

ZAMAWIAJĄCY:

**Gmina Zabrze –Urząd Miejski
z siedzibą w Zabrzu przy ul. Powstańców Śląskich 5-7
i
Zabytkowa Kopalnia Węgla Kamiennego „GUIDO” w Zabrzu
z siedzibą w Zabrzu przy ul. 3 Maja 93**

Umowa nr CRU/3024/2009 z dnia 04.11.2009r.

WYKONAWCA:

**KONSORCJUM FIRM
Zabrzańskie Towarzystwo Techniczne Spółka z o.o.
Główny Instytut Górnictwa.
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa.
Zakład Wierceń, Kotwienia i Usług Górniczych BPW Spółka z o.o.**

NAZWA ZAMÓWIENIA:

Wykonanie dokumentacji projektowej wraz z przeprowadzeniem niezbędnych prac przygotowawczych oraz opracowanie koncepcji funkcjonalno – użytkowej przystosowania do potrzeb ruchu turystycznego części podziemnej przedsięwzięcia pn. „Europejski Ośrodek Kultury Technicznej i Turystyki Przemysłowej” w Zabrzu.

ZADANIE NR 1:

Wykonanie dokumentacji projektowej związanej z udroźnieniem, zabezpieczeniem i adaptacją części podziemnej przedsięwzięcia tj. Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej, szybu Carnall wraz z podszybiem oraz wyrobisk łącznikowych do potrzeb ruchu turystycznego oraz przeprowadzenie niezbędnych prac przygotowawczych.

PRACE PROJEKTOWE

OPRACOWANIE NR 8 (SIWZ NR 5D):

Projekt techniczno - wykonawczy docelowego zabezpieczenia obudowy szybu Carnall z wlotem do podszybia na poziomie 47 m.

WYKONAWCA:

Zabrzańskie Towarzystwo Techniczne Spółka z o.o.

Kwiecień 2010r.

Spis treści

1. Wstęp.....	3
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2. Cel i zakres opracowania.....	3
2. Charakterystyka szybu „Carnall”	3
3. Budowa geologiczna w rejonie szybu „Carnall”.....	5
4. Warunki hydrogeologiczne w rejonie szybu „Carnall”.....	5
5. Badania górotworu w rejonie szybu.....	7
5.1. Badania introskowe	7
5.1.1. Wyniki pomiarów	7
5.1.1.1. Stanowisko nr 3	7
5.1.2. Podsumowanie.....	8
5.2. Badania penetrometryczne	8
5.3. Badania laboratoryjne	10
6. Sposób zabezpieczenia obudowy	12
6.1. Obudowa szybu	12
6.2. Obudowa wlotów	13
6.2.1. Obliczenia obudowy	13
6.2.1.1. Obciążenia obudowy	13
6.2.1.2. Sprawdzenie nośności odrzwi	15
6.2.2. Parametry projektowanej obudowy wlotów	21
7. Sposób przeprowadzenia prac	21
8. Podsumowanie	22
Literatura	23

Spis załączników:

Lp.	Tytuł załącznika	Nr zał.
1	Szyb Carnall. Wloty do szybu na poz. 40 m	Zał. 1
2	Odrzwia I	Zał. 2
3	Odrzwia II	Zał. 3
4	Odrzwia III	Zał. 4
5	Odrzwia IV	Zał. 5
6	Strzemię	Zał. 6
7	Element nośno-stabilizujący	Zał. 7

1. Wstęp

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi umowa zawarta pomiędzy:

Gminą Zabrze

a

Konsorcjum firm:

Zabrzańskie Towarzystwo Techniczne Spółka z o.o.

Główny Instytut Górnictwa.

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa.

Zakład Wierceń, Kotwienia i Usług Górniczych BPW Spółka z o.o.

na realizację opracowania.

Praca w Głównym Instytucie Górnictwa została zarejestrowana pod numerem 581 56379-153.

1.2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest projekt techniczno-wykonawczy docelowego zabezpieczenia szybu „Carnall” oraz wlotu do szybu na poziomie 40 m. GKSD. Zakres opracowania obejmuje:

- sposób naprawy obudowy murowej szybu „Carnall”,
- wzmocnienie obudowy wlotu do szybu po stronie zachodniej,
- projekt wlotu po stronie wschodniej,
- sposób przeprowadzenia prac,
- wnioski końcowe.

2. Charakterystyka szybu „Carnall”

Szyb „Carnall” (przed likwidacją szyb „Zabrze II”), rozpoczęto głębić w roku 1844 i z przerwami głębiono do roku 1859, kiedy osiągnął głębokość 210 metrów. W 1873 roku szyb pogłębiono do głębokości 270 metrów, a na początku XX wieku ponownie pogłębiono tak, że w roku 1912 osiągnął on swą głębokość ostateczną 521 metrów. Pierwotnie szyb miał obudowę drewnianą i kształt prostokątny, w latach 1929 – 1931 szyb kompletnie przebudowano, nadając mu kształt beczki w obudowie murowej o grubości 0,5 metra, wykonanej z cegły. Szyb „Carnall” na poziomie 80 metrów udostępnił pokład 504 i służył dla odwadniania części tego pokładu położonej poniżej poziomu Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej. W tym celu zainstalowano w nim pompę nurnikową, a na poziomie sztolni

wykonano kamienne podszybie i wyrobiska łączące szyb ze sztolnią, którymi prowadzono do sztolni wodę pompowaną z głębszych poziomów kopalni. Szyb „Carnall” w czasie niemal 150 lat swojego istnienia pełnił różne funkcje. Początkowo w XIX wieku był to szyb zjazdowo-wodny, potem wraz z rozbudową pola wschodniego kopalni „Królowa Luiza” (później „Zabrze”) zaczął pełnić rolę szybu materiałowego, podsadzkowego i wodnego. Po roku 1953, po przekierowaniu odwodnienia wyrobisk na ruch „Zabrze Wschód”, szyb „Carnall” stał się szybem pomocniczym, służącym tylko okazjonalnie do zjazdów załogi i transportu materiałów. W dniu 12.09.1961r. w szybie „Carnall” miała miejsce katastrofa polegająca na urwaniu się klatki z ludźmi. W katastrofie tej poszkodowanych zostało 22 górników, w tym 14 zginęło.

Po ostatniej przebudowie zbrojenie szybu „Carnall” stanowiły dźwigary szybowe rozstawione w pionie co 2,0 m, do których zamocowane były 4 ciągi prowadników. Na całej głębokości szybu zabudowany był przedział drabinowy z pomostami stalowymi co 6,0 m. Szyb posiadał liczne wloty do podszybi, w tym m.in. na poziomach 43 m, 80 m, 140 m, 200 m, 250 m i 503m.

Na początku lat 90-tych XX wieku szyb „Carnall” został zlikwidowany poprzez zasypanie rury szybowej kamieniem popłuczковым opuszczanym z powierzchni. W trakcie jego likwidacji nie usunięto zbrojenia szybu.

Wyrobiska przyszybowe łączące się z szybem, przed jego zasypaniem, zostały odizolowane. Komory przyszybowe wraz z wyrobiskami stanowiącymi dojście do nich zostały wcześniej zlikwidowane, a wloty zamurowane tamami murowymi w bezpośredniej bliskości obmurza szybowego - w tym m.in. na poziomie 43 m. Po całkowitym wypełnieniu rury szybowej, szyb zamknięto klapą stalową i zabezpieczono dostęp do jego zrębu stalowymi wrotami. W rzępiu szybu zainstalowano syfon o średnicy 150 mm wykonany ze stali nierdzewnej, którym woda przesiąkająca przez zasyp w szybie miała przedostawać się przekopem pochyłym na poziom 620 metrów pola wschodniego kopalni „Zabrze”.

Odtworzenie szybu na głębokości około 50 metrów polegało na wybraniu i wytransportowaniu z szybu materiału zasypowego w ilości około 700 m³. W szybie zabudowano tymczasowo kubeł oraz lutniociąg elastyczny średnicy 600 mm. Zabudowany został również w szybie tymczasowy przedział drabinowy o konstrukcji stalowej kotwionej do obmurza.

Podczas prac udrożnieniowych w szybie prowadzono na bieżąco kontrolę stanu obmurza i jego kontaktu z górotworem poprzez wykonywanie szeregu małych średnicowych otworów na całym udrażnianym odcinku szybu.

W dalszej części prac związanych z udostępnieniem GKSD dla ruchu turystycznego przewiduje się m.in. montaż w szybie „Carnall” dźwigu osobowego o specjalnej konstrukcji.

Biorąc pod uwagę zamierzenia projektowe, istotnym zagadnieniem staje się przeprowadzenie badań i oceny stanu technicznego obudowy szybu, która pozwoli na określenie sposobu naprawy obudowy i przygotowania do prowadzenia ruchu turystycznego.

Zgodnie z przeprowadzonymi pomiarami geodezyjnymi szyb „Carnall” po udrożnieniu posiada następujące parametry:

- głębokość: 47,86 m,
- kształt: beczkowy o wymiarach w osiach około 4,6 m x 3,2 m,
- wlot jednostronny po stronie północno-zachodniej na głębokości 43,62 m,
- wlot kanału wentylacyjnego na głębokości 4,07 m.

Po udrożnieniu szybu do głębokości 47,86 m w zabudowano w nim pomost zamykający z otworem kontrolnym.

3. Budowa geologiczna w rejonie szybu „Carnall”

Z profilu szybu „Zabrze II” – „Carnall” wynika, że w jego rejonie nadkład utworów karbońskich jest wykształcony w postaci piasków czwartorzędowych o grubości 8,63 m. Nadkład przykrywa warstwy karbonu górnego, począwszy od pokładu 504 w warstwach siodłowych. Pokład 504 zalega na głębokości 73,50÷82,40 m, a nad nim w karbonie zalega 5,50 m warstwy łupka i 59,37 m warstwy piaskowca. Z przekroju przez główną sztolnię odwadniającą widać, że szyb „Zabrze II” – „Carnall” znajduje się w rejonie wychodni pokładów siodłowych w karbonie. Nachylenie pokładów wynosi 10÷13° w kierunku z północnego-zachodu na południowy-wschód. Około dwustu metrów na zachód od szybu znajduje się wychodnia pokładu 504, a około siedemdziesięciu metrów na wschód wychodnia pokładu 501/502. W latach 1862÷1956, na głębokości od 80 do 500 m w filarze ochronnym szybu, systemem na zawał i podsadzkę płynną, miała miejsce eksploatacja pokładów 504, 507, 509, 510 i 620. Sumaryczna grubość wybranego złoża wynosi około 18 m.

4. Warunki hydrogeologiczne w rejonie szybu „Carnall”

Nadkład w przedmiotowym obszarze to czwartorzęd wykształcony głównie w postaci przepuszczalnych utworów piaszczystych. Na północnym wschodzie nadkład ma grubość około 10 m, na południu ok. 87 m. W czwartorzędzie występuje poziom wodonośny związany z piaszczystymi i żwirowymi utworami pochodzenia wodno-lodowcowego. Pewne

nieregularności w występowaniu tego poziomu powodują wkładki i przewarstwienia utworów nieprzepuszczalnych glin, ilów i mułów. Czwartorzędowy poziom wodonośny prowadzi zasadniczo wody o swobodnym zwierciadle. Z uwagi na brak stałych ujęć wody wydajność tego poziomu na byłym OG „Kończyce” nie jest znana. Zasilanie poziomu czwartorzędowego odbywa się bezpośrednio z powierzchni, przez infiltrację wód atmosferycznych.

Z protokołu kontroli obmurza i zawodnienia szybu „Zabrze II” – „Carnall”, dokonanej w dniu 16.09.1982r., wynika, że szyb od powierzchni do głębokości 44,0 m był suchy. Z dokumentacji górnico-geologicznej szybu „Zabrze II” – „Carnall” (nie posiadającej daty) wynika, że dopływ wody do szybu spoza obmurza jest mały i na odcinku 0,0÷12,0 m jest on suchy.

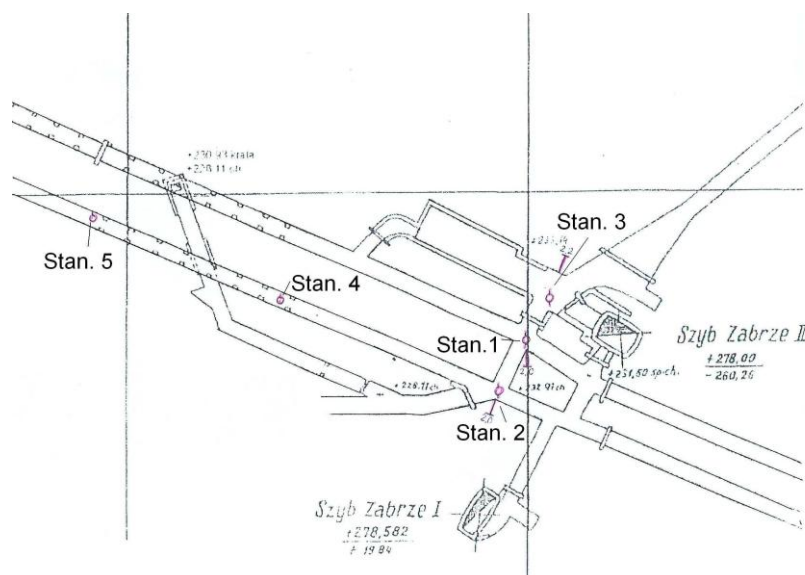
5. Badania górotworu w rejonie szybu

Prace badawcze przeprowadzono w styczniu 2010 r. Ze względu na ograniczone możliwości zasilania stanowiska wiertniczego oraz zalegający w sztolni osad wykonano wiercenia na trzech stanowiskach w rejonie szybu „Carnall” oraz 2 otwory w południowej nitce GKSD.

Stanowiskiem najbardziej zbliżonym do rozpatrywanego obszaru było stanowisko nr 3. Na stanowisku tym z otworów pobrano rdzenie do badań wytrzymałościowych oraz wykonano w nich badania introskopowe i penetrometryczne.

5.1. Badania introskowe

Jednym z stanowisk, zostało objęte badaniami intrsokopowymi było stanowiska nr 3. Znajdowało się ono w odległości około 10 m na zachód od szybu „Carnall”. Do badań wywiercono otwory pułapie, ociosie i spodku wyrobiska. Położenie otworów przedstawiono na rysunku 1.



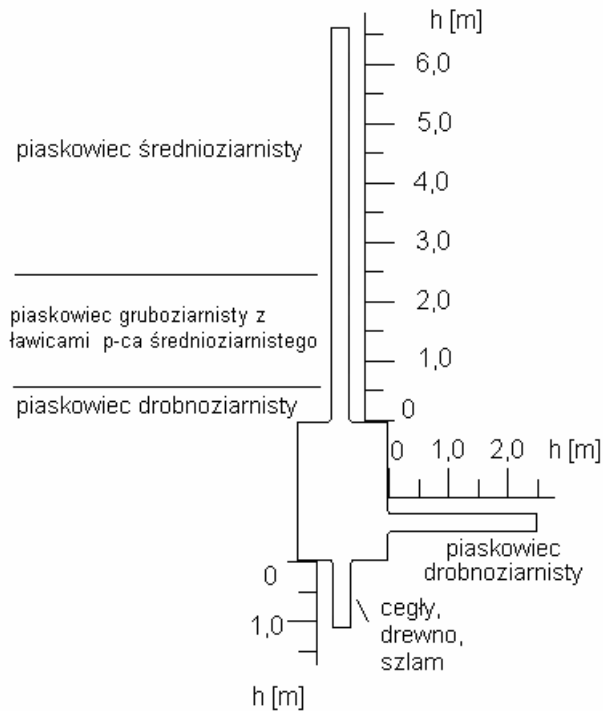
Rys. 1. Lokalizacja i rozmieszczenie badanych otworów

5.1.1. Wyniki pomiarów

5.1.1.1. Stanowisko nr 3

Obserwacje kamerą introskopową wykonane zostały w trzech otworach, wierconych w pułapie, ociosie i spodku skrzyżowania łącznika z dojściem od szybu „Carnall” do komory pomp. Średnica otworów wynosiła 95 mm. We wszystkich trzech zbadanych otworach nie

stwierdzono spękania górotworu. Ponadto, w otworze wierconym w spodku skrzyżowania natrafiono na fragmenty cegieł i drewna, będące pozostałością z poprzednich prac górniczych, prowadzonych w danym obszarze. Na rysunku 2. przedstawiono rozmieszczenie otworów oraz litologię skał w obrębie zbadanego otworu.



Rys. 2 Litologia skał oraz schemat spękań na stanowisku nr 3

5.1.2. Podsumowanie

W wyniku obserwacji kamerą introskopową skał w otworach badawczych, wierconych w pułapie, ociosie, jak i spodku łącznika na stanowisku nr 3 stwierdzono brak spękań górotworu.

5.2. Badania penetrometryczne

Dnia 27.01.2010 r. zostały wykonane badania penetrometryczne na stanowiskach badawczych nr 1, 2 i 3 (otwory badawcze wykonane zostały w stropie, ociosie i spągu wyrobisk). Otwory stropowe zostały wykonane i przebadane o następujących długościach: nr 1 – 6,8 m, nr 2 – 6,5 m, nr 3 – 5,1 m, natomiast otwory ociosowe o następujących długościach: nr 1' – 2,4 m, nr 2' – 2,1 m, nr 3' – 1,6 m a otwory spągowe o następujących długościach: nr 1'' – 1,6 m, nr 2'' – 1,3 m, nr 3'' – otwór rozwiercony. Wyniki badań penetrometrycznych stropu na

stanowisku nr 3 przedstawiono w poniższym raporcie z pomiarów hydraulicznym penetrometrem otworowym (zaznaczona na osi pionowej odległość od stropu pokładu odpowiada odległości od stropu wyrobiska).

Kopalnia: Kr.Luiza
Numer otworu: Otwór nr3
Wyrobisko: Sztolnia
Wykonawca pomiaru: GIG
Data wykonania pomiaru: 27.01.2010

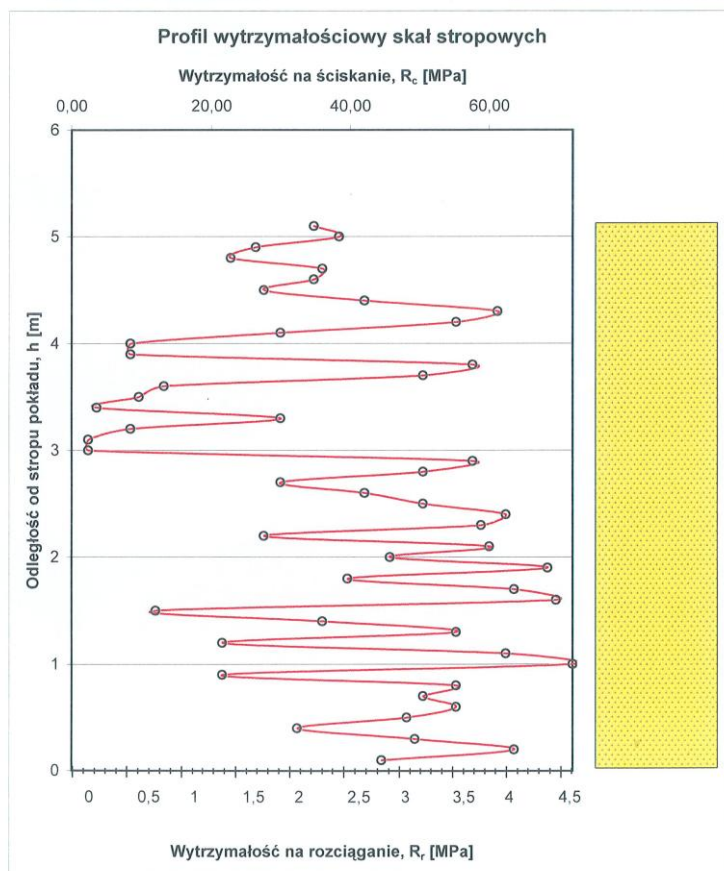
Nr Raportu : 7	
Rysunek	1
Strona	1

Parametry wytrzymałościowe [MPa]

$R_{c,śr}$	39,39
$R_{r,śr}$	2,53

Współrzędne otworu

X	Y	Z
0	0	0



W tabelicy 1. przedstawiono zestawienie średnich wytrzymałości skał na ściskanie w otworach badawczych na stanowisku nr 3.

Średnie wytrzymałości skał na ściskanie w otworach badawczych [MPa]			
	Otwór stropowy	Otwór ociosowy	Otwór spągowy
Stanowisko pomiarowe nr 3	39,39	34,0	otw. Rozwierc.

Tablica 1. Zestawienie średnich wytrzymałości skał na ściskanie w otworach badawczych

5.3. Badania laboratoryjne

Opis makroskopowy próbek pierwotnych ze stanowiska nr 3, lokalizację miejsc ich pobrania oraz wartości oznaczonych parametrów fizykomechanicznych przedstawiono w tablicy, która zawiera wyniki pojedynczych oznaczeń, wartości średnie i odchylenie standardowe dla każdej próbki pierwotnej.

Zakresy zmienności oraz średnie wartości:

- wytrzymałości na ściskanie R_c
- modułu Younga E
- współczynnika Poissona ν
- kąta tarcia wewnętrznego ϕ
- spójności c
- ciężaru objętościowego γ_o
- wskaźnika rozmakalności r

dla badanych skał kształtują się następująco:

Otwór nr 3

Miejsce pobrania próbki	Litologia	R _c [MPa]	E [MPa]	v [-]	φ stopnie	c [MPa]	γ _o [kN/m ³]	r [-]
strop gł. 0,0 – 1,0m	piaskowiec	24,9 ÷ 51,0	1460 ÷ 4615	0,32 ÷ 0,37	54	5,9	22,61 ÷ 23,57	1,0
	gruboziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	żółty	36,4	3285	0,34				
strop gł. 1,0 – 2,0m	piaskowiec	33,3 ÷ 68,3	2214 ÷ 6881	0,23 ÷ 0,31	52	8,8	23,40 ÷ 23,70	1,0
	gruboziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	różowożółty	51,2	4984	0,27				
strop gł. 2,0 – 3,0m	piaskowiec	26,5 ÷ 51,9	2302 ÷ 6116	0,34 ÷ 0,37	54	7,4	22,88 ÷ 23,78	1,0
	gruboziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	różowożółty	44,7	4388	0,35				
strop gł. 3,0 – 4,0m	piaskowiec	14,0 ÷ 39,6	914 ÷ 3730	0,30 ÷ 0,34	50	5,4	16,90 ÷ 23,13	1,0
	gruboziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	różowożółty	29,6	2306	0,32				
strop gł. 4,0 – 5,0m	piaskowiec	14,5 ÷ 34,3	1187 ÷ 2995	0,28 ÷ 0,31	66	2,6	22,85 ÷ 23,43	1,0
	gruboziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	żółty	25,0	1856	0,30				
strop gł. 5,0 – 6,4m	piaskowiec	8,9 ÷ 24,0	334 ÷ 1776	0,30 ÷ 0,36	62	2,1	21,74 ÷ 22,69	1,0
	drobnoziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	żółty	16,8	939	0,33				
spąg gł. 0,9 – 2,2m	piaskowiec	30,8 ÷ 43,9	2645 ÷ 2804	0,29 ÷ 0,31	63	4,4	23,20 ÷ 23,25	1,0
	gruboziarnisty i	średnio:	średnio:	średnio:				
	średnioziarnisty	37,4	2725	0,30				
ocios gł. 0,0 – 1,0m	piaskowiec	17,3 ÷ 26,9	1376 ÷ 2657	0,27 ÷ 0,32	60	3,1	22,48 ÷ 23,07	1,0
	średnioziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	żółtoróżowy	23,6	1942	0,30				
ocios gł. 1,0 – 2,0m	piaskowiec	21,3 ÷ 30,4	1482 ÷ 2763	0,31 ÷ 0,36	55	4,0	22,72 ÷ 23,16	1,0
	średnioziarnisty	średnio:	średnio:	średnio:				
	żółtoróżowy	25,4	2217	0,34				

6. Sposób zabezpieczenia obudowy

Zgodnie z przeprowadzonymi ocenami stateczności:

- GKSD oraz wyrobisk łączących ją z szybem „Carnall”,
- szybu „Carnall”,

w niniejszym opracowaniu ujęto sposób zabezpieczenia obudowy szybu oraz jego wlotu na poziomie 40 m. Ze względu na wprowadzenie do szybu „Carnall” dodatkowego dźwigu osobowego zaprojektowano wlot po stronie wschodniej.

6.1. Obudowa szybu

Obudowa szybu na całej długości od zrębu do pomostu sztucznego dna wymaga zabezpieczenia dla dalszego funkcjonowania, jako element trasy turystycznej. Projektuje się następujące prace naprawcze:

- wypełnienie pustek za obudową szybu,
- oczyszczenie powierzchni obudowy z pozostałości po zasypie,
- uzupełnienie w obudowie braków w cegle i zaprawie.

W pierwszej kolejności należy przystąpić do wypełnienia pustek znajdujących się za obudową szybu. Iniekcję należy wykonać środkami mineralnymi na bazie cementu (mleczkiem cementowym) przez otwory wiercone w obudowie w siatce 1,0 x 1,0 m.

Prace związane z iniekcją należy wykonać z góry w dół, w dziesięciu etapach obejmujących około 5 mb szybu. W ramach danego etapu iniekcję należy prowadzić z dołu do góry.

Przestrzeń za obudową dla pierwszego poziomu otworów każdego etapu należy wypełnić szybkowiązującym środkiem zwiększającym objętość np. pianą silikatową. Do pozostałych otworów iniekcyjnych należy wtlaczać środki mineralne np. cement KL.

W przypadku braku skuteczności wypełniania dopuszcza się możliwość zmiany sposobu iniekcji w porozumieniu z autorami projektu.

Cement KL w postaci proszku mieszany jest z wodą i wtlaczany za pomocą prostej w obsłudze (ręcznej) pompy. Masa odporna jest na działanie wód kopalnianych, a dzięki odczynowi zasadowemu skutecznie chroni elementy metalowe przed korozją. Zaczyn o charakterze tiksotropowym wykazuje dużą przyczepność do powierzchni pustek za obudową. Zaleca się użycie 7 litrów wody na jeden worek o masie 25 kg. Czas mieszania proszku z wodą – minimum 3 minuty. Proces tężenia zaczynu – po około 0,5 godzinie, zaś wiązanie po 4 godzinach (w temp. 20° C).

Po zakończeniu cementacji należy całą powierzchnię obudowy oczyścić z pozostałości po zasypie oraz odspojonych elementów muru. Wszystkie ubytki w murze o głębokości większej od 5 cm należy uzupełnić cegłą pochodzącą z rozbiórki, dla zachowania jej wiekowego charakteru. W miejscach braku zaprawy należy uzupełnić ją zaprawą cementową.

6.2. Obudowa wlotów

Wzmocnienie istniejącego wlotu do szybu „Carnall” oraz nowego wlotu po stronie wschodniej szybu projektuje się wykonać w obudowie sztywnej z łuków V25 pokrytych betonem natryskowym, który obłożony zostanie murem z cegły rozbiórkowej.

6.2.1. Obliczenia obudowy

6.2.1.1. Obciążenia obudowy

Dokonano analizy dostępnych w literaturze technicznej teorii, hipotez i badań pod kątem ich adaptacji do warunków obciążenia obudowy sztolni. Do określenia przewidywanego obciążenia obudowy przyjęto teorię Terzagiego [2], uwzględniającą ośrodek spękany i kruchy oraz siły tarcia między bryłami spękanego górotworu.

Schemat obciążenia sztolni przedstawia rysunek 2. Skały objęte strefą ABCD dążą do wypełnienia objętości wyrobiska. Siły tarcia działające wzdłuż obrzeży AC i BD powodują przenoszenie części ciężaru zruszonych skał stropowych na ociosy wyrobiska.

Ciśnienie na obudowę określa wzór

$$q = \gamma \cdot h \quad (1)$$

w którym

$$h = \frac{L}{K \cdot \operatorname{tg} \varphi} \quad (2)$$

$$L = \frac{S_w}{2} + W_w \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3)$$

$$K = \frac{p_x}{p_z} \quad (4)$$

$$p_x = \gamma \cdot H \quad (5)$$

Dane:

$$S_w = 3,0 \text{ m}$$

$$W_w = 3,0 \text{ m}$$

$$\gamma = 0,025 \text{ MN / m}^3$$

$$\varphi = 50^\circ \text{ dla piaskowców i zlepieńców}$$

Obliczenia:

$$q = 0,025 \left(\frac{3,0 + 2 \cdot 3,0 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ}{2 \cdot \operatorname{tg} 50^\circ} \right) = 0,054 \text{ MPa} \quad (9)$$

6.2.1.2. Sprawdzenie nośności odrzwi

Programy komputerowe działające w oparciu o algorytmy numeryczne oprócz przemieszczeń i sił wewnętrznych automatycznie obliczają naprężenia zredukowane według hipotezy Hubera-Misesa-Hencky'ego, zgodnie z ogólną zależnością:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_x \sigma_z - \sigma_y \sigma_z + 3 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)} \quad (10)$$

Traktując odrzwia jako układ płaski oraz analizując naprężenia w przekrojach prostopadłych do osi kształtownika równanie powyższe upraszcza się do postaci:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (11)$$

Rozbijając naprężenia na odpowiednie obciążenia odniesione do wskaźników W_x oraz pola przekroju A otrzymuje się równanie:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{Mg}{W_x} + \frac{N}{A}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{T}{A}\right)^2} \quad (12)$$

gdzie:

Mg – moment zginający,

N – siła osiowa (wzdłużna),

T – siła poprzeczna (tnąca),

W_x – wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie,

A – pole przekroju poprzecznego,

σ – naprężenia normalne,

τ – naprężenie styczne.

Określenie parametrów nośnościowych odrzwi

Odnosząc zadaną w modelach gęstość obciążenia do dopuszczalnych naprężeń dla danego kształtownika można uzyskać wskaźnik nośności odrzwi. Dopuszczalne naprężenia, jakie są w stanie przenieść elementy odrzwi bez utraty stateczności kształtownika można określić z zależności :

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e \cdot (m + n)}{\gamma_s} \quad (13)$$

Współczynnik materiałowy γ_s zgodnie z zapisami normy PN-90/B-03200 zależny jest od granicy plastyczności materiału. Jego wartości dla stali stosowanych na obudowy górnicze przedstawiono w tabelicy 2.

Tablica 2. Współczynnik materiałowy γ_s

R_e	γ_s	gatunki stali
≤ 355 MPa	1,15	25G2; 34GJ

Natomiast materiałowy współczynnik uplastycznienia określa się z zależności:

$$n = \frac{R_m - R_e}{R_e} \quad (14)$$

Wartości tego współczynnika w przypadku stali stosowanych na obudowy chodnikowe przedstawiono w tabelicy 3.

Tablica 3. Materiałowy współczynnik uplastycznienia

gatunki stali	<i>n</i>
25G2; 34GJ ($R_e=340$ MPa, $R_m=550$ MPa)	0,6176

Współczynnik rezerwy plastycznej przekroju *m* jest ściśle związany z kształtem przekroju poprzecznego elementu obudowy – łuku odrzwi. Jest on równy stosunkowi wskaźnika oporu plastycznego do wskaźnika wytrzymałości przekroju na zginanie:

$$m = \frac{W_{pl}}{W_x} \quad (15)$$

przy czym wskaźnik oporu plastycznego jest równy sumie bezwzględnych wartości momentów statycznych ściskanej S_c i rozciąganej S_r strefy przekroju względem osi obojętnej w stanie pełnego uplastycznienia. Zatem można napisać:

$$W_{pl} = |S_c| + |S_r| \quad (16)$$

Obliczone w powyższy sposób parametry przekrojowe kształtowników stosowanych na odrzwia przedmiotowej obudowy przedstawiono w tabelicy 4.

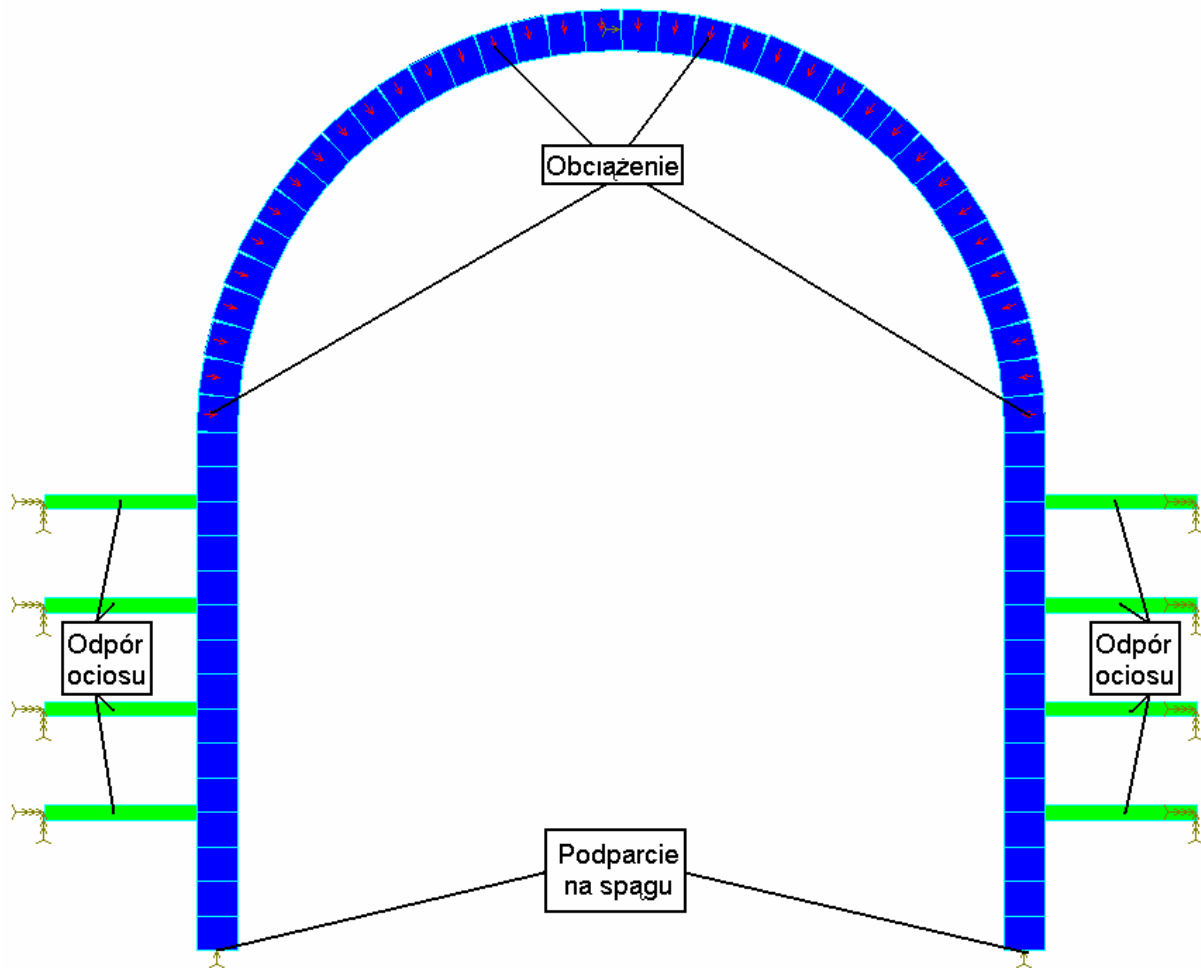
Tablica 4. Parametry przekrojowe kształtowników (wykonanych ze stali 25G2; 34GJ)

<i>Profil</i>	<i>A</i>	<i>e</i>	<i>I_x</i>	<i>W_x</i>	<i>e_{pl}</i>	<i>W_{pl}</i>	<i>m</i>	<i>σ_{dop}</i>
	cm ²	mm	cm ⁴	cm ³	mm	cm ³	-	MPa
V25	32,01	56,14	470,54	76,064	52,65	111,023	1,460	614,13

Obliczenia wytrzymałościowe

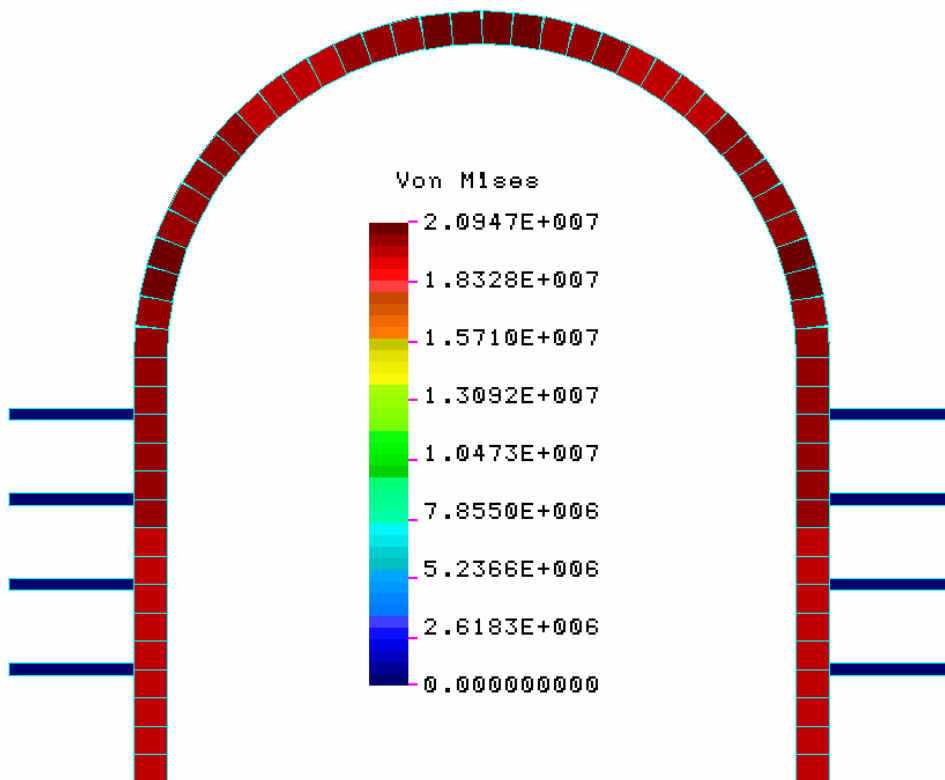
Modelowe badania wytrzymałościowe przeprowadza się numerycznie metodą elementów skończonych (MES, ang. FEM). Istotą tej metody jest podział (dyskretyzacja) złożonego układu na skończoną liczbę elementów, analiza pojedynczego elementu, którego zachowanie jest określone przez skończoną liczbę parametrów, a następnie ponowne złożenie wszystkich elementów w celu badania odpowiedzi całego układu. Łatwiej jest zbadać i zrozumieć odpowiedź pojedynczego elementu, a następnie ponownie zbudować złożony układ w celu badania jego odpowiedzi, niż badać układ w całości.

Do analiz najczęściej wykorzystywane są programy PRO-MES (firmy Pro-Soft z Gliwic) i COSMOS/M (firmy Structural Research and Analysis Corporation z USA). Z punktu widzenia użytkownika modelowanie w tych systemach sprowadza się do wprowadzenia geometrii całego badanego układu oraz określenia parametrów poszczególnych jego części. Parametrami tymi są własności materiałowe, parametry przekrojowe, a w przypadku analizy nieliniowej krzywe materiałowe. Geometrię układu można zadać tworząc ją w programach bądź importując z programów CAD. Model obciążono w ten sposób, aby otrzymać obciążenie odpowiadające ciśnieniom górotworu występującym w miejscu zastosowania obudowy. Ciśnienie to, wyznaczone zgodnie z „Uproszczonymi zasadami doboru obudowy odrzwiowej wyrobisk korytarzowych...”, osiąga 0,054 MPa. Model podparty został podporami stałymi zlokalizowanymi w miejscu kontaktu ze spągami. Dodatkowo na odrzwia obudowy założono odpór ociosu. Na rysunku 3. przedstawiono sposób podparcia i obciążenia modelu.

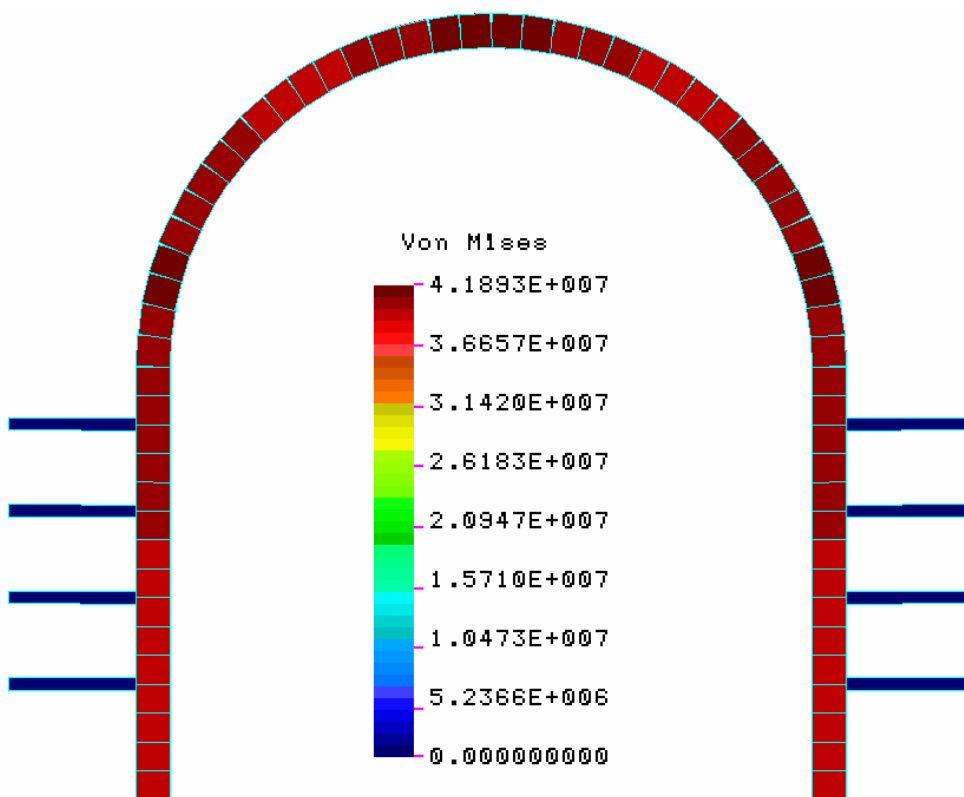


Rys.3. Sposób podparcia i obciążenia modelu skrzyżowania

Analizę wytrzymałościową przeprowadzono dla rozstawu odrzwi: $d = 0,5 \text{ m}$ i dla $d = 1,0 \text{ m}$. W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano między innymi deformacje modelu, reakcje podporowe, momenty zginające, składowe naprężenia i ich rozkład. Na rysunku 4. i 5. przedstawiono rozkład naprężeń zredukowanych, wyznaczonych według hipotezy Hubera. Maksymalne naprężenia występujące w odrzwiach obudowy dla obydwu analizowanych przypadków, nie przekraczają wartości dopuszczalnych σ_{dop} .



Rys. 4. Rozkład naprężeń zredukowanych dla rozstawu odrzwi $d=0,5$ m (naprężenia w [MPa], skala deformacji $10\times$)



Rys. 5. Rozkład naprężeń zredukowanych dla rozstawu odrzwi $d=0,5$ m (naprężenia w [MPa], skala deformacji $10\times$)

6.2.2. Parametry projektowanej obudowy wlotów

Na podstawie powyższych obliczeń obudowa wlotów zostanie wykonana z łuków kształtownika V25 (zał. 1). Rozstaw odrzwi będzie wynosił 1,0 m. Opinkę odrzwi stanowić będzie siatka okładzinowa. Odrzwia po zabudowaniu będą stabilizowane za pomocą elementów nośno-stabilizujących (zał. 7).

Odrzwia składać będą się z dwóch elementów łączonych (zał. 2, 3, 4, 5) za pomocą nakładek oraz strzemion (zał. 6).

Po zabudowaniu w wyrobisku odrzwi projektuje się pokrycie całej powierzchni obudowy betonem natryskowym (torkretem), np. mineralnym torkretem górniczym FT-30 metodą „na mokro”.

Torkret FT-30 – jednoskładnikowe spoiwo na bazie mielonego żużla wielkopieczowego. Nadaje się do układania „na mokro” za pomocą powszechnie stosowanych urządzeń do torkretowania. Dodając do dyszy szkło wodne – zwiększa się grubość nakładanej jednorazowo warstwy. Jest odporny na działanie kwasów i zasad.

Zarówno proszek, jak i zaprawa są nieagresywne w stosunku do skóry. Proszek mieszany jest tylko z wodą. Dzięki odczynowi zasadowemu skutecznie chroni metalowe elementy obudowy przed korozją. Właściwa konsystencja zapewnia dobrą przyczepność do podłoża. Materiał ten stale zwiększa swoją wytrzymałość i szczelność w ciągu kilku lat. Skutkiem tego jest np. proces samouszczelniania pęknięć. Utrzymuje odpowiednie właściwości w obecności wody. Zaleca się używać 8-10 l wody na jeden worek proszku o masie 25 kg. Czas mieszania wody z proszkiem nie powinien być krótszy niż 3 minuty. Jednorazowy zarób należy wykorzystać do 40 minut. Przygotowaną zaprawę podaje się pompą na dyszę torkretnicy. Grubość nanoszonej jednorazowo warstwy – do 2 cm (grubsza – po podaniu szkła wodnego). Kolejną warstwę należy nakładać po upływie 1 godziny.

W celu nadaniu powierzchni projektowanej obudowy wlotów charakteru historycznego projektuje się jej pokrycie murem z cegły rozbiórkowej o grubości 12 cm lub innym materiałem uzgodnionym z KRZG.

7. Sposób przeprowadzenia prac

Prace związane z wykonaniem zabezpieczenia obudowy wlotu po stronie zachodniej oraz wydrążenia wlotu po stronie wschodniej szybu „Carnall” należy wykonać w trakcie lub po ukończeniu prac związanych z udrożnieniem Sztolni.

Drażenie nowego wlotu do szybu można prowadzić np. z wykorzystaniem materiałów wybuchowych, rozpoczynając od wyrobisk sztolni w kierunku szybu. Ostatni odcinek łączący wlot z szybem wydrążyć bez użycia materiałów wybuchowych.

W drażonym wlocie, do momentu połączenia z szybem, stosować wentylację odrębną.

Do transportu potrzebnych materiałów oraz odstawy urobku wykorzystać należy układy transportowe przygotowane do prac związanych z udrażnianiem.

Prace związane z zabezpieczeniem obudowy szybu rozpocząć po zakończeniu wykorzystywania szybu do robót udrażniających. W celu udostępnienia do prac całej powierzchni obudowy szybu zostaną one wykonane z rusztowań systemowych ustawionych na pomoście zamykającym szyb na głębokości 47 m.

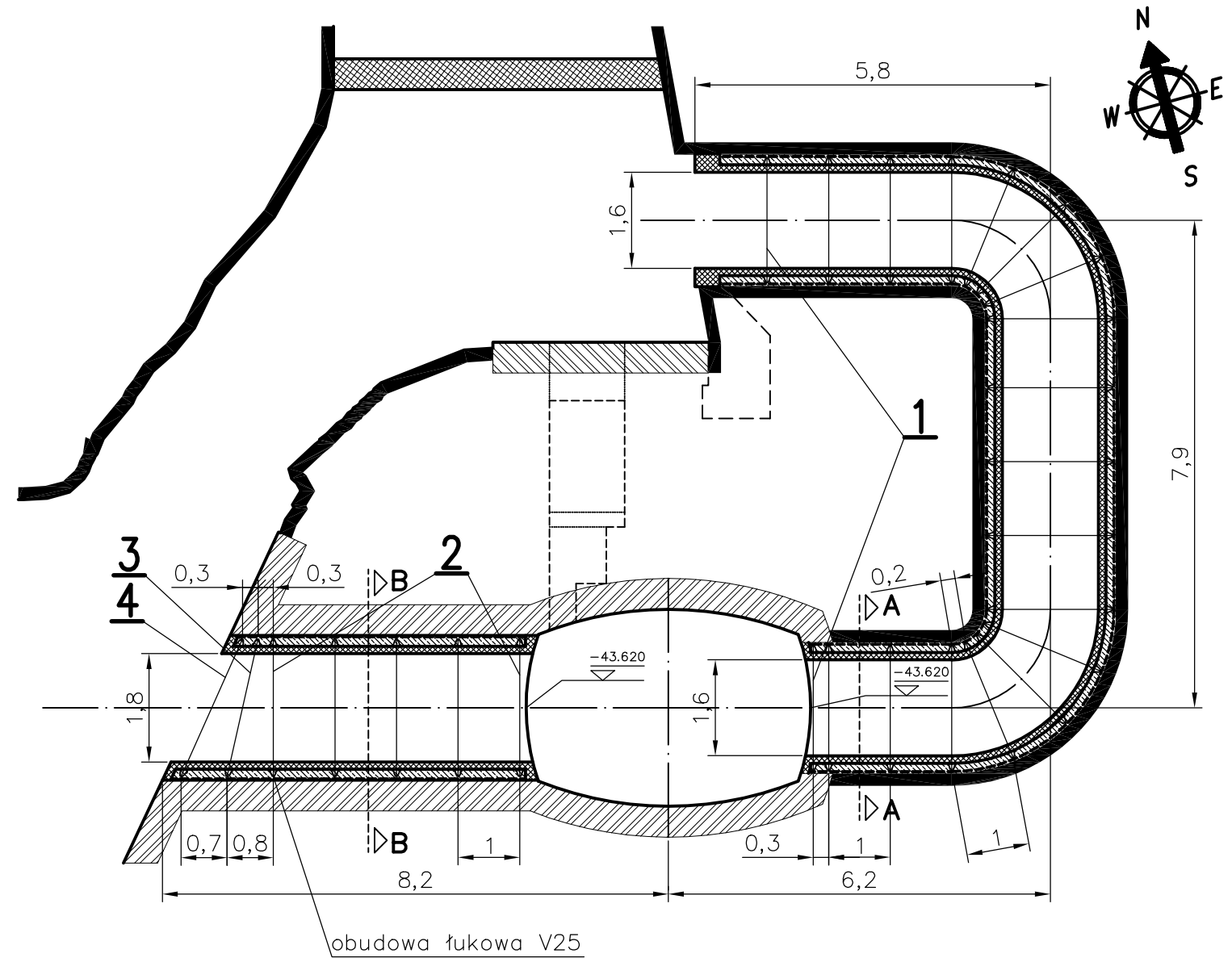
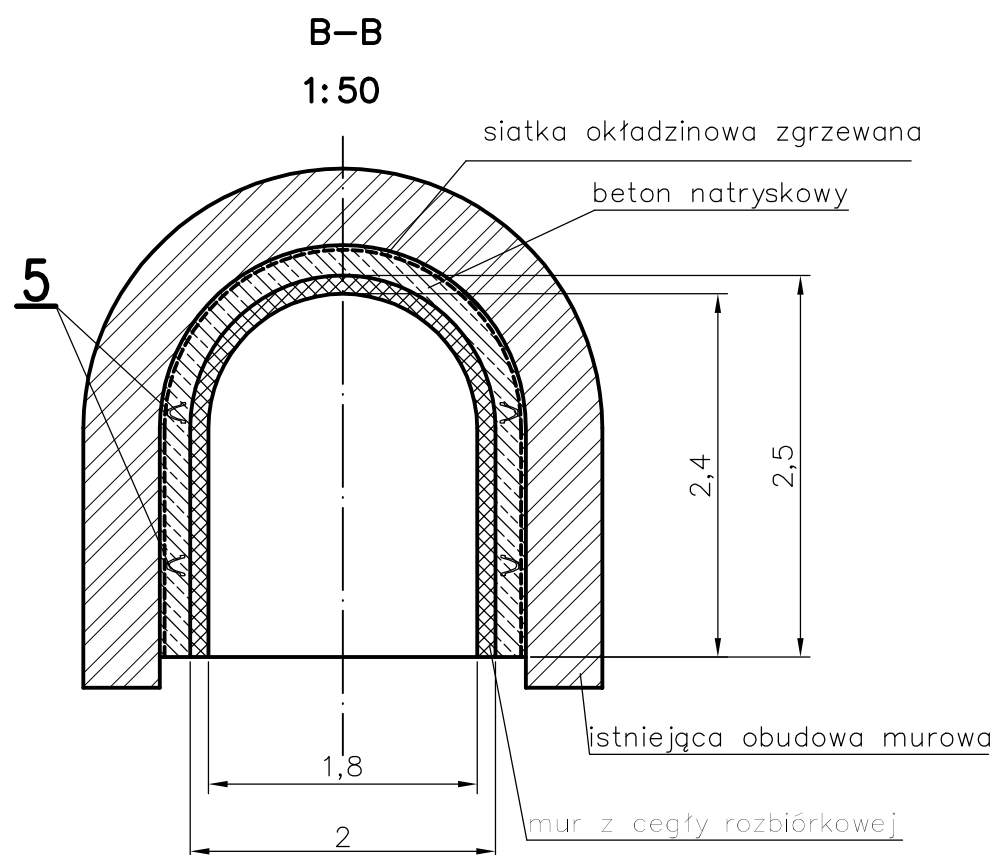
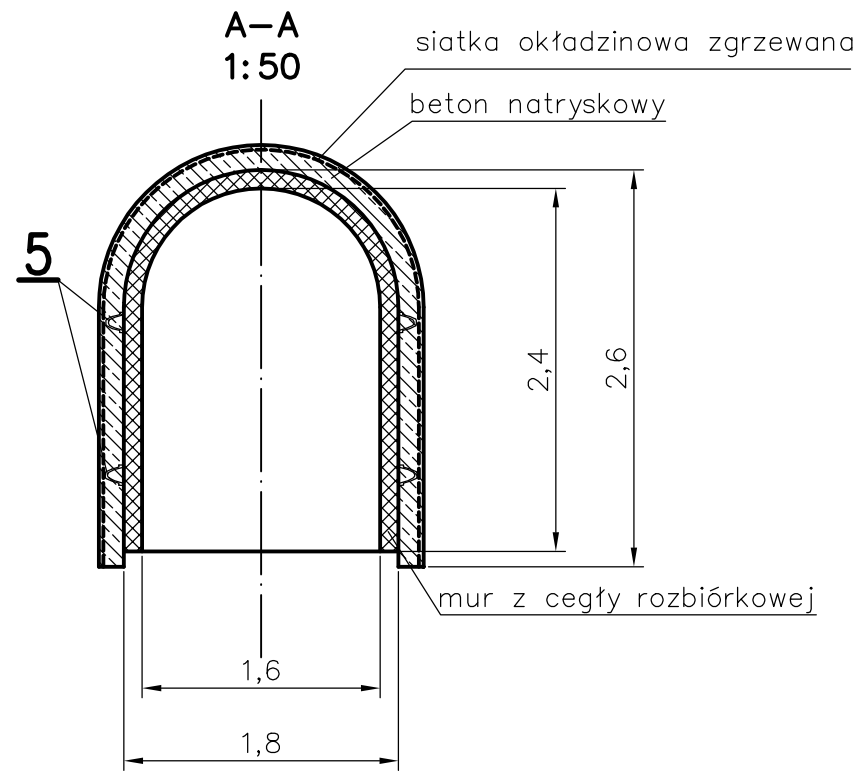
Przed rozpoczęciem prac wykonawca robót zobowiązany jest do opracowania szczegółowych technologii i zatwierdzenia ich przez Kierownika Ruchu Zakładu.

8. Podsumowanie

1. Zabezpieczenie obudowy szybu „Carnall” polegało będzie na: oczyszczeniu powierzchni, uzupełnieniu ubytków oraz wypełnieniu pustek za obudową.
2. Zaprojektowana obudowa wlotów obejmuje łuki stalowe z profilu V25, beton natryskowy oraz mur z cegły. Szczegółową konstrukcję obudowy wlotów przedstawia załącznik nr 1.
3. Z uwagi na wymaganą znaczną trwałość zabezpieczanych wyrobisk i obudowy zaleca się zastosowanie materiałów o odpowiedniej jakości.
4. W przypadku konieczności wprowadzenia zmian w projekcie, w trakcie wykonywania robót, należy powiadomić o tym fakcie rzeczoznawcę (projektanta).

Literatura

1. Chudek M., Rułka K.: Konstrukcje siatkobetonowe w budownictwie podziemnym kopalń. Wyd. „Śląsk”, Katowice 1975 r.
2. Krzysztoń D.: Wykorzystanie metod klasyfikacji masywu skalnego dla doboru obudowy wyrobisk górniczych. Dokumentacja pracy naukowo-badawczej o symbolu 200507 4BT. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, listopad 1994 r.
3. Kidybiński A.: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. „Śląsk”. Katowice 1982 r.
4. PN-G-05020:1997: Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe. Obudowa sklepienia. Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych.
5. PN-G-05600:1998: Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe. Obudowa powłokowa. Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych.
6. PN-93/G-15000/02: Obudowa chodników odrzwiami podatnymi z kształtowników korytkowych. Odrzwia łukowe podatne ŁP z kształtowników typu V, typoszereg A.
7. PN-B-03264: 1984: Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
8. BN-77/0434-06: Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe. Beton natryskowy. Wymagania i badania.

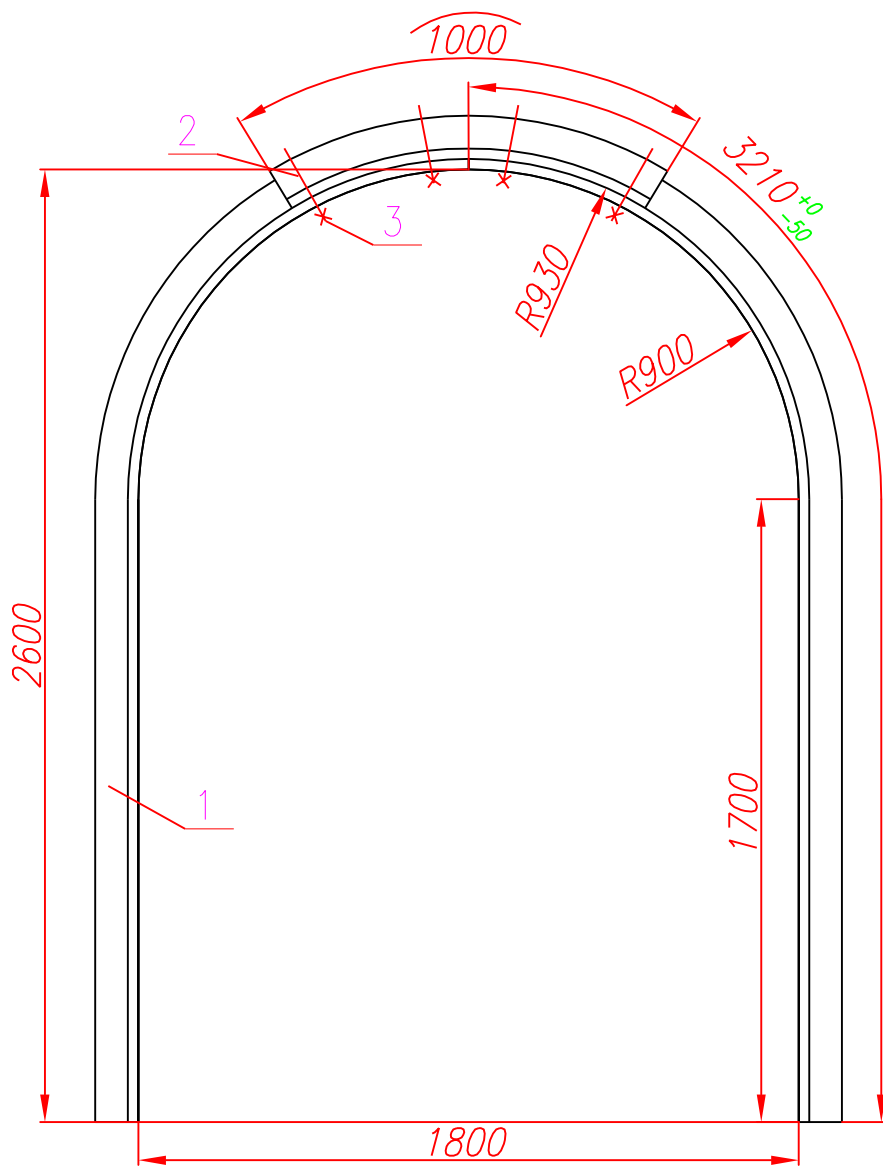


Poz.	Nazwa części	Liczba sztuk	Materiał	Nr normy lub rysunku	1 szt. kpl. Masa w kg		
5	Element nośno-stabilizujący	96	wg rys.	BG-1392.06	~25 2400		
4	Odrzwia IV	1	wg rys.	BG-1392.04	169		
3	Odrzwia III	1	wg rys.	BG-1392.03	163		
2	Odrzwia II	5	wg rys.	BG-1392.02	~163 815		
1	Odrzwia I	19	wg rys.	BG-1392.01	~163 3097		
					Zastępuje rys.		
					Zastąpiony rys.		
Znak	Jest		Ma być		Data	Podpis	
Podziałka 1:100	Projekt.	03.10r.	J. Szymała		Kreślił	03.10r.	J. Szymała
	Konstr.	03.10r.	J. Szymała		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel
Masa (wg rysunku) ~6644 kg	Rysował	03.10r.	M. Skuplik		Zatwierdził	03.10r.	J. Szymała



Szyb Carnall
Wloty do szybu na poz. 40 m

Nr rysunku
BG-1392.00



Uwagi:

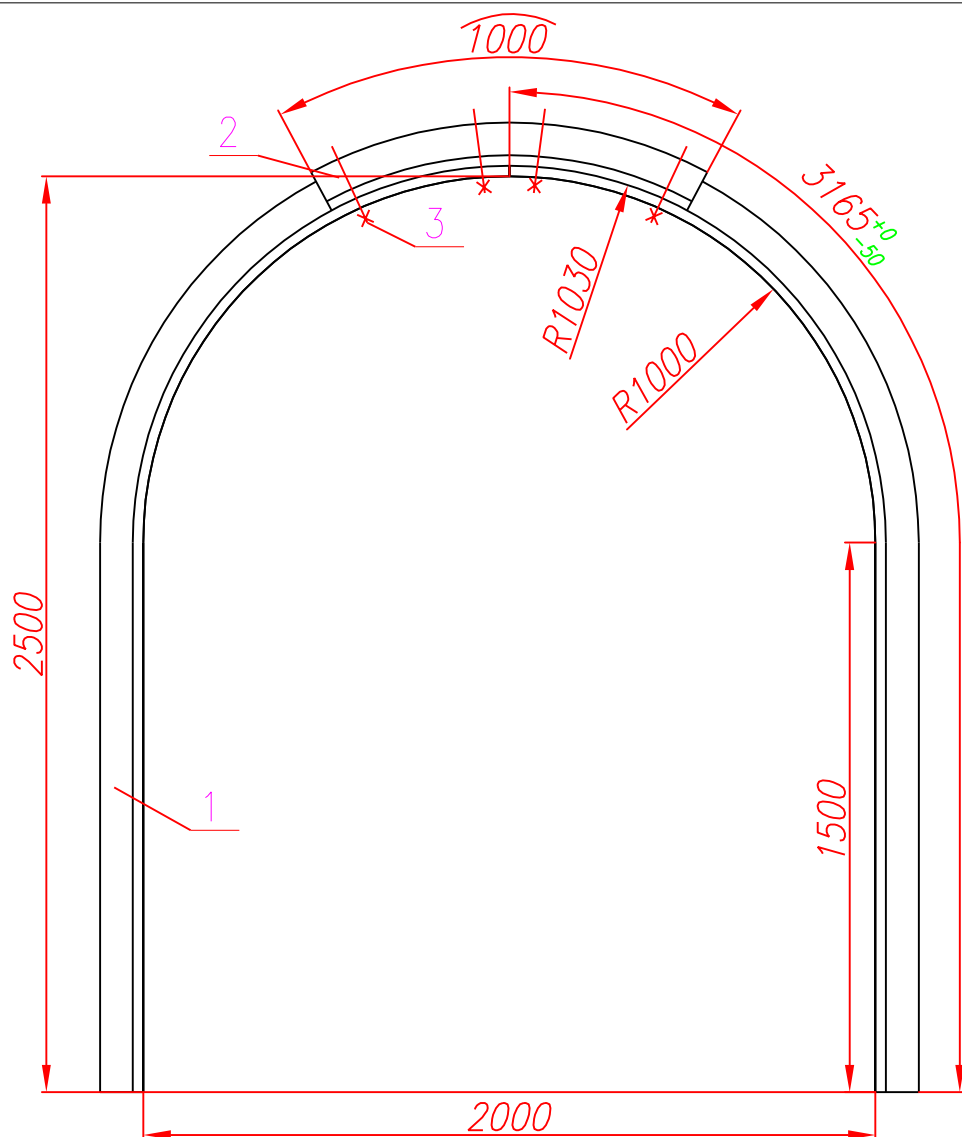
1. Elementy odrzwi wykonać z kształtownika V25
2. Cięcia kształtowników i otwory wykonać przelotowo $\frac{20}{\%}$ zachowując współosiowość.

3	Strzemie	4	wg rys.	BG-1392.04	3,5	14,0
2	Łuk stropnicowy V25 - 1000	1	PN-H-	BG-1392.01		2,5
1	Łuk V25 - 3210	2	93441-1	BG-1392.01	80,2	160,4
Poz.	Nazwa części	Liczba sztuk	Materiał	Nr normy lub rysunku	1 szt.	kpl. Masa w kg
					Zastępuje rys.	
					Zastąpiony rys.	
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis		
Podziałka	Materiał wg wykazu	Projektował	03.10r.	M. Rotkegel		
Masa (bez strzemion) ~163 kg		Kreślił	03.10r.	M. Skuplik		
		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel		




Odrzwia I

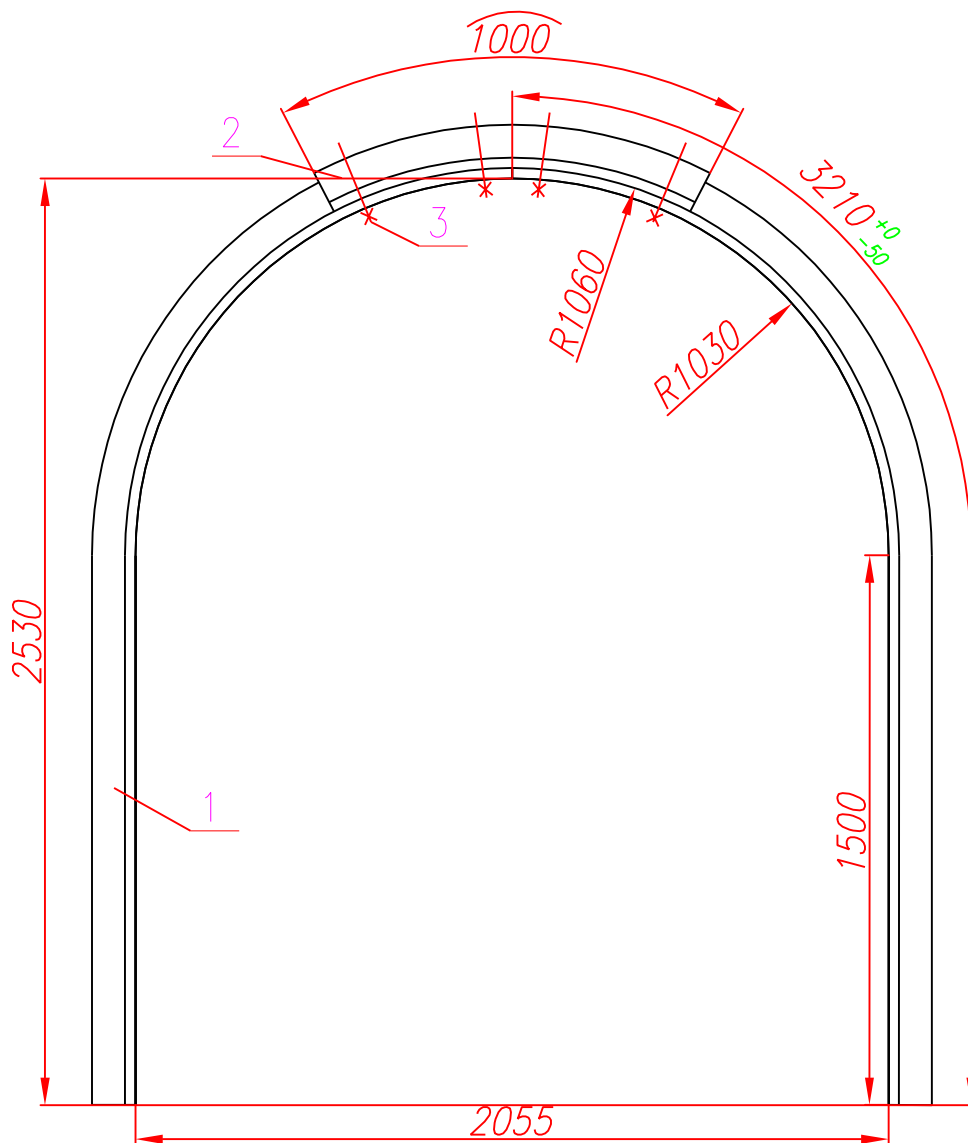
Nr rysunku
BG-1392.01



Uwagi:


1. Elementy odrzwi wykonać z kształtownika V25 – tolerancja wymiarów zgodnie z PN-93/G-15000/03.
2. Cięcia kształtowników i otwory wykonać przelotowo $\frac{20}{100}$, zachowując współosiowość.

3	Strzemień	4	wg rys.	BG-1392.04	3,5	14,0
2	Łuk stropnicowy V25 – 1000	1	PN-H-	BG-1392.02		2,5
1	Łuk V25 – 3165	2	93441-1	BG-1392.02	79,1	158,2
Poz.	Nazwa części	Liczba sztuk	Materiał	Nr normy lub rysunku	1 szt.	kpl.
					Masa w kg	
					Zastępuje rys.	
					Zastąpiony rys.	
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis		
Podziałka	Materiał	Projektował	03.10r.	M. Rotkegel		
---	wg wykazu	Kreślił	03.10r.	M. Skuplik		
Masa (bez strzemion) ~163 kg		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel		
		Odrzwia II			Nr rysunku BG-1392.02	

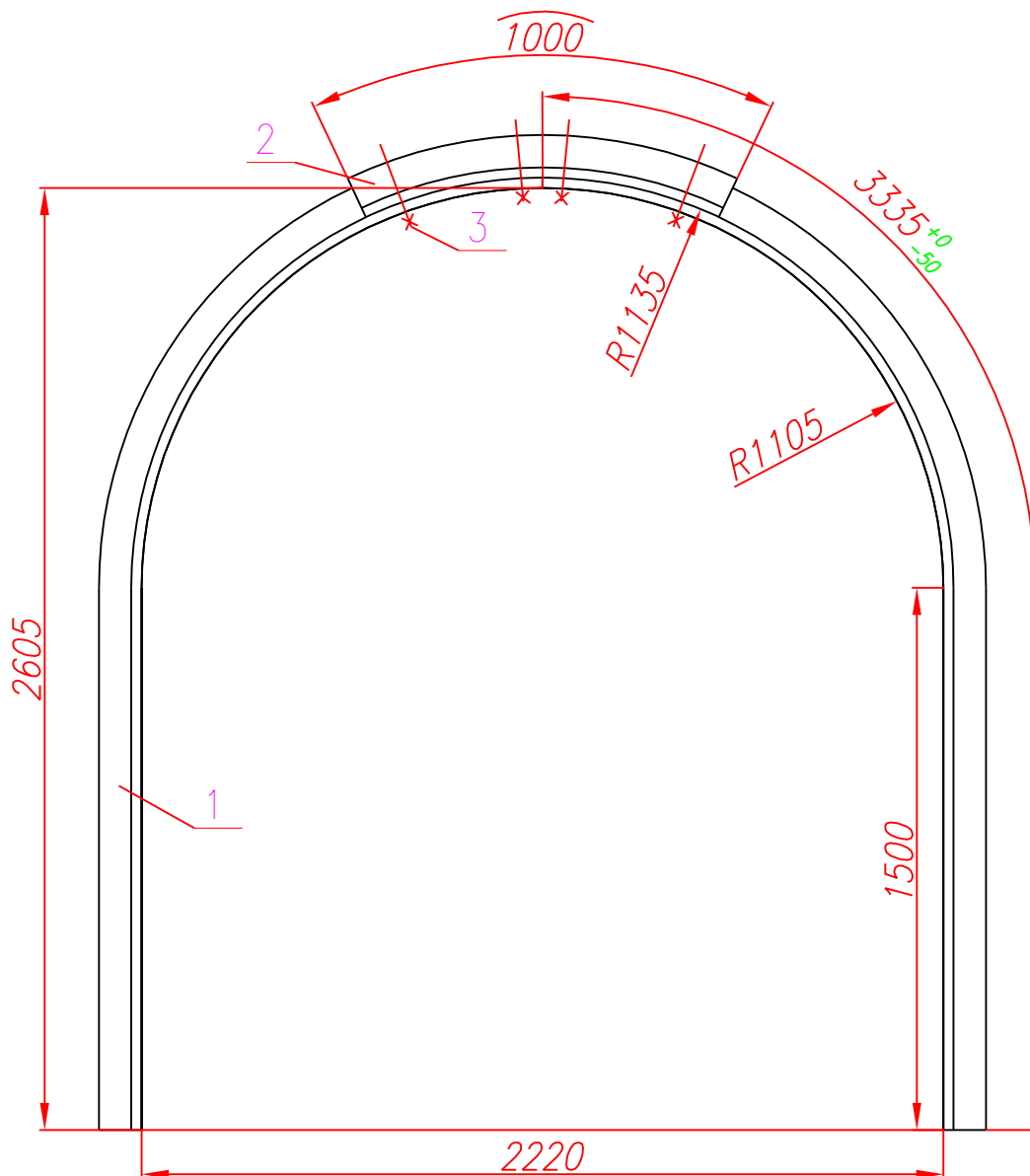


Uwagi:

1. Elementy odrzwi wykonać z kształtownika V25 – tolerancja wymiarów zgodnie z PN-93/G-15000/03.
2. Cięcia kształtowników i otwory wykonać przelotowo $\frac{20}{\%}$, zachowując współosiowość.

3	Strzemień	4	wg rys.	BG-1392.04	3,5	14,0
2	Łuk stropnicowy V25 – 1000	1	PN-H-	BG-1392.03		2,5
1	Łuk V25 – 3210	2	93441-1	BG-1392.03	80,2	160,4
Poz.	Nazwa części	Liczba sztuk	Materiał	Nr normy lub rysunku	1 szt.	kpl. Masa w kg
					Zastępuje rys.	
					Zastąpiony rys.	
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis		
Podziałka	Materiał wg wykazu	Projektował	03.10r.	M. Rotkegel		
Masa (bez strzemion) ~163 kg		Kreślił	03.10r.	M. Skuplik		
		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel		
				Nr rysunku		
				BG-1392.03		

Odrzwia III



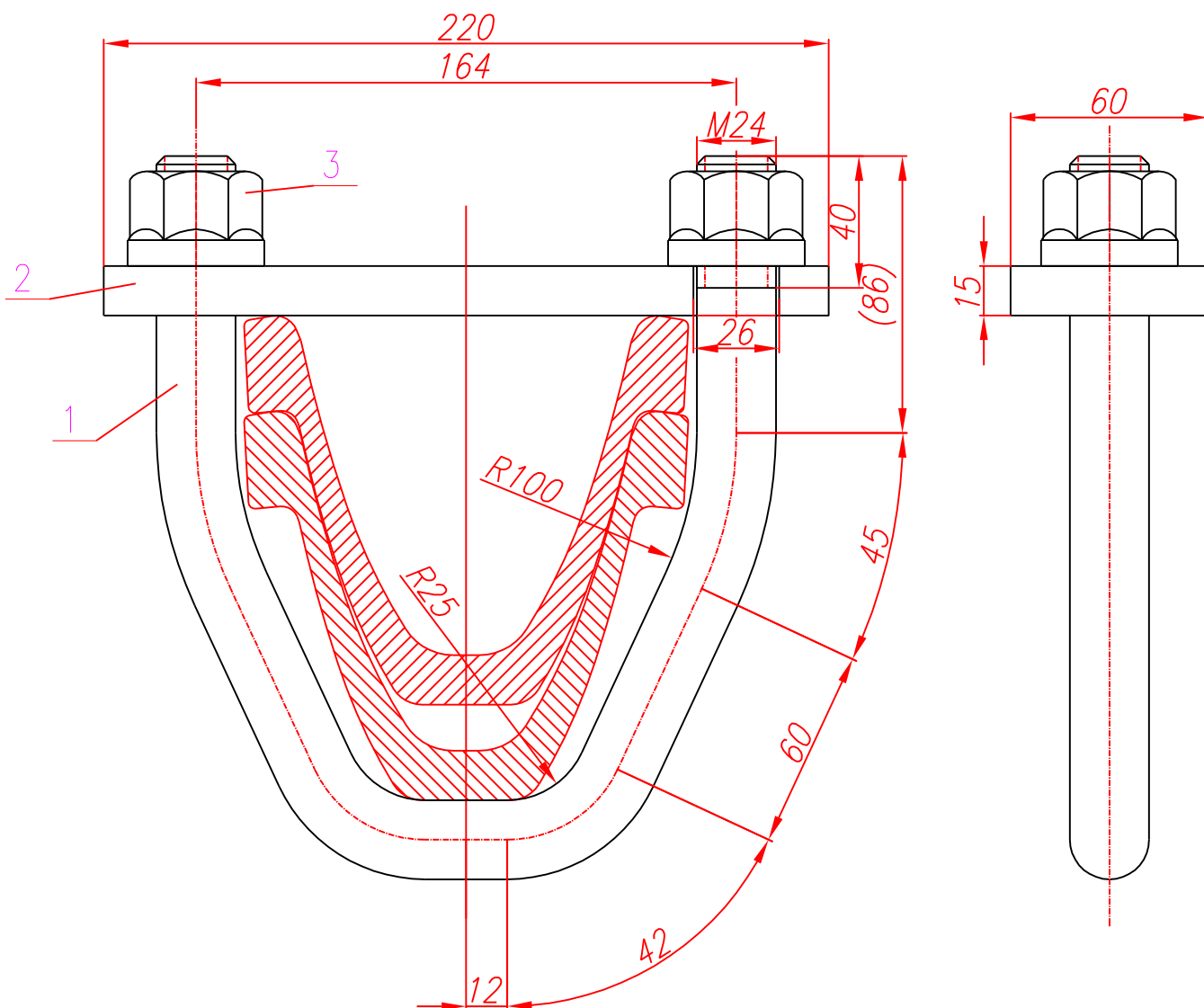
Uwagi:


1. Elementy odrzwi wykonać z kształtownika V25 – tolerancja wymiarów zgodnie z PN-93/G-15000/03.
2. Cięcia kształtowników i otwory wykonać przelotowo $\frac{20}{\%}$, zachowując współosiowość.

3	Strzemień	4	wg rys.	BG-1392.04	3,5	14,0
2	Łuk stropnicowy V25 – 1000	1	PN-H-	BG-1392.04		2,5
1	Łuk V25 – 3335	2	93441-1	BG-1392.04	83,4	166,8
Poz.	Nazwa części	Liczba sztuk	Materiał	Nr normy lub rysunku	1 szt.	kpl. Masa w kg
					Zastępuje rys.	
					Zastąpiony rys.	
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis		
Podziałka	Materiał	Projektował	03.10r.	M. Rotkegel		
	wg wykazu	Kreślił	03.10r.	M. Skuplik		
		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel		
					Nr rysunku	
					BG-1392.04	



Odrzwia IV

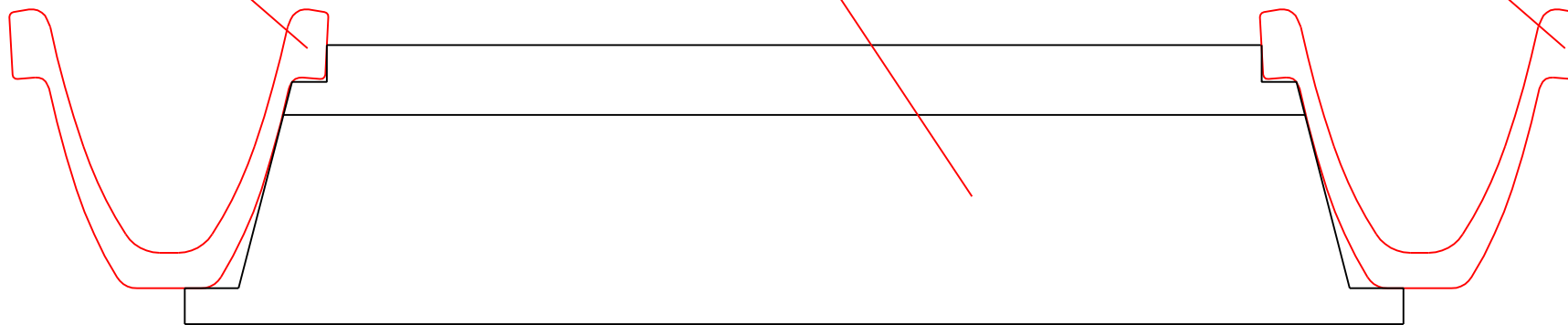


3	Nakrętka M24	2	wg rys.	BG-1200.00c	0,1	0,2
2	Jarzmo 15x60x220	1	18G2A	BG-1392.04		1,6
1	Kabłqk $\varnothing 24-8.8 \times 490$	1	HZ740	BG-1392.04		1,7
Poz.	Nazwa części	Liczba sztuk	Materiał	Nr normy lub rysunku	1 szt.	kpl.
					Masa w kg	
					Zastępuje rys.	
					Zastąpiony rys.	
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis		
Podziałka	Materiał	Projektował	03.10r.	M. Rotkegel		
---	wg wykazu	Kreślił	03.10r.	M. Skuplik		
Masa (bez strzemiön)		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel		
3,5 kg						
				Nr rysunku		
				BG-1392.05		
Strzemię						

Odrzwia obudowy

Element nośno – stabilizujący V25

Odrzwia obudowy



					Zastępuje rys.
					Zastąpiony rys.
Znak	Jest	Ma być	Data	Podpis	
Podziałka	Materiał	Projektował	03.10r.	M. Rotkegel	
Masa	PN-H-93441-1	Kreślił	03.10r.	M. Skuplik	
		Sprawdził	03.10r.	M. Rotkegel	



Element nośno – stabilizujący

Nr rysunku

BG-1392.06

Oświadczamy, że projekt został wykonany zgodnie z:

- umową i SIWZ, a także obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi oraz normami,
- zapisami zawartymi w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia mogącego znacząco oddziaływać na środowisko nr OŚ/19-2009 oraz zgodnie z zapisami zawartymi w Raporcie oddziaływania na środowisko przedsięwzięcia pn. ” Europejski Ośrodek Kultury Technicznej i Turystyki Przemysłowej” w Zabrze,
- ustawą Prawo geologiczne i górnicze tekst jednolity Dz.U. z 2005r. Nr228 poz. 1947 z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz.U. z 2002 r. Nr 139 poz. 1169 z późn. zm.

Imię i Nazwisko	Zakres /branża	Specjalność /Nr upoważnienia	Data	Podpis
Mgr inż. Romuald Dilling	Kierownik projektu	2257/93	9.04.2010	
Dr inż. Jan Szymała	Kierownik zespołu	GG-780/0014/09/13279/AS	9.04.2010	