



# GIIG

Państwowy  
Instytut  
Badawczy

## DOKUMENTACJA pracy badawczo-usługowej

Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A.  
21-013 Puchaczów  
Bogdanka

**Projekt obudowy specjalnej Rozdzielni Głównej  
poz.960 w nowej lokalizacji w polu Bogdanka  
w kopalni LW Bogdanka” S.A.**

Katowice, listopad 2024

**Zespół realizujący:**

dr inż. Sylwester RAJWA – kierownik zakładu

dr hab inż. Marek ROTKEGEL, prof. GiG-PIB - kierownik pracy

dr inż. Jan SZYMAŁA

mgr inż. Roman DANIŁOWICZ

mgr inż. Dagmara SOBCZAK

mgr inż. Marcin BRODA

inż. Piotr WALECZEK

**Zespół Pomocniczy:**

mgr inż. Dorota STOCHEL

techn. Adam HĄDZLIK

  
**KIEROWNIK**  
Pracowni Projektowania Obudowy  
Chodnikowej i Utrzymania Wytrobisk  
Zakładu Technologii Eksploatacji,  
Tapań i Oceny Ryzyka  
dr hab. inż. Marek Rotkegel, prof. GiG - PIB  
Kierownik pracy

  
**KIEROWNIK**  
Zakładu Technologii Eksploatacji,  
Tapań i Oceny Ryzyka  
dr inż. Sylwester Rajwa  
Kierownik jednostki organizacyjnej

Umowa/zlecenie\*) nr 060.MW.2441.246.1.2024.6603 z dnia: 25.10.2024 r.

Numer komputerowy pracy w GiG-PIB: 583 262323-150

Data zakończenia pracy: listopad 2024 r.

Numer egzemplarza: 1

Otrzymali:

Zleceniodawca

Archiwum Zakładowe GiG-PIB

egz. nr 2 i 3

egz. nr 1

\*) niepotrzebne skreślić

## Spis treści

1. Wstęp.....	4
1.1. Podstawa, cel i zakres pracy .....	4
1.2. Warunki geologiczno-górnice .....	4
1.3. Lokalizacja wytrobiska.....	5
2. Obudowa Rozdzielni Głównej .....	6
3. Analiza wytrzymałościowa obudowy.....	8
4. Podsumowanie.....	11
5. Wniosek końcowy.....	12
6. Literatura .....	13
7. Załączniki .....	14

# 1. Wstęp

## 1.1. Podstawa, cel i zakres pracy

Formalną podstawę opracowania stanowi zlecenie nr 060.MW.2441.246.1.2024.6603 z dnia 25.10.2024 r. wystawione przez LW Bogdanka SA (Bogdanka, 21-013 Puchaczów) w ramach umowy nr 976/ZA/TBW/2023 z Głównym Instytutem Górnictwa – Państwowym Instytutem Badawczym. Temat zarejestrowano pod numerem komputerowym 583 262323-150.

Celem pracy jest zaprojektowanie obudowy specjalnej wyrobiska Rozdzielni Głównej poz. 960 w polu Bogdanka w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A.

Praca obejmuje zaprojektowanie obudowy oraz obliczenia sprawdzające.

## 1.2. Warunki geologiczno-górnice

Opis sporządzono na podstawie dokumentacji dostarczonej przez Zleceniodawcę:

- Badania własności geomechanicznych skał w chodniku wodnym 6. w Lubelskim Węglu „Bogdanka” S.A. (BR-33/24, BR-33/1/24),
- Badania własności fizyko-mechanicznych skał w otoczeniu Chodnika wodnego 3 w KWK Bogdanka S.A. - Wyniki badań w otworze: BR-47/99,
- Badania laboratoryjne własności geomechanicznych skał stropowych i spągowych w chodniku rurowym w otworach badawczych BR-77/21 i BR-77/1/21 w Lubelskim Węglu „Bogdanka” S.A.,
- Badania własności geomechanicznych skał w chodniku rurowym w Lubelskim Węglu „Bogdanka” S.A. (BR-77/21),
- Badania własności geomechanicznych skał w rozdzielni głównej w Lubelskim Węglu „Bogdanka” S.A. (BR-83/21).

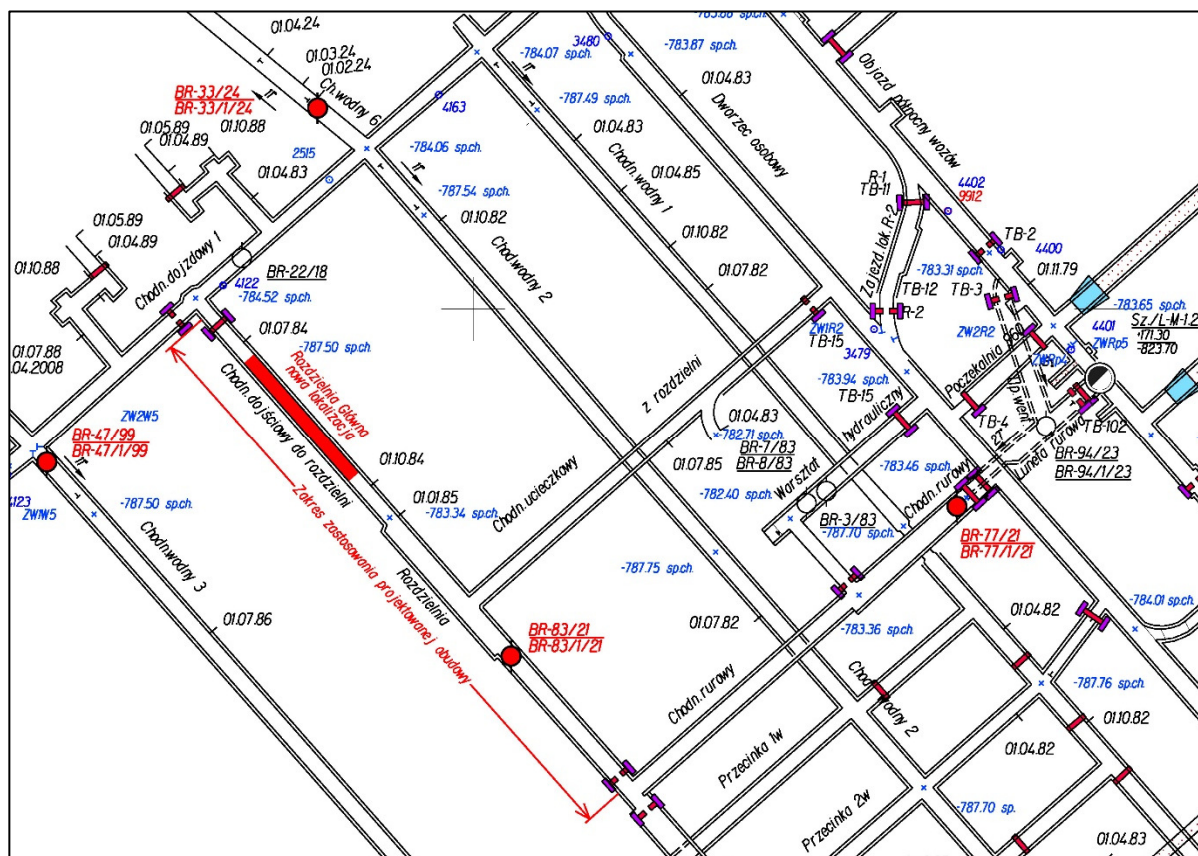
Dokumentacja ta jest oparta na badaniach penetrometrycznych i badaniach laboratoryjnych próbek rdzenia wiertniczego (szczelinowatość, podzielność, rozmakalność) wykonanych w danym rejonie w otworach badawczych BR-47/99 i BR-47/1/99, BR-77/21 i BR-77/1/21, BR-83/21, BR-33/24, BR-33/1/24, które zlokalizowane były: w rozdzielni głównej w chodniku rurowym, w otoczeniu chodnika wodnego 3.

Skały stropowe składają się z mułowców, węgla i iłowców. Średnia wytrzymałość na ściskanie stropu bezpośredniego wynosiła około 15,2 MPa, wskaźnik szczelinowatości (RQD) wynosił 7,3%, natomiast wskaźnik rozmakalności 0,43. W spągu wyrobiska, zbudowanego z warstw mułowca, węgla i iłowca, średnia wytrzymałość na ściskanie pakietu trzymetrowego wynosiła

około 10 MPa, wskaźnik szczelinowości (RQD) wynosił 8,2%, natomiast wskaźnik rozmałności 0,4. Na odcinkach otworów badawczych stwierdzono rumosz skalny.

### 1.3. Lokalizacja wyrobiska

Nowa lokalizacja Rozdzielni Głównej znajduje się w polu Bogdanka na poziomie 960 m i jest położona w kierunku zachodnim od Szybu 1.2. Lokalizację nowej lokalizacji Rozdzielni Głównej oraz zakresu zastosowania projektowanej obudowy przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1 Lokalizacja wyrobiska Rozdzielni Głównej na poziomie 960 m

## 2. Obudowa Rozdzielni Głównej

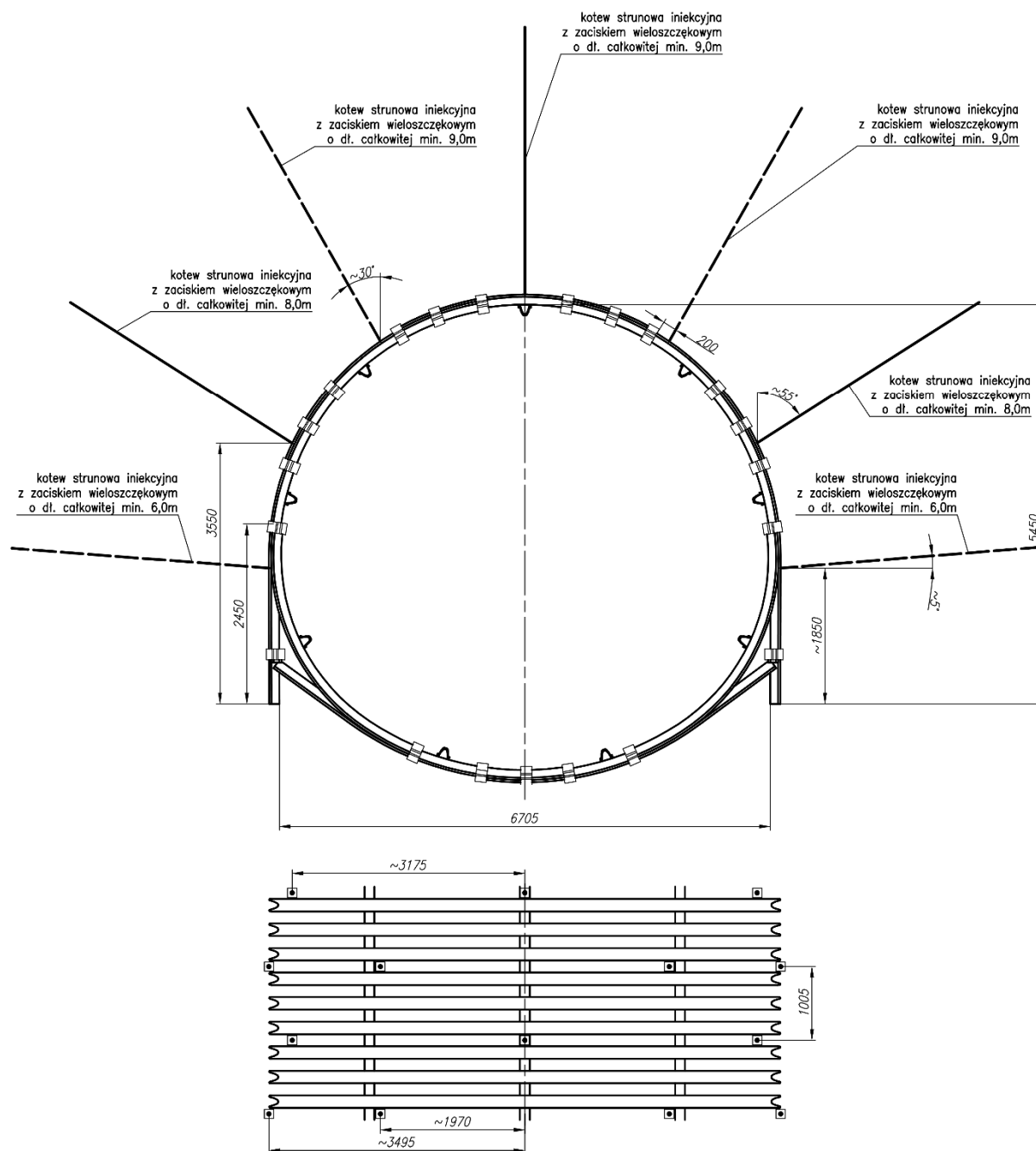
Projektowana obudowa stanowi zabezpieczenie Rozdzielni Głównej, łączącej Chodnik dojazdowy 1 z Chodnikiem rurowym. Obudowę zaprojektowano w oparciu o szkice dostarczone przez Zleceniodawcę. Konstrukcję obudowy stanowią odrzwia (zamknięte) złożone z dziewięciu elementów:

- trzech elementów stropnicowych,
- dwóch elementów ociosowych,
- dwóch elementów spągnicowych,
- dwóch elementów wzmacniających ociosowo-spągowych.

Wszystkie elementy należy wykonać z kształtownika V36 ze stali S550W. Gabaryty obudowy (szerokość × wysokość) wynoszą: 6705 × 5450 mm. Wszystkie łuki odrzwi łączone są za pomocą trzech strzemion w każdym złączu ciernym (o zwiększonej długości). Natomiast elementy wzmacniające ociosowo-spągowe łączone są do łuków ociosowych i spągnic za pomocą dwóch strzemion budowanych na ich końcach. Szczegóły konstrukcyjne odrzwi przedstawia dokumentacja rysunkowa (załącznik 1) BG-2070.00 uzupełniona warunkami technicznymi wykonania i odbioru (załącznik 2).

Dla właściwej współpracy całej obudowy przewiduje się zabudowę podciągów z kształtowników V36 – jednego na każdym elemencie stropnicowym, ociosowym, spągnicowym i wzmacniającym ociosowo-spągowym, łączonymi z każdymi odrzwiami za pomocą łączników kątowych.

Oprócz obudowy podporowej projektuje się zabudowę kotwi. Na długości wyrobiska budowane będą, w wyłomie wyrobiska, kotwie strunowe iniekcyjne z zaciskiem wieloszczękowym, o długości całkowitej min. 6 m, min. 8 m i min. 9 m, zgodnie ze schematem kotwienia przedstawionym na rysunku poniżej oraz BG-2070.00 (załącznik 1).



Rys. 2 Schemat kotwienia Rozdzielni Głównej poz. 960

### 3. Analiza wytrzymałościowa obudowy

Obliczenie rozstawu odrzwi wykonano w oparciu o „Uprozczone zasady doboru obudowy...”[2]. W pierwszej kolejności obliczono wartości spodziewanych obciążeń działających na obudowę. Uwzględniając parametry mechaniczne skał w otoczeniu wytrobiska oraz jego gabaryty wyznaczono obciążenia jakie będą działać na obudowę. Wynoszą one  $q_0 = 0,4073 \text{ MPa}$ .

Raport z przeprowadzonych obliczeń stanowi załącznik nr 3 do niniejszej pracy.

W następnej kolejności przeprowadzono analizę wytrzymałościową metodą elementów skończonych [3,4] z wykorzystaniem programu COSMOS/M [5,6]. W celu przeprowadzenia obliczeń zbudowano model geometryczny odrzwi. Na model złożyło się ponad 469 elementów opisanych na około 571 węzłach. Elementom nadano parametry przekrojowe odpowiadające kształtownikowi V36 ze stali S550W. Wcześniej określono dopuszczalne naprężenia dla tego kształtownika. Dopuszczalne (maksymalne) naprężenia jaki przenosi kształtownik, z uwzględnieniem odkształceń plastycznych wynoszą:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e \cdot (m + n)}{\gamma_s} \quad (1)$$

gdzie współczynnik  $n$  wynosi:

$$n = \frac{R_m - R_e}{R_e} \quad (2)$$

co w przypadku stali S550W ( $R_e=550 \text{ MPa}$ ,  $R_m=730 \text{ MPa}$ ) daje  $n=0,3273$ . Natomiast współczynnik materiałowy  $\gamma_s=1,25$  (wg PN-B-03200 [10]). Współczynnik  $m$  związany z kształtem przekroju określa się jako:

$$m = \frac{W_{pl}}{W_x} \quad (3)$$

$$W_{pl} = |S_c| + |S_r| \quad (4)$$

Obliczone w powyższy sposób parametry kształtownika V36 ze stali S550W przedstawiono w tablicy 1.



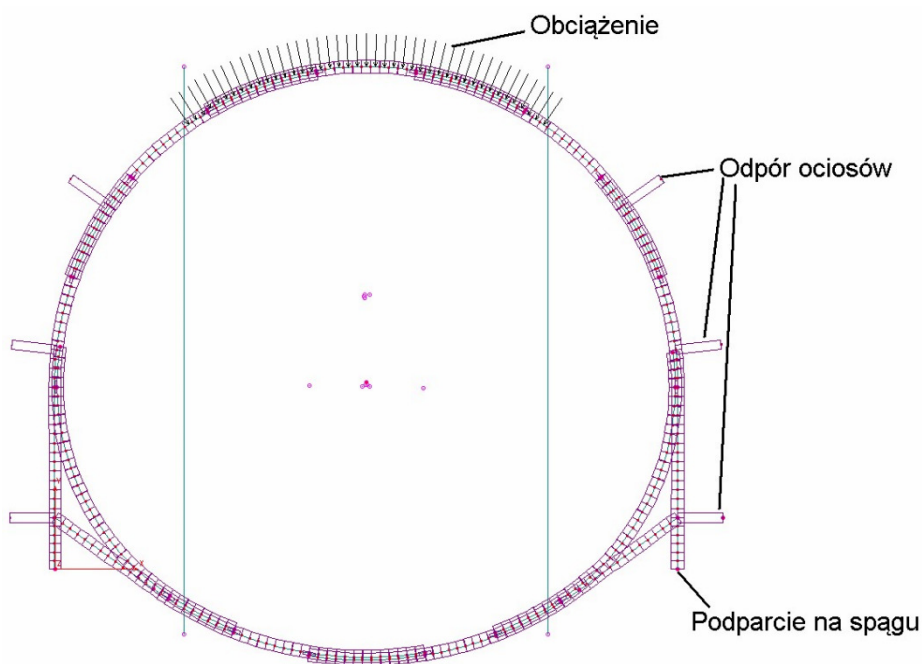
Tablica 1. Parametry kształtownika V

Profil	A	H	B	e	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$	$e_{pl}$	$W_{plX}$	m	$\sigma_{550}$
	cm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm	cm <sup>3</sup>	-	MPa
V36	45,16	138	171	65,68	923	1229	127,64	143,74	61,57	185,72	1,455	784

gdzie:

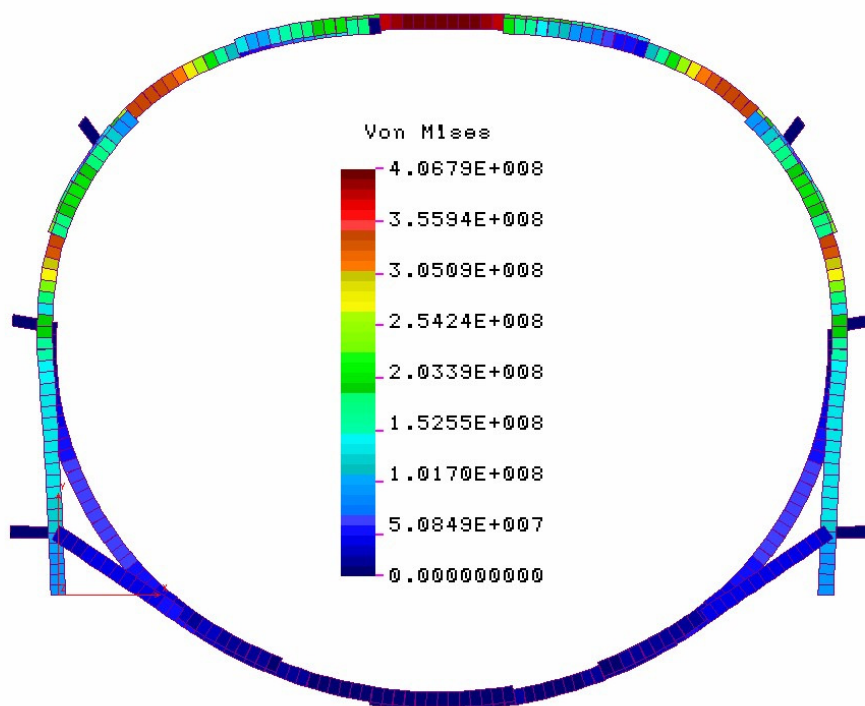
- $A$  – pole przekroju poprzecznego kształtownika,
- $H$  – wysokość przekroju kształtownika,
- $B$  – szerokość przekroju kształtownika,
- $e$  – położenie osi obojętnej w zginaniu sprężystym,
- $e_{pl}$  – położenie osi obojętnej w zginaniu plastycznym,
- $I$  – główny centralny moment bezwładności przekroju,
- $W$  – wskaźnik wytrzymałości na zginanie sprężyste,
- $W_{pl}$  – wskaźnik wytrzymałości na zginanie plastyczne,
- $\sigma_{550}$  – dopuszczalne naprężenia dla kształtownik ze stali S550W.

Tak przygotowany model podparto w miejscu kontaktu ze spodem wytrobiska, rozparto o ociosy (wykorzystując elementy typu SPRING) a następnie obciążono w części przystropowej obciążeniem równomiernie rozłożonym, o wartości odpowiadającej obliczonym obciążeniom ze strony górotworu. Uwzględniono przy tym planowany rozstaw odrzwi  $d = 0,335$  m. Na rysunku 3 przedstawiono model przygotowany do obliczeń.



Rys. 3 Model odrzwi obudowy Rozdzielni Głównej na poz. 960 m

W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano między innymi stan deformacji konstrukcji oraz rozkład sił wewnętrznych automatycznie przeliczonych przez program na naprężenia zredukowane. Na rysunku 4 przedstawiono barwną mapę naprężeń w elementach modelu.



Rys. 4 Rozkład naprężeń zredukowanych w modelu obudowy Rozdzielni Głównej na poz. 960 m  
(naprężenia w Pa, skala deformacji 10x)

Jak widać maksymalne wartości naprężeń występują w połowie łuków stropnicowych. Uzyskane maksymalne wartości naprężeń (406,8 MPa) są niższe niż wartości dopuszczalne dla kształtowników V36 ze stali S550. Zatem zaprojektowane odrzwia mogą być budowane w przedmiotowych wyróbkach z rozstawem 0,335 m.

## 4. Podsumowanie

1. W ramach pracy zaprojektowano obudowę Rozdzielni Głównej poz. 960 w polu Bogdanka w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. W tym celu wykorzystano odrzwia zamknięte. Odrzwia zostały indywidualnie projektowane z uwzględnieniem gabarytów wyrobiska.
2. Obudowę należy wykonać wg dokumentacji rysunkowej BG-2070.00 oraz zabudować w wyrobisku zgodnie z normą PN-G-06011 z rozstawem odrzwi  $d = 0,335$  m.
3. Zaprojektowana obudowa jest przeznaczona do zabezpieczania wskazanej lokalizacji wyrobiska i nie może być zastosowana w innym miejscu bez akceptacji projektanta.
4. Dla właściwej pracy obudowy odrzwiowej konieczne jest zapewnienie pełnego jej kontaktu z górotworem, pustki należy zlikwidować przez szczelne ich wypełnienie.
5. Dodatkowych konsultacji i uzgodnień z projektantem wymagają:
  - wszelkie zmiany w sieci wyrobisk w sąsiedztwie przedmiotowego wyrobiska – wykonywanie wnęk, poszerzeń, nowych wyrobisk itp.
  - ingerencja w górotwór w rejonie wyrobiska – pobierka spągu, iniekcje, odwierty, itp.
  - zmiany w obudowie – demontaż, wymiana elementów – całych odrzwi, łuków odrzwi, okładzin, itp.
  - zawieszania na obudowie maszyn i urządzeń o znacznych masach.

## 5. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej analizy warunków geotechnicznych w otoczeniu wyrobiska, wartości przewidywanego obciążenia oraz obliczeń wytrzymałościowych obudowy można stwierdzić, że obudowa spełnia wymagania wytrzymałościowe i może być zastosowana do zabezpieczenia Rozdzielni Głównej na poziomie 960 m w polu Bogdanka w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A.

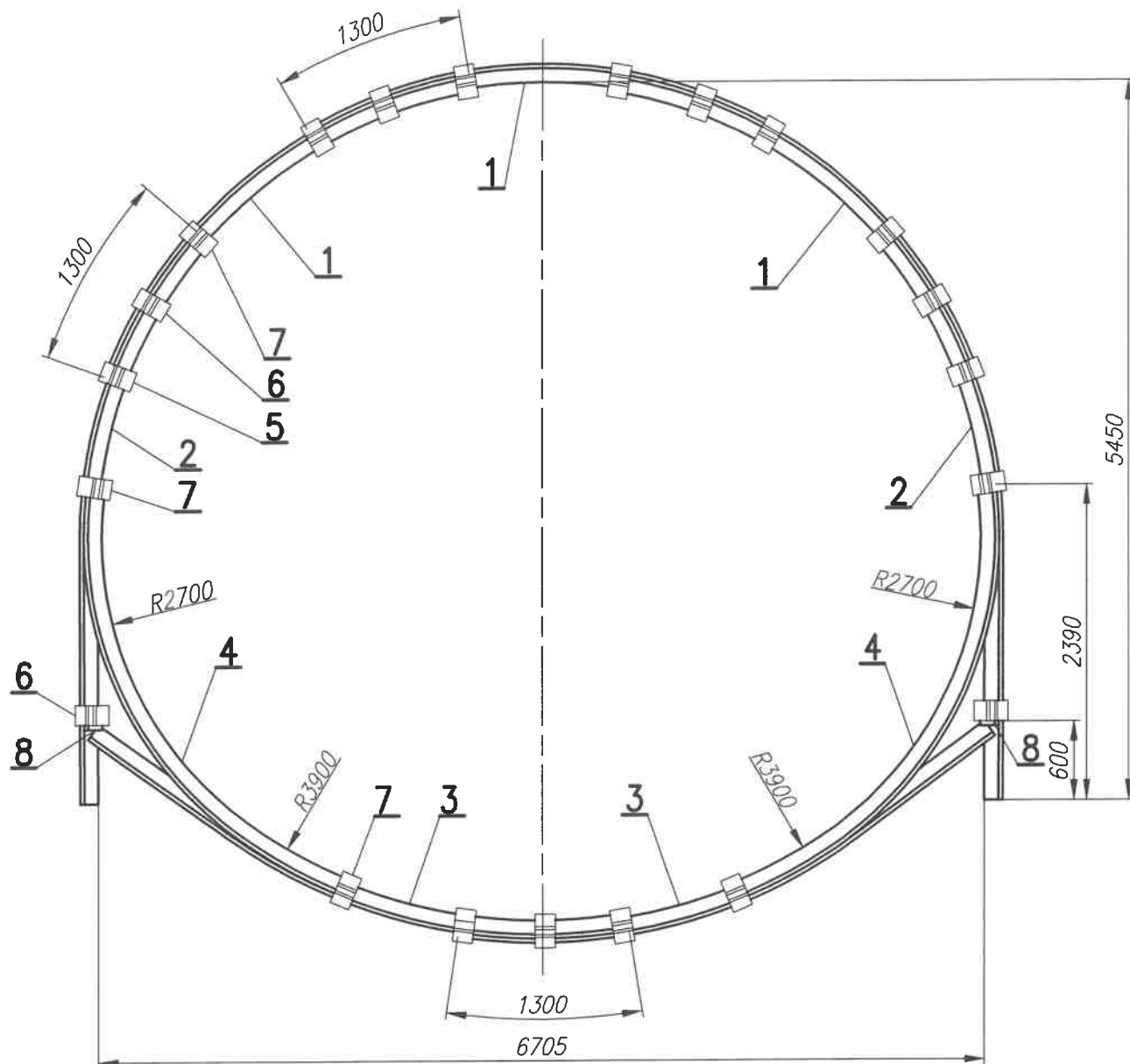
## 6. Literatura

1. Huta Łabędy: Katalog wytobów dla górnictwa. Gliwice 2022
2. Rułka K. + zespół: Uproszczone zasady doboru obudowy odrzwiowej wytobisk korytarzowych w zakładach wydobywających węgiel kamienny. Główny Instytut Górnictwa, Seria Instrukcje, Nr 15, Katowice 2001.
3. Cook R.D., Malkus D.S., Plesha M.E., Witt R.J.: Concepts and applications of finite element analysis. John Wiley & Sons, Inc. USA 2002.
4. Chmielewski T. Nowak H.: Mechanika budowli. Metoda przemieszczeń. Metoda Crossa. Metoda elementów skończonych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1996.
5. COSMOS/M – User's Guide, Structural Research & Analysis Corp. Los Angeles, USA 1999.
6. Rusiński E.: Metoda elementów skończonych. System COSMOS/M. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1994.
7. PN-G-06011 - Wytobiska korytarzowe poziome i pochyle w zakładach górniczych -- Wytobiska obudowane odrzwiami z kształtowników korytkowych -- Wymagania i badania przy odbiorze
8. PN-H-93441-1 - Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco dla górnictwa -- Część 1: Wymagania ogólne i badania
9. PN-H-93441-3 - Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco dla górnictwa -- Część 3: Kształtowniki typu V – Wymiary
10. PN-B-03200 – Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
11. Dokumentacja pracy badawczo-rozwojowej. Świadczenie usług doradztwa technicznego: Zadanie 3 – wykonanie badania penetrometrycznego wraz z opracowaniem wyników badań. Główny Instytut Górnictwa. Październik 2023
12. Dokumentacja pracy badawczo-rozwojowej. Świadczenie usług doradztwa technicznego: Zadanie 3 – wykonanie badania endoskopowego wraz z opracowaniem wyników badań. Główny Instytut Górnictwa. Październik 2023

## **7. Załączniki**

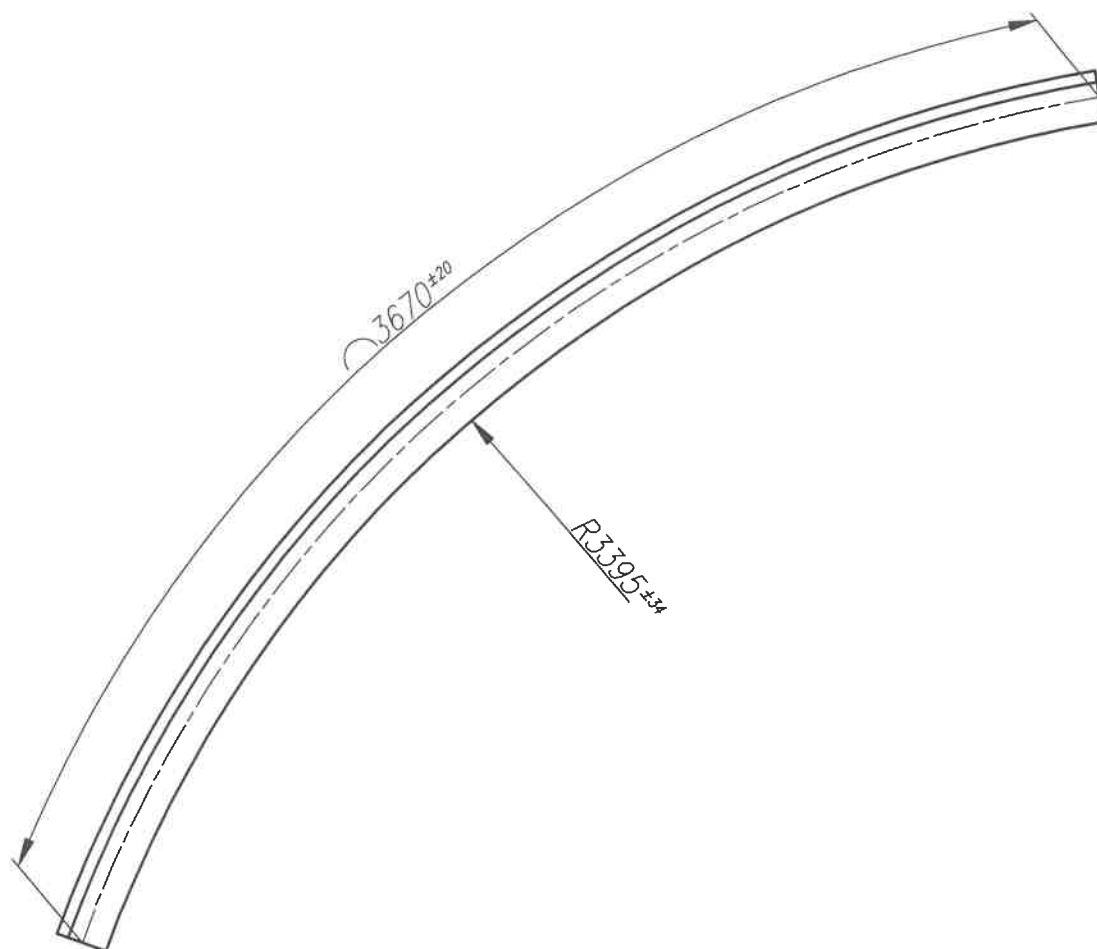
1. Dokumentacja rysunkowa BG-2070.00
2. Warunki techniczne wykonania i odbioru odrzwi WT-BOG-278
3. Raport z obliczeń obciążenia obudowy





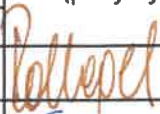



8	Kształtownik V36 L=100	2	wg normy	PN-H-93441-1	7,1
7	Strzemię dwujarzm. górne SDGw36	9	wg normy	PN-G-15011	87,4
6	Strzemię dwujarzm. środk. SDSw36	7	wg normy	PN-G-15011	68,0
5	Strzemię dwujarzm. dolne SDDw36	5	wg normy	PN-G-15011	50,7
4	El. wzmacniający ociosowo-spagowy	2	wg rysunku	BG-2070.01.04	280,4
3	Element spagownicowy	2	wg rysunku	BG-2070.01.03	315,2
2	Element ociosowy	2	wg rysunku	BG-2070.01.02	319,6
1	Element stropnicowy	3	wg rysunku	BG-2070.01.01	390,9
POZ.	NAZWA CZĘŚCI	SZT.	MATERIAŁ	NR NORMY LUB RYSUNKU	MASA (kg)
					Zastępuje rys.
					Zastąpiony rys.
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis	
Podziałka 1:50	Materiał	Projektował	11.2024	M. Rotkegel	
Masa (kg) 1519,3	wg tabeli	Kreślił	11.2024	D. Sobczak	
		Sprawdził	11.2024	M. Rotkegel	
<b>GiG</b> Państwowy Instytut Badawczy	Odrzwia Rozdzielni Głównej poz. 960			Nr rysunku	BG-2070.01

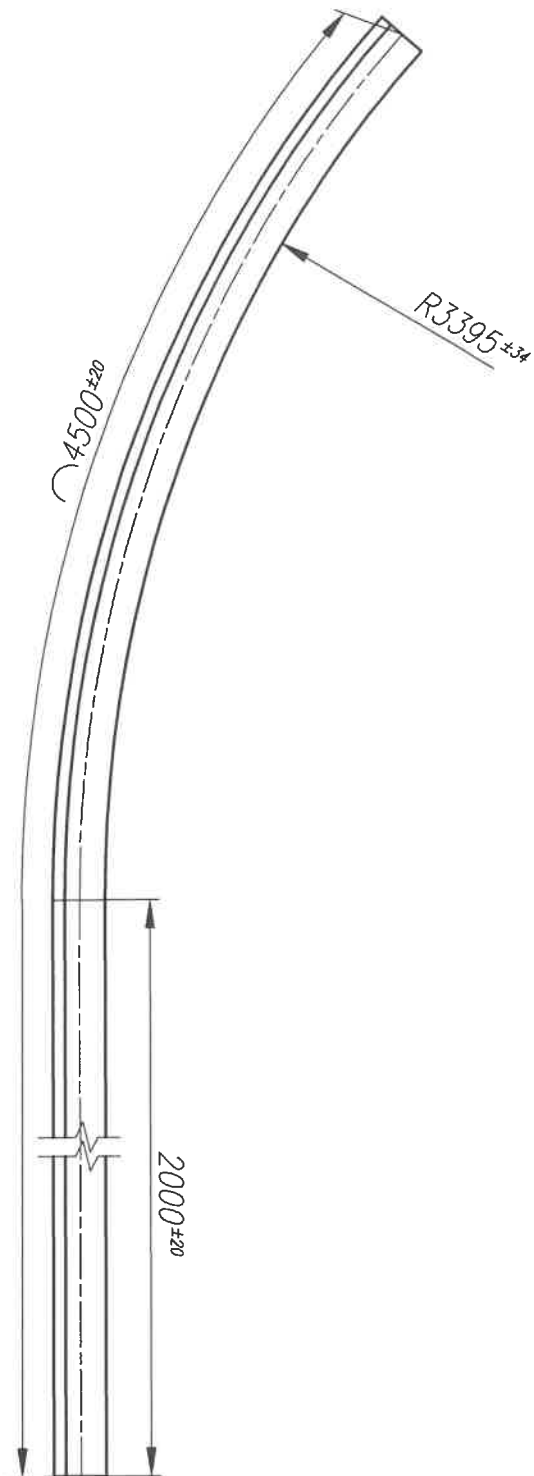




## Uwagi:

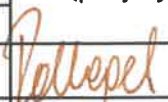


1. Cięcia kształtowników wykonać  $\frac{20}{100}$ .

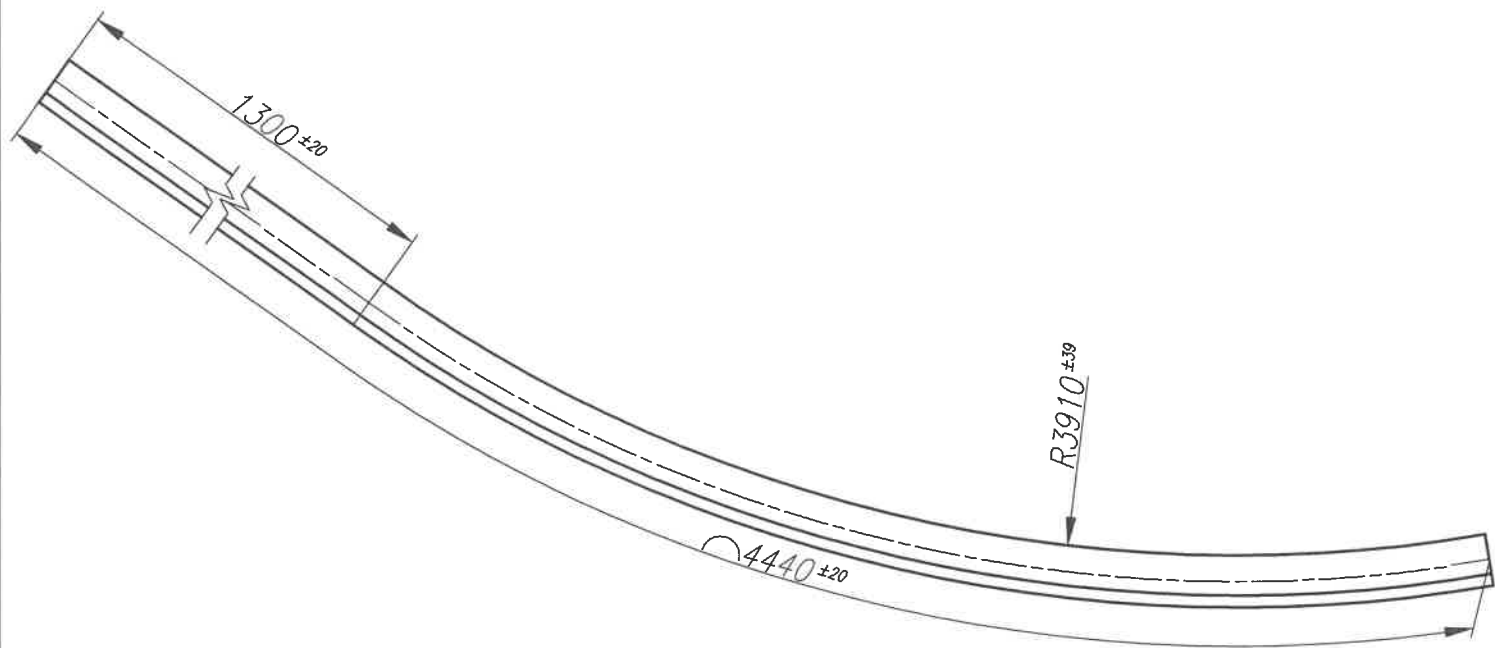
					Zastępuje rys.
					Zastąpiony rys.
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis	
Podziałka 1:20	Materiał kształtownik V36 (PN-H-93441-3) stal S550W	Projektował	11.2024	M. Rotkegel	  
Masa (kg) 130,3		Kreślił	11.2024	D. Sobczak	
		Sprawdził	11.2024	M. Rotkegel	
	Element stropnicowy			Nr rysunku	BG-2070.01.01



### Uwagi:

1. Cięcia kształtowników wykonać  $\frac{20}{100}$ .

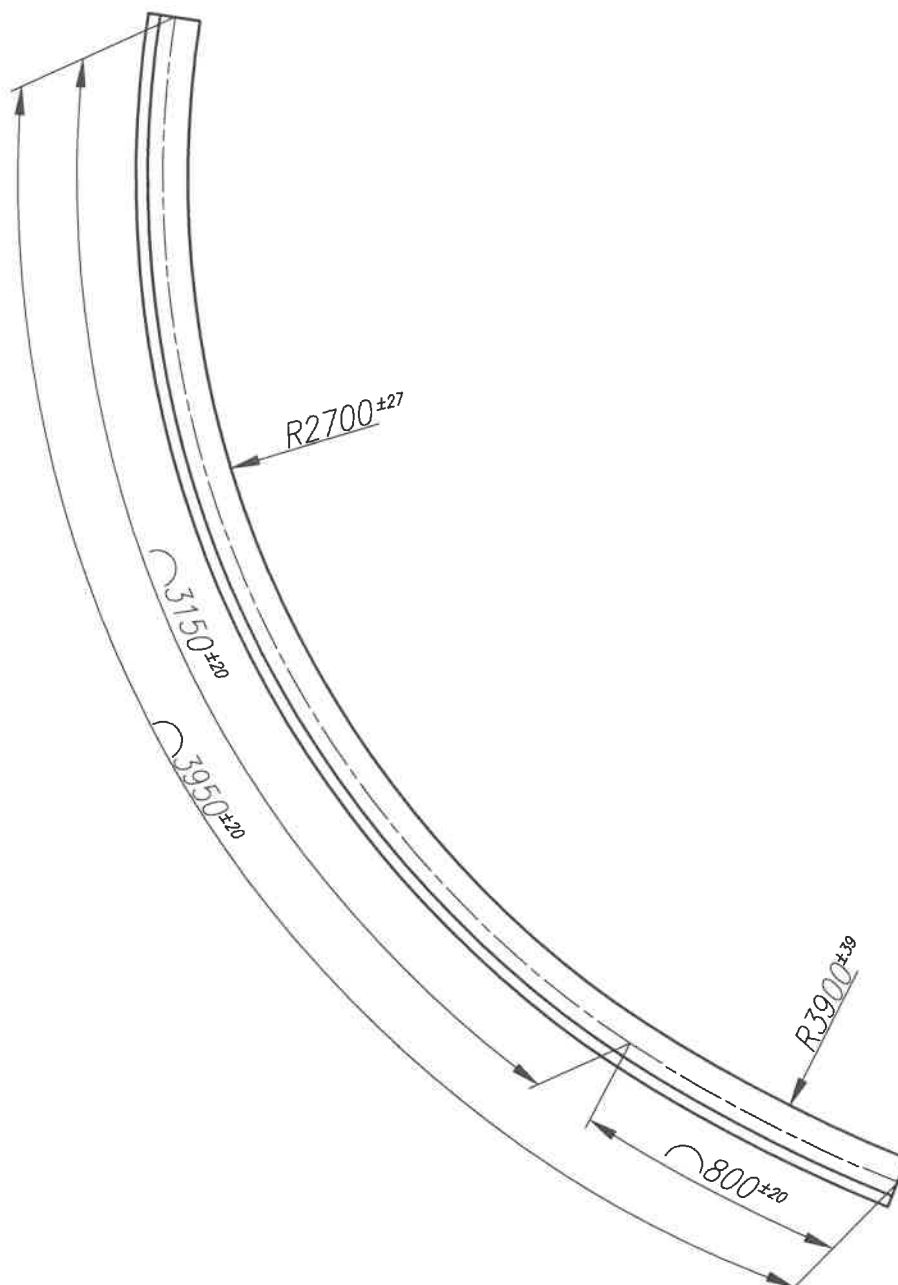
					Zastępuje rys.
					Zastąpiony rys.
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis	
Podziałka 1:20	Materiał kształtownik V36 (PN-H-93441-3) stal S550W	Projektował	11.2024	M. Rotkegel	  
Masa (kg) 159,8		Kreślił	11.2024	D. Sobczak	
		Sprawdził	11.2024	M. Rotkegel	
	Element ociosowy			Nr rysunku	BG-2070.01.02



## Uwagi:

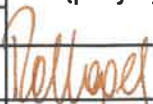



1. Cięcia kształtowników wykonać  $\frac{20}{}$ .

					Zastępuje rys.
					Zastąpiony rys.
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis	
Podziałka 1:20	Materiał kształtownik V36 (PN-H-93441-3) stal S550W	Projektował	11.2024	M. Rotkegel	<i>Rotkegel</i>
Masa (kg) 157,6		Kreślił	11.2024	D. Sobczak	<i>Sobczak</i>
		Sprawdził	11.2024	M. Rotkegel	<i>Rotkegel</i>
<b>GiG</b> <small>Państwowy Instytut Badawczy</small>	Element spągnicowy			Nr rysunku	
				BG-2070.01.03	



## Uwagi:

1. Cięcia kształtowników wykonać  $\frac{20}{100}$ .

					Zastępuje rys.
					Zastąpiony rys.
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis	
Podziałka 1:20	Materiał kształtownik V36 (PN-H-93441-3) stal S550W	Projektował	11.2024	M. Rotkegel	  
Masa (kg) 140,2		Kreślił	11.2024	D. Sobczak	
		Sprawdził	11.2024	M. Rotkegel	
	El. wzmacniający ociosowo-spagowy			Nr rysunku	
				BG-2070.01.04	

**1. Przedmiot warunków technicznych**

Przedmiotem niniejszych Warunków Technicznych są wymagania techniczne wykonania i odbioru odrzwi obudowy specjalnej oraz elementów łukowych wchodzących w skład tych odrzwi wykonanych z kształtowników V36 wg normy PN-H-93441-3, zaprojektowanych do zabezpieczenia wyrobiska Rozdzielni Głównej na poz. 960 w polu Bogdanka w kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A..

Wyżej wymienione odrzwia należy wykonać zgodnie z dokumentacją rysunkową BG-2070.01 oraz zgodnie z niniejszymi Warunkami Technicznymi opracowanymi w Głównym Instytucie Górnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym.

**2. Dokumenty związane:**

PN-G-15021	- Obudowa wyrobisk górniczych. Odrzwia podatne z kształtowników korytkowych. Odrzwia łukowe podatne ŁP z kształtowników typu V.
PN-G-15022	- Obudowa wyrobisk górniczych. Odrzwia podatne z kształtowników korytkowych. Wymagania wytrzymałościowe i badania.
PN-G-15011	- Obudowa wyrobisk odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych. Strzemiona.
PN-H-93441-1	- Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco dla górnictwa. Część 1: Wymagania ogólne i badania.
PN-H-93441-3	- Kształtowniki stalowe walcowane na gorąco dla górnictwa. Część 3: Kształtowniki typu V. Wymiary.
PN-G-06011	- Wyrobiska korytarzowe poziome i pochyle w zakładach górniczych. Wyrobiska obudowane odrzwiami z kształtowników korytkowych. Wymagania i badania przy odbiorze.
ZN/TT/2012/1	- Stal mikrostopowa S550W na kształtowniki i akcesoria górnicze.

**3. Wymagania****3.1. Materiał łuków**

Łuki należy wykonać z kształtownika stalowego walcowanego typu V36 wg PN-H-93441-3 ze stali S550W o podwyższonych parametrach mechanicznych i podwyższonej odporności na korozję II generacji o minimalnych własnościach mechanicznych wg ZN/TT/2012/1, tj.:  $R_e=550$  MPa,  $R_m=730$  MPa,  $A_5=18\%$ ,  $KCU2A=50$  J/cm<sup>2</sup>.

**3.2. Wymiary odrzwi i elementów odrzwi (łuków)**

Wymiary odrzwi i łuków muszą być zgodne z dokumentacją rysunkową BG-2070.01.

Wymiary poprzecznego przekroju kształtownika muszą być zgodne z PN-H-93441-3:2004. Dopuszcza się dla elementów łukowych tolerancję wymiaru szerokości kształtownika  $-1,5$  mm  $+2,5$  mm.

Kąt pomiędzy linią łączącą dolne końce łuków ociosowych i prostym odcinkiem łuku ociosowego musi wynosić  $90^\circ \pm 1^\circ$ .

**3.3. Stan powierzchni łuków**

Stan powierzchni łuków musi być zgodny z wymaganiami PN-H-93441-1.

### 3.4. Zwichrowanie łuków

Zwichrowanie mierzone na kołnierzach w odległości 100 mm od końca zagiętego łuku, nie może być większe od  $\pm 2$  mm, a zwichrowanie w dowolnym miejscu łuku  $\pm 4$  mm.

### 3.5. Płaskość łuków

Odchylenie od płaskości, mierzone w dowolnym miejscu łuku, nie może być większe od 2,5 mm na 1 m długości łuku.

### 3.6. Wykonanie końców łuków

Dopuszcza się, aby koniec łuku ociosowego łączony z łukiem stropnicowym oraz oba końce łuków stropnicowych na długości nie większej niż 190 mm były proste, ale styczne do końca części łukowej, z wyłączeniem elementu wzmacniającego ociosowo-spagowego (rys. BG-2070.01.04).

Odchylenie powierzchni cięcia od prostokątności do osi podłużnej nie może być większe niż 5 mm wzdłuż osi symetrii Y-Y i 1 mm wzdłuż osi obojętnej X-X. Nierówności powierzchni czołowej nie mogą przekraczać 2 mm.

Na powierzchniach czołowych nie dopuszcza się pęknięć, rozwarstwień i pozostałości jamy skurczowej widocznej nieuzbrojonym okiem.

Na końcach łuków, przeznaczonych do łączenia z innymi łukami, nie dopuszcza się występowania gratu i odkształceń powstałych przy cięciu, wystających poza zarys profilu.

### 3.7. Cechowanie (znakowanie)

Każdy element (łuk) odrzwi na powierzchni kształtownika V, widocznej po zabudowie odrzwi w wyrobisku, musi mieć naniesioną cechę producenta i wielkości kształtownika. Ponadto każdy element odrzwi musi mieć trwale oznaczony rodzaj stali z jakiej został wykonany. Przykładowo elementy ze stali o podwyższonych parametrach mechanicznych II generacji (stal S550W) powinny posiadać odwalcowane dwa garby na zewnętrznej lub wewnętrznej powierzchni dna kształtownika.

Dopuszcza się inny sposób cechowania, uzgodniony pomiędzy zamawiającym a wykonawcą.

### 3.8. Pakowanie

Elementy odrzwi powinny być dostarczane w wiązkach, bez opakowania, zawierających łuki z kształtownika o tej samej wielkości oraz o tej samej długości i krzywiźnie, w ilości ustalonej między zamawiającym a wykonawcą.

Każda wiązka powinna być zaopatrzona w wywieszkę, zawierającą co najmniej następujące dane:

- nazwę producenta,
- nazwę wyrobu,
- numer zamówienia,
- gatunek stali,
- numer wytopu stali zastosowanej na kształtownik,
- datę produkcji.

### 3.9. Transport

Elementy odrzwi można przewozić dowolnymi środkami transportu.



## **4. Badania**

### **4.1. Przedmiot badań**

Przedmiotem badań są odrzwia obudowy oraz ich elementy (łuki).

### **4.2. Rodzaje badań**

Elementy obudowy (łuki) z kształtowników V poddaje się następującym badaniom:

- sprawdzenie materiału łuków,
- sprawdzenie wymiarów odrzwi,
- sprawdzenie wymiarów łuków,
- sprawdzenie stanu powierzchni łuków,
- sprawdzenie zwichrowania łuków,
- sprawdzenie płaskości łuków,
- sprawdzenie wykonania końców łuków,
- sprawdzenie cechowania łuków.

### **4.3. Pobieranie próbek**

Do badań sprawdzających wymagania określone w punktach 3.1 do 3.7 należy przygotować nie mniej niż 1% zamówionych wyrobów o takich samych parametrach.

### **4.4. Opis Badań**

#### **4.4.1. Sprawdzenie materiału łuków**

Jakość materiału, z którego wykonane są łuki należy sprawdzić przez porównanie wymagań podanych w punkcie 3.1 niniejszych Warunków Technicznych z danymi w zaświadczeniu dostawcy o jakości.

#### **4.4.2. Sprawdzenie wymiarów odrzwi**

Szerokość odrzwi należy sprawdzić taśmą z podziałką milimetrową (lub innym przyrządem pomiarowym), mierząc odległość pomiędzy końcami prawego i lewego łuku ociosowego na środku dna kształtownika. Wysokość odrzwi należy sprawdzić taśmą z podziałką milimetrową (lub innym przyrządem pomiarowym), mierząc odległość pomiędzy linią łączącą dolne końce łuków ociosowych i dnem łuku stropnicowego 1 w jego połowie. Nachylenie prostego odcinka łuku ociosowego należy wyznaczyć, mierząc kątomierzem kąt pomiędzy linią łączącą dolne końce łuków ociosowych i prostym odcinkiem łuku ociosowego. Wielkość złącza (zakładki) należy zmierzyć taśmą z podziałką milimetrową, mierząc po łuku odległość między końcami połączonych łuków na styku kołnierzy.

#### **4.4.3. Sprawdzenie wymiarów łuków**

**Długości łuków** należy sprawdzić taśmą z podziałką milimetrową, mierząc długość łuku po zewnętrznej i wewnętrznej stronie. Za wynik należy przyjąć średnią arytmetyczną otrzymanych wartości. Długość łuku należy mierzyć z dokładnością  $10 \pm \text{mm}$ .

Pomiaru **promienia krzywizny łuków** należy dokonać przez pomiar długości odcinka, którego jednym końcem jest środek cięciwy a drugim punkt przecięcia wewnętrznej powierzchni z prostą prostopadłą do cięciwy i przechodzącą przez jej środek.

Promień łuku należy wyznaczyć z dokładnością  $\pm 10 \text{ mm}$ .

Promień wyznacza się z zależności:

$$R = \frac{4h^2 + c^2}{8h}$$

gdzie: c - długość cięciwy,

h - wysokość łuku - długość odcinka łączącego środek cięciwy z punktem przecięcia się wewnętrznej powierzchni dna kształtownika z prostą prostopadłą do cięciwy i przechodzącą przez jej środek.

Wielkości „c” i „h” należy mierzyć taśmą z podziałką milimetrową z dokładnością 1 mm.

Sprawdzenia **wymiarów poprzecznego przekroju kształtownika** oraz odchyłek tych wymiarów należy dokonać przyrządami pomiarowymi o dokładności pomiaru 0,1 mm. Kształt przekroju poprzecznego należy sprawdzić za pomocą wzorników wykonanych jako sprawdziany przechodni i nieprzechodni.

#### **4.4.4. Sprawdzenie stanu powierzchni łuków**

Sprawdzenie stanu powierzchni należy przeprowadzić nieuzbrojonym okiem.

#### **4.4.5. Sprawdzenie zwichrowania łuków**

Sprawdzenie zwichrowania łuków należy przeprowadzić przyrządem kątowym o kącie 90° w następujący sposób: położyć łuk na gładkiej płycie i przyłożyć przymiar kątowy tak, aby jedno ramię spoczywało na płycie, a drugie dotykało kołnierza kształtownika i zmierzyć prześwit między ramieniem przymiaru a drugim kołnierzem.

#### **4.4.6. Sprawdzenie płaskości łuków**

Sprawdzenie płaskości należy dokonać na płycie przez pomiar luzu między płytą a kołnierzem łuku i pomiaru odległości dwóch sąsiednich punktów styku z płytą, między którymi dokonuje się pomiaru luzu.

#### **4.4.7. Sprawdzenie wykonania końców łuków**

Sprawdzenie wykonania końców łuków należy przeprowadzić nieuzbrojonym okiem.

Pomiaru odcinka prostego końców łuków należy dokonać na zewnętrznej górnej powierzchni kształtownika. Sprawdzenie prostopadłości płaszczyzn cięcia na końcach łuków względem osi podłużnej łuków należy przeprowadzić kątomierzem. Przymiar kątowy należy przyłożyć do łuku w ten sposób, aby jego ramię o długości nie przekraczającej 100 mm przylegało do łuku. Pomiaru należy dokonać wzdłuż osi X-X i osi Y-Y przekroju poprzecznego łuku.

#### **4.4.8. Sprawdzenie cechowania (znakowania) łuków**

Sprawdzenie cechowania (znakowania) łuków należy przeprowadzić nieuzbrojonym okiem.

### **4.5. Ocena wyników badań**

Odrzwia i łuki spełniają wymagania niniejszych warunków technicznych, jeżeli przeszły wszystkie badania według Rozdziału 4 z wynikiem pozytywnym.

### **5. Postępowanie z partią uznaną za niezgodną z wymaganiami**

Partię elementów obudowy (łuków) uznaną za niezgodną z wymaganiami Warunków Technicznych wytwórca może przesortować lub poprawić i przedstawić powtórnie do badań.



**6. Zaświadczenie jakości**

Każda partia elementów (łuków) spełniająca wymagania niniejszych warunków technicznych musi być dostarczana ze świadectwem odbioru 3.1 zgodnym z normą PN-EN 10204.

Warunki Techniczne zostały wykonane na zlecenie LW Bogdanka S.A.

**Katowice, listopad 2024 r.**

**Opracowała:**



mgr inż. Dagmara Sobczak

**Zatwierdził:**



dr hab. inż. Marek Rotkegel, prof. GIG-PIB



**Zakład Technologii Eksploatacji i Obudów Górniczych**  
**PRACOWNIA PROJEKTOWANIA OBUDOWY CHODNIKOWEJ**  
**I UTRZYMANIA WYROBISK**

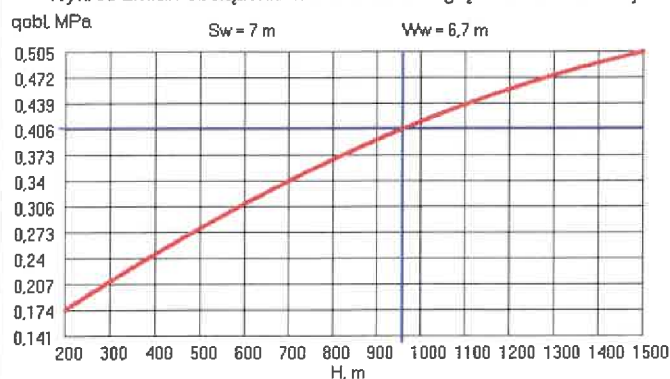
O C G v. 1.58  
Katowice 2024-11-12

## ZAŁĄCZNIK 3.

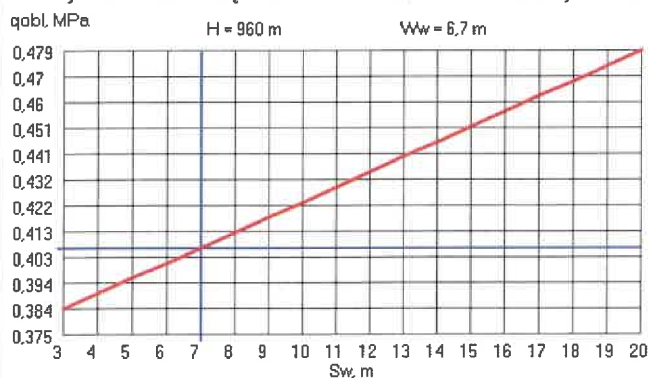
### Obliczenia wartości obciążenia obudowy przez górotwór

**Bogdanka. Rozdzielnia Główna. Pokład: 960m**

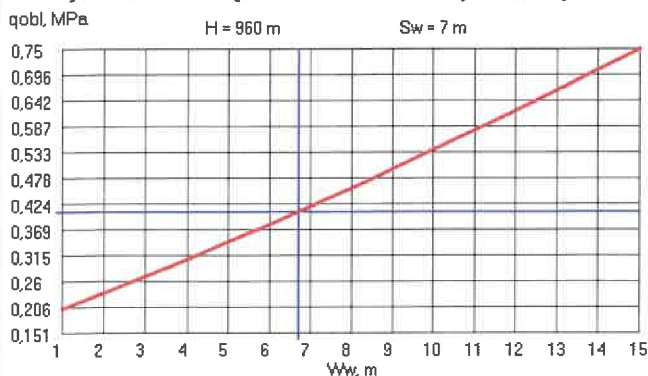
Wykres zmian obciążenia w zależności od głębokości lokalizacji



Wykres zmian obciążenia w zależności od szerokości wyrobiska



Wykres zmian obciążenia w zależności od wysokości wyrobiska



#### Dane:

Wysokość wyrobiska w wyłomie	$W_w = 6,7$ m
Szerokość wyrobiska w wyłomie	$S_w = 7$ m
Głębokość lokalizacji	$H = 960$ m
Wytrzymałość skał na ściskanie	$R_c g = 10,0$ MPa
	$R_c oc = 9$ MPa
Rozmakalność skał	$R_s g = 0,44$
Podzielność skał	$RQD = 6\%$
Współczynnik wpływu uskoku	
Uskok równoległy do wyrobiska	Uskok przecina wyrobisko

Brak

Brak

Nachylenie poprzeczne warstw

$k\alpha = 1,0$

Nachylenie wyrobiska

$k\beta = 1,0$

Oddziaływanie krawędzi eksploatacyjnych:

brak krawędzi eksploatacyjnych

lub wyrobisko po za ich wpływem

Wyrobiska sąsiadujące

Brak

Jednostkowe obciążenie dynamiczne

Brak

#### Wyniki:

Sobl	kg	qw	qN	qobl
12,96	3,126	0,059	0,13	<b>0,4073</b>

Obliczenia przeprowadził: mgr inż. R. Daniłowicz