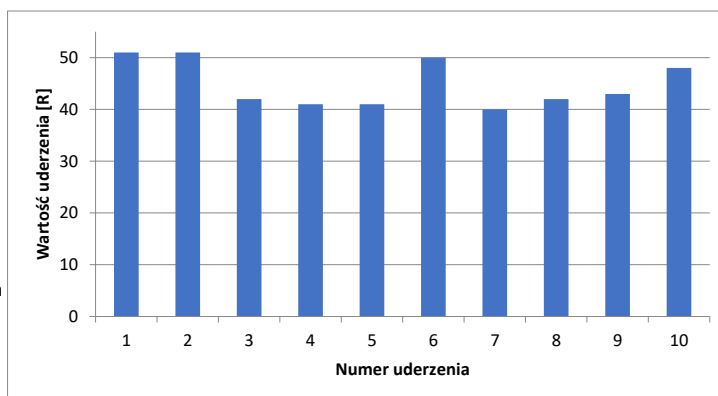
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 44,9 R
fck= 33,8 MPa
sa= 4,5 R
Max= 51 R
Min= 40 R
R= 11 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

51	51	42	41	41	50	40	42	43	48
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0014 Data: 03.06.2022 14:53

Parametry ustawienia:

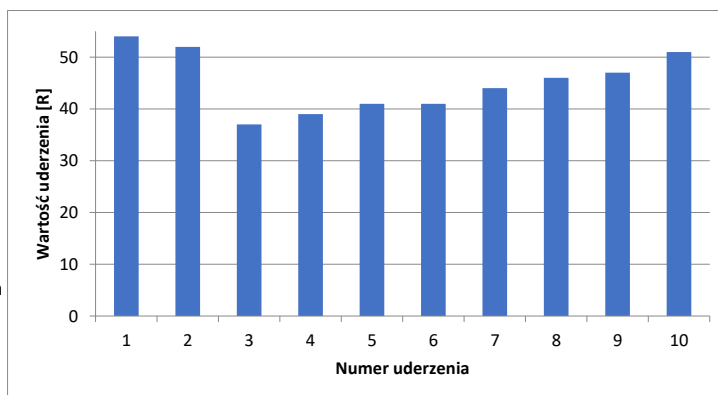
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 45,2 R
fck= 34,2 MPa
sa= 5,8 R
Max= 54 R
Min= 37 R
R= 17 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

54	52	37	39	41	41	44	46	47	51
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0015 Data: 03.06.2022 14:54

Parametry ustawienia:

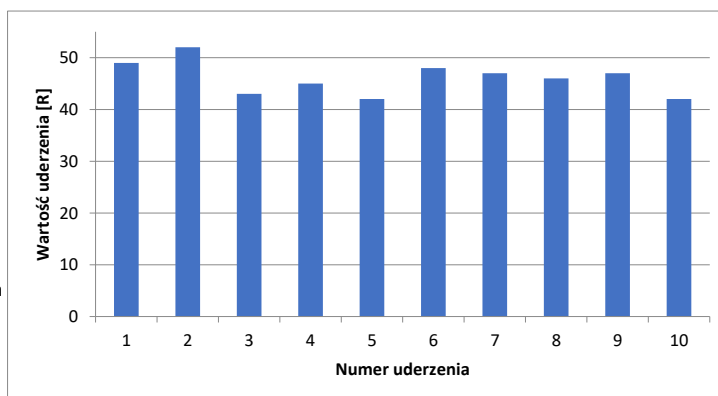
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 46,1 R
fck= 35,4 MPa
sa= 3,2 R
Max= 52 R
Min= 42 R
R= 10 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

49	52	43	45	42	48	47	46	47	42
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)**Tytuł:** WP 0016 **Data:** 03.06.2022 14:54**Parametry ustawienia:**

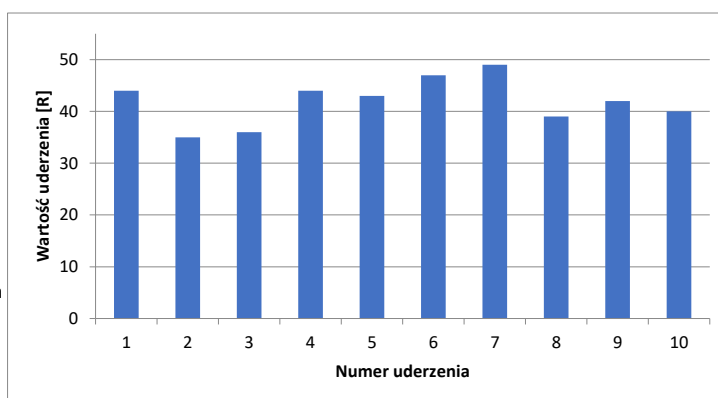
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

↑
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 41,9 R
fck= 30 MPa
sa= 4,5 R
Max= 49 R
Min= 35 R
R= 14 R

**Pomiarowe wartości uderzenia [R]**

44	35	36	44	43	47	49	39	42	40
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)**Tytuł:** WP 0017 **Data:** 03.06.2022 14:56**Parametry ustawienia:**

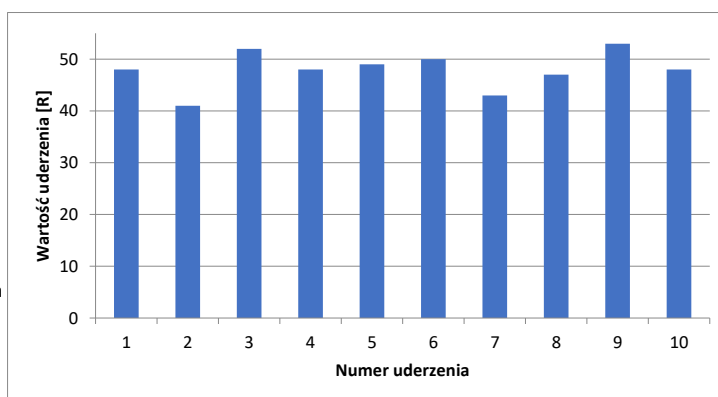
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 47,9 R
fck= 37,7 MPa
sa= 3,7 R
Max= 53 R
Min= 41 R
R= 12 R

**Pomiarowe wartości uderzenia [R]**

48	41	52	48	49	50	43	47	53	48
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)**Tytuł:** WP 0018 **Data:** 03.06.2022 14:56**Parametry ustawienia:**

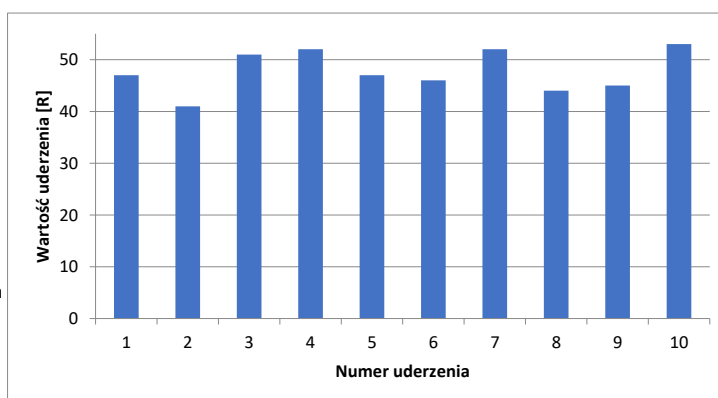
Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych
Średnia wartość uderzenia
Średnia wartość naprężeń
Odchyłka standardowa
Maksymalna wartość uderzenia
Minimalna wartość uderzenia
Rozrzut

N= 10
m= 47,8 R
fck= 37,6 MPa
sa= 4,0 R
Max= 53 R
Min= 41 R
R= 12 R

**Pomiarowe wartości uderzenia [R]**

47	41	51	52	47	46	52	44	45	53
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0019 Data: 03.06.2022 15:02

Parametry ustawienia:

Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych

N= 10

Średnia wartość uderzenia

m= 46,1 R

Średnia wartość naprężeń

fck= 35,4 MPa

Odchyłka standardowa

sa= 3,7 R

Maksymalna wartość uderzenia

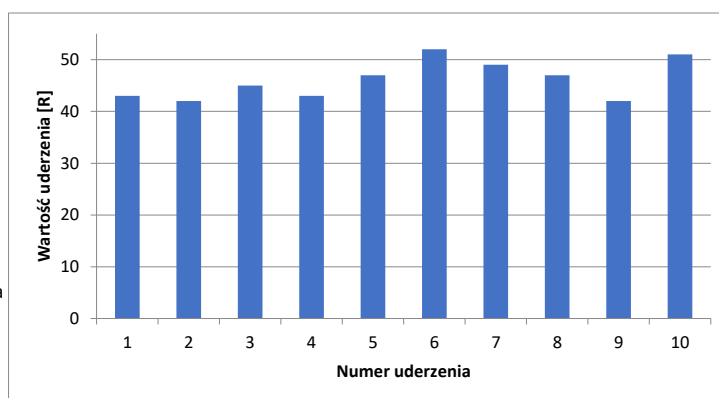
Max= 52 R

Minimalna wartość uderzenia

Min= 42 R

Rozrzut

R= 10 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

43	42	45	43	47	52	49	47	42	51
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Model urządzenia: PROCEQ-DIGISCHMIDT (4.5, 89-3995, ND 5547)

Tytuł: WP 0020 Data: 03.06.2022 15:03

Parametry ustawienia:

Kierunek uderzenia
Eliminowanie wartości skrajnych
Krzywa konwersji
Współczynnik formy
Współczynnik czasu
Grubość karbonatyzacji

→
M3
B-PROCEQ
1.00
1.00
d= 5 mm

Wyniki:

Liczba uderzeń pomiarowych

N= 10

Średnia wartość uderzenia

m= 45,9 R

Średnia wartość naprężeń

fck= 35,1 MPa

Odchyłka standardowa

sa= 2,5 R

Maksymalna wartość uderzenia

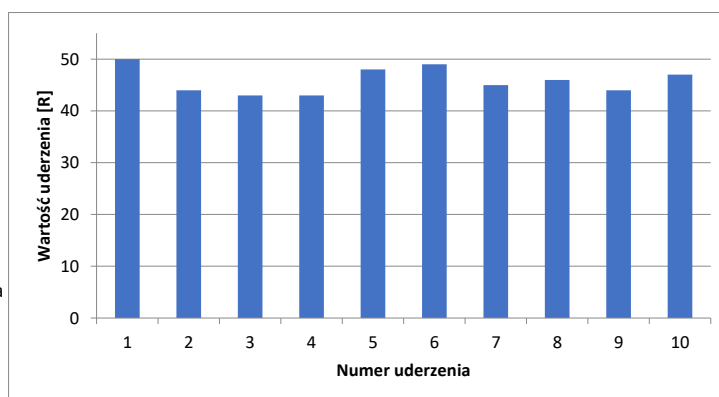
Max= 50 R

Minimalna wartość uderzenia

Min= 43 R

Rozrzut

R= 7 R



Pomiarowe wartości uderzenia [R]

50	44	43	43	48	49	45	46	44	47
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----