

SPIS TREŚCI

**CZEŚĆ II – Wykonanie zabezpieczeń Jaskini Szachownica I przed niekontrolowanym  
zawalem**

<b>9.</b>	<b>Zakres, kolejność i zasady wykonania prac .....</b>	<b>3</b>
<b>10.</b>	<b>Wykonanie tymczasowej obudowy podporowej.....</b>	<b>6</b>
10.1.	Sala Wejściowa .....	10
10.2.	Sala z Piargami .....	11
10.3.	Sala Złomisk .....	12
10.4.	Sala Przejściowa .....	13
10.5.	Sala Puchacza .....	13
<b>11.</b>	<b>Wykonanie filarów podporowych .....</b>	<b>14</b>
11.1.	Mały Filar .....	15
11.2.	Słup Podporowy w Sali Przejściowej .....	17
11.3.	Filar Sarkofag .....	18
11.4.	Duży Filar .....	21
<b>12.</b>	<b>Zabudowa kotwi iniekcyjnych od strony stropu jaskini .....</b>	<b>23</b>
12.1.	Sala Wejściowa .....	25
12.2.	Sala Przejściowa .....	26
12.3.	Sala Puchacza .....	27
<b>13.</b>	<b>Wykonanie iniekcji z powierzchni (metoda alternatywna).....</b>	<b>28</b>
13.1.	Sala Wejściowa .....	32
13.2.	Sala Przejściowa .....	33
13.3.	Sala Puchacza .....	33
<b>14.</b>	<b>Wykonanie obudowy kotwowej .....</b>	<b>34</b>
14.1.	Sala Wejściowa .....	36
14.2.	Sala z Piargami .....	38
14.3.	Sala Złomisk .....	40
14.4.	Sala Przejściowa .....	41
14.5.	Sala Puchacza .....	43
<b>15.</b>	<b>Kontrola wykonanych zabezpieczeń podczas prowadzonych prac .....</b>	<b>45</b>



15.1.	Kontrola elementów obudowy i sprzętu do iniekcji i kotwienia .....	45
15.2.	Kontrola prawidłowości zabudowy kasztów, odrzwi i kotwi .....	46
15.3.	Kontrola stateczności górotworu .....	47
15.4.	Postępowanie w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości .....	48
<b>16.</b>	<b>Zapotrzebowanie na materiały i wymagania jakościowe .....</b>	<b>48</b>
<b>17.</b>	<b>Sposoby ograniczenia infiltracji wody .....</b>	<b>52</b>
<b>18.</b>	<b>Ogólne warunki wykonania robót i ich organizacja .....</b>	<b>59</b>
18.1.	Podstawa prawna .....	59
18.2.	Zasady prowadzenia i nadzoru robót .....	63
18.3.	Organizacja placu budowy – ogólne założenia .....	66
18.4.	Zasady odbioru robót .....	69
18.5.	Postępowanie w przypadku wystąpienia katastrofy .....	71
<b>19.</b>	<b>Monitoring stateczności stropów i ociosów .....</b>	<b>72</b>
<b>20.</b>	<b>Podsumowanie .....</b>	<b>79</b>
<b>21.</b>	<b>Wykaz materiałów źródłowych .....</b>	<b>84</b>

### SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Wyniki pomiarów skanerem laserowym w postaci chmur punktów-pliki w formacie FLS (płytką CD)
2. Wyniki pomiarów skanerem laserowym kolejnych sal Jaskini Szachownica I w postaci zarejestrowanych chmur punktów z fotorealistyczną wizualizacją – format HTML (płytką CD)
3. Załączniki do rozdziału 10
4. Załączniki do rozdziału 11
5. Załączniki do rozdziału 12
6. Załączniki do rozdziału 13
7. Załączniki do rozdziału 14
8. Załącznik 8
9. Załącznik 9
10. Wersja elektroniczna dokumentacji (płytką CD)

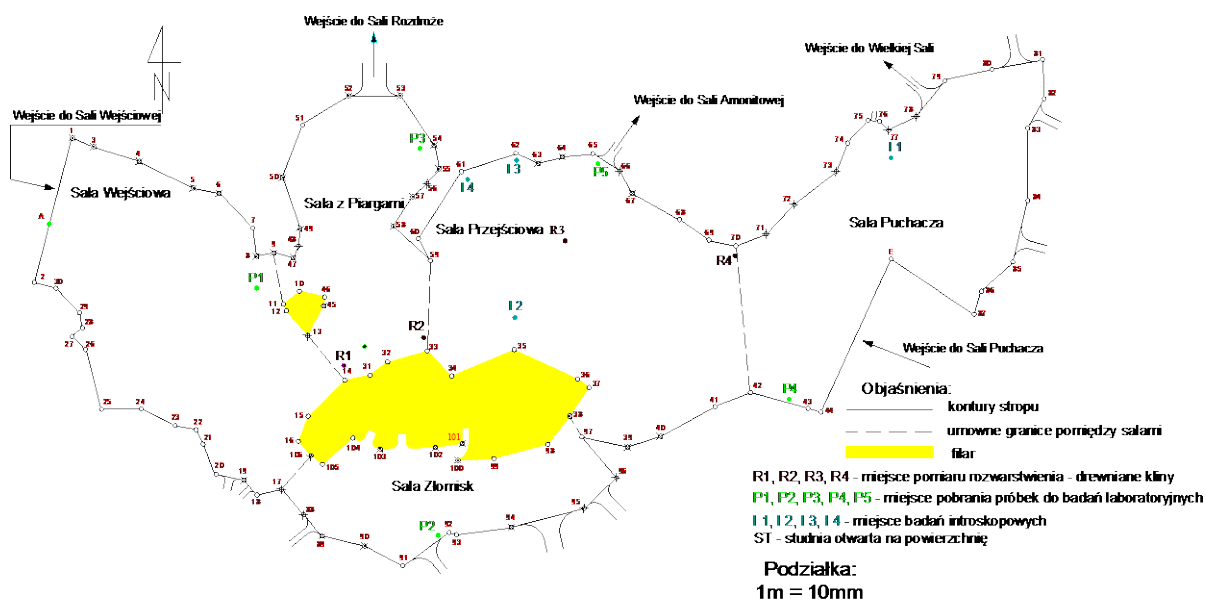


## CZĘŚĆ II – WYKONANIE ZABEZPIECZEŃ JASKINI SZACHOWNICA I PRZED NIEKONTROLOWANYM ZAWAŁEM

### 9. ZAKRES, KOLEJNOŚĆ I ZASADY WYKONANIA PRAC

Prace zabezpieczające w Jaskini Szachownica I będą wykonywane w pięciu salach, a mianowicie (rys.9.1):

1. Sali Wejściowej,
2. Sali z Piargami,
3. Sali Złomisk,
4. Sali Przejściowej,
5. Sali Puchacza.



Rys.9.1. Rozmieszczenie głównego ciągu sal Jaskini Szachownica I



Roboty zabezpieczające wykonywane będą w czterech etapach:

- Etap 1: zabezpieczenie stropów sal jaskini za pomocą tymczasowej obudowy podporowej,
- Etap 2: podparcie stropów w wybranych miejscach za pomocą żelbetowych filarów,
- Etap 3: sklejenie spękanego górotworu poprzez zastosowanie iniekcji ciśnieniowej,
- Etap 4: zabezpieczenie stropów i ociosów za pomocą obudowy kotwowej i kotwowo-ciężkowej.

W oparciu o opinię specjalistów chiropterologów (Ignaczak M., Lesiński G., Postawa T. 2014), wszelkie prace w jaskini należy prowadzić od wschodu do zachodu słońca w terminie od 1 maja do 31 sierpnia. Gdyby ze względów technicznych niemożliwe byłoby prowadzenie prac w tak krótkim okresie, dopuszczalne jest ich przedłużenie o około miesiąc z zastrzeżeniem by we wrześniu na noc pozostawało w głównym ciągu jaskini jak najmniej wielkogabarytowych przeszkód. Zakres prac oraz ramowy harmonogram ich prowadzenia przedstawiono poniżej (tab.9.1.).

**Tabela 9.1.** Zakres prac i ramowy harmonogram zadań związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I

Nr zadania	Tytuł zadania	Sezon I 2015	Sezon II 2016	Uwagi
1.	Przygotowanie placu budowy			
2.	Wykonanie tymczasowej obudowy podporowej			
	2.1. Sala Wejściowa			
	2.2. Sala z Piargami			
	2.3. Sala Złomisk			
	2.4. Sala Przejściowa			
	2.5. Sala Puchacza			
3.	Wykonanie filarów podporowych			
	3.1. Mały Filar			

	3.2. Filar Sarkofag			
	3.3. Słup Podporowy w Sali Przejściowej			
	3.4. Duży Filar			
4.	Zabudowa kotwi iniekcyjnych od strony stropów sal jaskini			
	4.1. Sala Wejściowa			
	4.2. Sala z Piargami			
	4.3. Sala Złomisk			
	4.4. Sala Przejściowa			
	4.5. Sala Puchacza			
5.	Wykonanie obudowy kotwowej			
	5.1. Sala Wejściowa			
	5.2. Sala z Piargami			
	5.3. Sala Złomisk			
	5.4. Sala Przejściowa			
	5.5. Sala Puchacza			
6.	Wykonanie zabezpieczenia ociosów			
7.	Demontaż tymczasowej obudowy podporowej			
7.	Inne prace pomocnicze			
8.	Demontaż tymczasowej obudowy podporowej i likwidacja placu budowy			

Wszystkie prace mające na celu zabezpieczenie Jaskini Szachownica I przed niekontrolowanym zawałem stropu należy wykonywać zgodnie z następującymi ogólnymi zasadami:

1. Prace zabezpieczające powinny być wykonywana przez specjalnie przeszkoloną brygadę<sup>[1]</sup> pod nadzorem osoby dozoru ruchu górniczego<sup>[2]</sup>.
2. Przed przystąpieniem do wykonywania obudowy załoga powinna dokładnie zapoznać się z zaprojektowanym schematem obudowy oraz instrukcją jej wykonywania.

[1]-grupa osób spełniająca wymagania Rozporządzenia Ministra Środowiska z 15.12.2011r w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego (Dz.U. Nr 275, poz.1628) która została przeszkolona przez autorów niniejszej dokumentacji.

[2]-osoby spełniająca wymagania Rozporządzenia Ministra Środowiska z 15.12.2011r w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratow-



nictwa górniczego (Dz.U. Nr 275, poz.1628)

3. Obudowa powinna być tak wykonana, aby był zapewniony jej kontakt z górotworem poprzez oklinowanie lub w inny sposób.
4. Do wykonywania obudowy należy stosować sprzęt i materiały spełniające wymagania zawarte w projekcie technicznym.
5. Obudowę należy wykonywać zgodnie z dokumentacją techniczną zatwierdzoną przez Zespół Autorski i Inwestorski.
6. Wykonawca prac zabezpieczających w Jaskini Szachownica I powinien prowadzić Książkę Raportową prowadzonych robót górniczych ( zał.8).  
Poniżej opisano zakres prac, które należy wykonać w poszczególnych salach oraz przedstawiono szacunkowe zapotrzebowanie i wymagania jakościowe głównych materiałów potrzebnych do wykonania tych prac.

## 10. WYKONANIE TYMCZASOWEJ OBUDOWY PODPOROWEJ

Spośród kilku rozwiązań obudowy podporowej stosowanej w polskim górnictwie do wykonywania tymczasowej obudowy podporowej sal jaskini wytypowano kaszty drewniane z nacinanymi końcówkami (fot.10.1).



Fot.10.1. Sposób montażu kaszty z nacinanymi końcówkami

Powyższe rozwiązanie posiada następujące zalety:

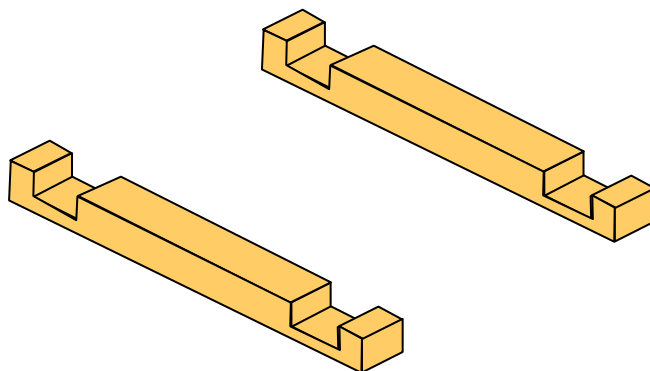
- łatwy transport,
- szybki montaż,
- duża podporność,
- podporność wstępna po zaklinowaniu,
- małe wymiary poprzeczne,
- korzystna cena w przeliczeniu na podporność w stosunku do innych rozwiązań.

Przebieg prac montażowych kasztu można opisać w następujących krokach (Still A., Narbutt J. 2008):

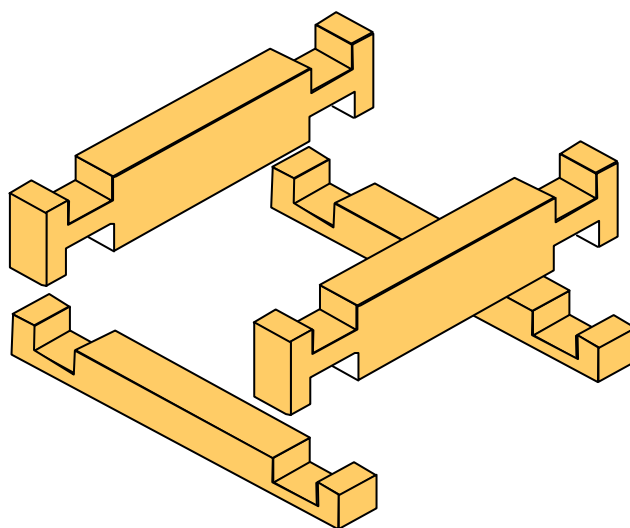
1. Wyznaczyć miejsce zabudowy kasztu zgodnie ze schematem obudowy.
2. Sprawdzić zabezpieczenie stropu przestrzeni roboczej. W przypadku stwierdzenia braku zabezpieczenia stropu w miejscu zabudowy kasztu wykonać obudowę tymczasową.
3. Oczyszczyć spąg wyrobiska w miejscu zabudowy kasztu do uzyskania płaskiej powierzchni.
4. Ułożyć poziomo dwa elementy spągowe kasztu równoległe do wyznaczonej linii budowy kasztów w odpowiedniej odległości od siebie i sprawdzić czy są położone poziomo (rys.10.1.).
5. Zabudować od czterech do pięciu warstw kasztu za pomocą elementów standardowych (rys.10.2.) i następnie sprawdzić czy górna warstwa leży poziomo w kierunku równoległym i prostopadłym do wyznaczonej linii budowy kasztów oraz czy boczne ściany kasztu wznoszą się w linii pionowej. Do sprawdzenia pionowego ułożenia elementów kasztu można użyć poziomicy. Skorygować ewentualne błędy ustawienia.
6. Kontynuować budowę kasztu do osiągnięcia stropu wyrobiska, to jest do wysokości, przy której nie zmieści się kolejna para elementów standardowych kasztu.



7. Sprawdzić pionowość zabudowy kasztu, dokonać ewentualnych korekcji.
8. Na szczycie kasztu ułożyć dwa płaskie elementy stropowe (rys. 10.3.).
9. Jeśli to konieczne, pozostałą przestrzeń między szczytową płaszczyzną kasztu a stropem wypełnić deskami, a następnie zabić kliny drewniane między szczytową powierzchnią kasztu a stropem lub elementami obudowy pod stropem wyrobiska (rys.10.4.).
10. Podczas klinowania kasztu zwrócić uwagę na to, aby powierzchnia kasztu była obciążona możliwie jak najbardziej równomiernie na całej jego górnej i dolnej powierzchni. Unikać punktowego obciążania kasztu, które może powodować jego deformację, uszkodzenia a w konsekwencji utratę podporności.

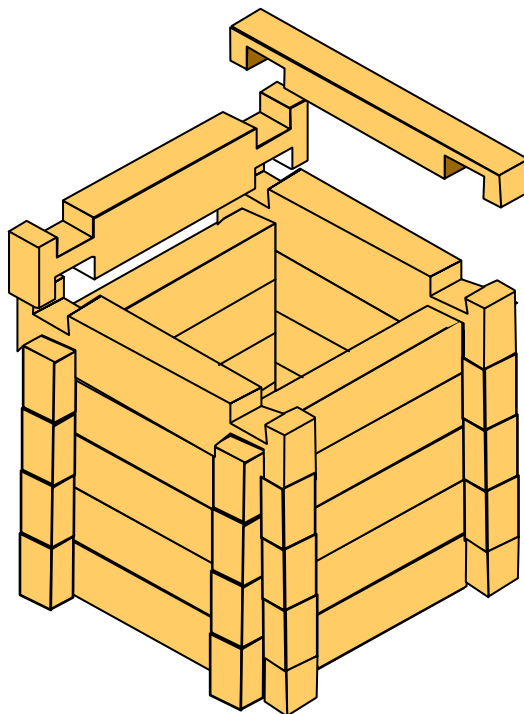


**Rys.10.1.** Krok 1 budowy kasztu – ułożenie pary elementów spągowych (Still A., Narbutt J. 2008)

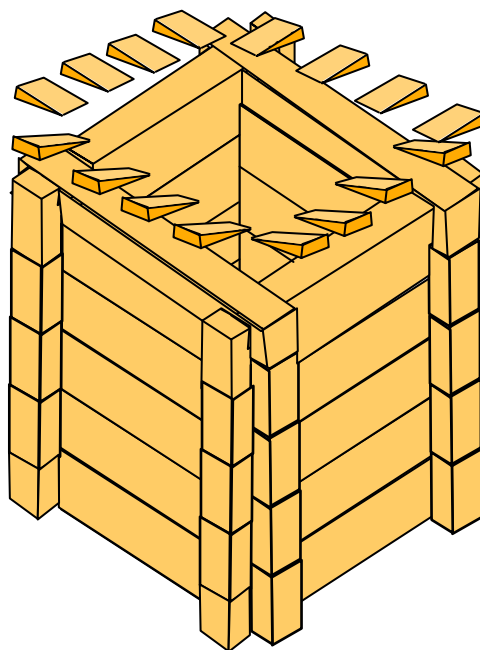




**Rys.10.2.** Krok 2 budowy kasztu – ułożenie naprzemienne kolejnych par elementów standardowych kasztu (Still A., Narbutt J. 2008)



**Rys.10.3.** Krok 3 budowy kasztu – ułożenie pary elementów podstropowych na szczycie kasztu (Still A., Narbutt J. 2008)



**Rys.10.4.** Krok 4 budowy kasztu – Zabicie klinów między stropem i elementami obudowy a podstropową płaszczyznę kasztu (Still A., Narbutt J. 2008)

Do zabudowy kasztów niezbędne będą następujące narzędzia: młot 2 kg, młot 4 kg, poziomica, kilof, łopata. Przy wysokości kasztów powyżej 2,0 m potrzebna będzie drabina lub rusztowanie. W miejscu ich wykonania należy przygotować następujące materiały: standardowe elementy kasztów w ilości proporcjonalnej do wysokości kasztu, elementy spągowe i stropowe o obniżonej wysokości, deski i kliny drewniane.

Przeprowadzone analizy i obliczenia teoretyczne (podrozdział 5.1.) wykazały, że tymczasową obudowę podporową składającą się z kasztów należy wykonać w trzech salach (Wejściowej, Przejściowej i Puchacza). Natomiast w Sali z Piargami i Sali Złomisk należy wykonać zabezpieczenie tymczasowe stropu okładziną siatkową i stropnicami drewnianymi podpartymi stojakami stalowymi.

### 10.1. Sala Wejściowa

W Sali Wejściowej zaprojektowano tymczasowe podparcie stropu za pomocą kasztów budowanych wzdłuż dwóch linii (zał.10.1.-Linia A i Linia B) Linia A przebiega od wejścia przez punkt 1A (reper w spągu) do punktu referencyjnego 1004 (szachownica) naklejonego na ociosie Małego Filara (fot.10.2.).





**Fot.10.2.** Punkt referencyjny 1004 naklejony na ścianie Małego Filara

Linia B biegnie od wejścia przez repery 2B i 3B zastabilizowane w spągu (zał.10.1.) Kaszty należy budować począwszy od wejścia przesuwając się w głąb Sali Wejściowej w odstępach 2,0 m licząc od środka każdego kasztu. Zaleca się, aby budowę kasztów w obydwu liniach prowadzić jednocześnie. Sposób budowy kasztów w rzucie poziomym i pionowym przedstawiono w załącznikach nr 10.2. i 10.3. Wysokość Sali Wejściowej jest zmienna. W przekroju pomiędzy punktami referencyjnymi 1005 a 1002 w miejscu budowy kasztów wynosi ona 3,2 i 3,7 m.

Z przedstawionych analiz i obliczeń wynika, że do podparcia Sali Wejściowej potrzebnych będzie 18 kasztów o wysokości od 2,0 do 4,1 m. W razie zagrożenia życia i zdrowia, strop należy zabezpieczyć dodatkowymi stropnicami i stojakami drewnianymi.

## 10.2. Sala z Piargami

W Sali z Piargami zaprojektowano tymczasowe zabezpieczenie stropu okładziną siatkową i stropnicami drewnianymi podpartymi stojakami stalowymi.



mi. Stropnice długości 4,6 ÷ 6,0 m należy budować w odstępach nie większych niż 1,2 m. Każdą stropnicę należy podeprzeć 4 stojakami stalowymi Valent, rozmieszczonymi symetrycznie wzdłuż stropnicy. Wykonywanie obudowy należy rozpocząć od punktu referencyjnego 1006, przemieszczając się następnie w kierunku punktu referencyjnego 1010. Sposób wykonania obudowy tymczasowej Sali z Piargami w rzucie poziomym i pionowym przedstawiono w załącznikach nr 10.4. i 10.5.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do podparcia Sali z Piargami potrzebnych będzie:

- 7 stropnic drewnianych o długości 4,6 - 6,0 m,
- 60 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej,
- 28 stojaków typu Valent o wysokości 2,5 ÷ 3,5 m.

W razie konieczności strop należy zabezpieczyć dodatkowymi stropnicami i stojakami drewnianymi.

### 10.3. Sala Złomisk

W Sali Złomisk zaprojektowano zabezpieczenie tymczasową obudową podporową w podobny sposób jak w Sali z Piargami. Strop należy zabezpieczyć okładziną siatkową i stropnicami drewnianymi podpartymi stojakami Valent. Stropnice długości 4,0 ÷ 5,0 m należy budować w odstępach nie większych niż 1,4 m. Każdą stropnicę należy podeprzeć 4 stojakami stalowymi Valent, rozmieszczonymi symetrycznie wzdłuż stropnicy. Wykonywanie obudowy należy rozpocząć od punktu referencyjnego 1024, przemieszczając się następnie w kierunku punktu referencyjnego 1027. Sposób wykonania obudowy tymczasowej Sali Złomisk w rzucie poziomym i pionowym przedstawiono w załącznikach nr 10.6. i 10.7. Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do podparcia Sali Złomisk potrzebnych będzie:

- 13 stropnic drewnianych o długości 4,0-5,0 m,
- 100 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej,
- 52 stojaki typu Valent o wysokości 2,5 ÷ 3,5 m.



W razie konieczności strop należy zabezpieczyć dodatkowymi stropnicami i stojakami drewnianymi.

#### 10.4. Sala Przejściowa

W Sali Przejściowej wyznaczono dwie linie wzdłuż których należy budować kaszty (Linia A i Linia B). Linia A przebiega od punktu 11A, przez punkty 16A, C, D do punktu 15A. Linia B biegnie od punktu 12C, 12B do punktu 14B. Kolorem niebieskim oznaczono repery zastabilizowane w spągu. Szczegóły sposób wyznaczania powyższych linii przedstawiono w załączniku 10.8.

W Linii A budowę kasztów należy rozpocząć od punktu 11A przesuając się w kierunku Sali Puchacza. W Linii B budowę kasztów należy rozpocząć od punktu 12C również przesuując się w kierunku Sali Puchacza. Zaleca się, aby budowę kasztów w obydwu liniach prowadzić jednocześnie.

Kaszty należy budować w odstępach 2,0 m licząc od środka każdego kasztu. Sposób budowy kasztów w rzucie poziomym i pionowym przedstawiają załączniki nr 10.9. i 10.10. Wysokość Sali Przejściowej jest zmienna. W przekroju pomiędzy punktami referencyjnymi 1015 a 1014 w miejscu budowy kasztów wynosi ona 2,58 i 3,64 m.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do podparcia Sali Przejściowej potrzebnych będzie 21 kasztów o wysokości od 2,0 do 3,7 m. W razie konieczności strop należy zabezpieczyć dodatkowymi stropnicami i stojakami drewnianymi.

#### 10.5. Sala Puchacza

W Sali Puchacza wyznaczono dwie linie wzdłuż których należy budować kaszty (Linia A i Linia B). Linia A przebiega od punktu 17A do punktu X, następnie zmienia swój kierunek do punktu 1X. Linia B biegnie od punktu Y, załamuje się w punktach 1Y i 2Y i na koniec przecina punkt 4Y. Szczegóły sposób wyznaczania powyższych linii przedstawiono w załączniku 10.11.

W Linii A budowę kasztów należy rozpocząć od punktu 17A przesuując



się w kierunku wyjścia z Sali Puchacza. W Linii B budowę kasztów należy rozpocząć od punktu Y przesuając się w kierunku punktu referencyjnego 1020. Punkty koloru niebieskiego oznaczają repery zastabilizowane w spągu.

Kaszy należy budować w odstępach 2,0 m od środka każdego kasztu licząc. Sposób budowy kasztów w rzucie poziomym i pionowym przedstawiono w załącznikach nr 10.12., 10.13. i 10.14. Wysokość Sali Puchacza jest zmienna. W przekroju pomiędzy punktami referencyjnymi 1015 a 1014 w miejscu budowy kasztów wynosi ona 3,8 i 4,2 m.

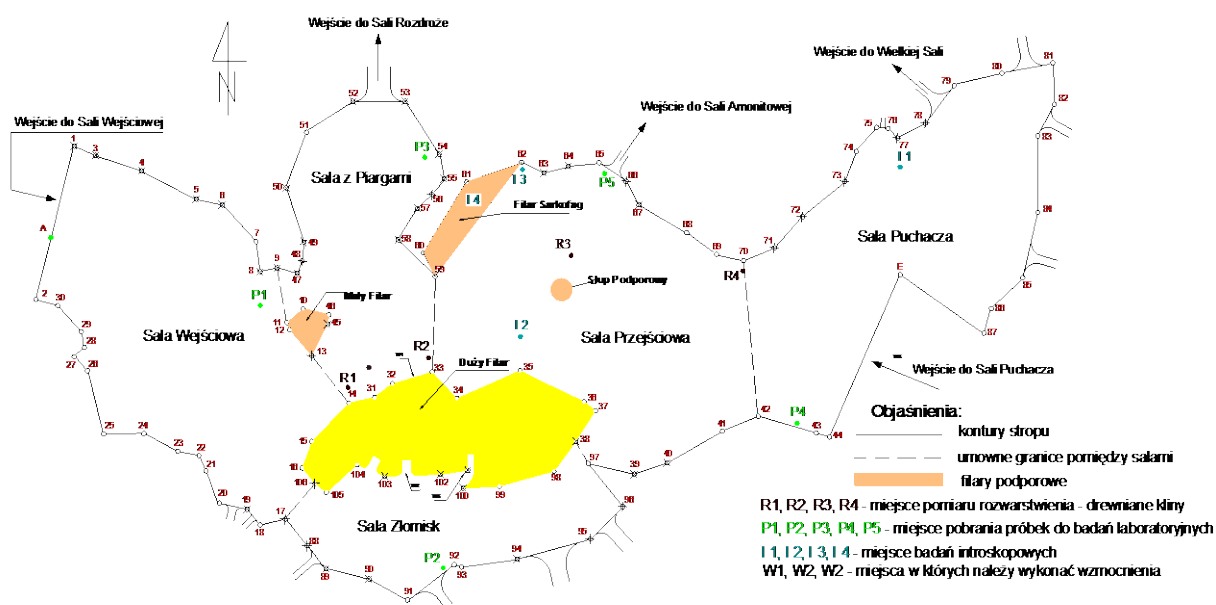
Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do podparcia Sali Puchacza potrzebnych będzie 17 kasztów o wysokości od 2,5 do 4,5 m. W razie konieczności strop można zabezpieczyć dodatkowymi stropnicami i stojakami drewnianymi.

## 11. WYKONANIE FILARÓW PODPOROWYCH

Analiza sposobu zalegania skał stropowych Jaskini Szachownica I oraz obserwowana ich destrukcja skłaniają autorów niniejszej dokumentacji do zaprojektowania podparcia sal jaskini żelbetowymi filarami w miejscach występowania największego zagrożenia zawałem. W trzech miejscach zostaną wykonane: Mały Filar, Słup Podporowy w Sali Przejściowej, Filar Sarkofag na granicy Sali Przejściowej i Sali z Piargami. Ponadto proponuje się wzmocnienie Dużego Filara stojakami stalowymi w 3 miejscach (rys.11.1).

Poniżej przedstawiono sposób wykonania dodatkowego podparcia w wyznaczonych miejscach.





Rys.11.1. Lokalizacja filarów podporowych

## 11.1. Mały Filar

Wzmocnienie Małego Filara zostanie wykonane w ten sposób, że najpierw wokół niego w wyznaczonych miejscach zostaną zabudowane stojaki typu SV25tw a następnie zostanie wykonane zbrojenie. W końcowej fazie całość całość zostanie zabetonowana. Dla realizacji powyższego zadania należy wykonać następujące czynności:

1. Oczyszczyć spąg wokół filara z gruzu i luźnego materiału skalnego. Wszystkie elementy podporowe powinny być posadowione na oczyszczonym spągu.
2. Wyznaczyć położenie punktów F1, F2, F3, F4, które są narożami filara żelbetowego (zał.11.1.).
3. W odległości około 0,5 m punktów F1÷F4 zabudować w każdym narożniku stojak SV25tw o wysokości 2,5÷3,5 m (zał.11.2.)
4. Każdy stojak należy posadowić na betonowej stopie podporowej o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>.

5. Każdy stojak powinien posiadać koronkę przystosowaną do współpracy z elementami drewnianymi obudowy po to, aby można było pomiędzy stropem jaskini a stojakiem umieścić okrągłą podkładkę drewnianą.
6. Pomiedzy stojakami powyżej strzemion, zabudować cztery prostki o profilu V połączone ze stojaki za pomocą strzemion kabłąkowych.
7. W połowie każdej prostki zbudować stojak SV25tw zgodnie z zasadami opisanymi powyżej.
8. Na tak przygotowaną konstrukcję nałożyć od strony zewnętrznej zbrojenie z prętów żebrowanych o oczku 250x250 mm. Pręty poziome powinny mieć średnicę nie mniejszą od 18 mm a pręty pionowe powinny mieć średnicę nie mniejszą niż 24 mm.
9. Całość odeskować i zalać betonem klasy C50/60.
10. Po miesiącu, dla uzyskania naturalnego wyglądu filara należy go omurować odłamkami skał wapiennych znajdujących się w jaskini.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania Małego Filara potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 8 stojaków SV25tw o wysokości 2,5-3,5 m,
- 8 betonowych stóp podporowych o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>,
- 16 m prostek SV25,
- 8 strzemion kabłąkowych,
- 160 m pręta żebrowanego o średnicy 24 mm,
- 160 m pręta żebrowanego o średnicy 18 mm,
- 40 m<sup>2</sup> deskowania,
- około 10 m<sup>3</sup> betonu klasy C50/60,
- 400 kg cementu i 200 kg piasku,
- 40 kg drutu wiązałkowego i gwoździ.





## 11.2. Słup Podporowy w Sali Przejściowej

Słup Podporowy w Sali Przejściowej zaprojektowano w celu podparcia zawisającego stropu. Sposób wyznaczania jego położenia przedstawiono w załączniku 11.3. Będzie się on znajdował w połowie odległości pomiędzy punktami referencyjnymi 1011 a 1013 (zał.11.3.).

Słup Podporowy zaprojektowano w formie graniastosłupa ośmiokątnego wpisanego w okrąg o średnicy 3,0 m (zał.11.4). Dla jego budowy należy wykonać następujące czynności:

1. Oczyszczyć spąg wokół projektowanego miejsca z gruzu i luźnego materiału skalnego wymieszanego z gruntem gliniastym. Wszystkie elementy podporowe powinny być posadowione na oczyszczonym podłożu skalnym.
2. Wyznaczyć położenie punktu SP1, który jest środkiem okręgu o średnicy 3,0 m.
3. Na obwodzie okręgu o średnicy 3,0 m zabudować 8 stojaków SV25tw o wysokości 2,3÷2,9 m (rys.11.4.). W środku okręgu w punkcie SP1 zabudować dziewiąty stojak.
4. Każdy stojak należy posadowić na betonowej stopie podporowej o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>
5. Każdy stojak powinien posiadać koronkę przystosowaną do współpracy z elementami drewnianymi obudowy po to, aby można było pomiędzy stropem jaskini a stojakiem umieścić okrągłą podkładkę drewnianą.
6. Pomiędzy stojakami ponad strzemionami zabudować 8 prostek z profilu V25 połączonych ze stojakami za pomocą strzemion kabłąkowych. Środkowy stojak połączyć prostką z sąsiednimi stojakami zgodnie z rysunkiem (zał.11.4.).
7. Na tak przygotowaną konstrukcję nałożyć od strony zewnętrznej zbrojenie z prętów żebrowanych o oczku 250x250 mm. Pręty poziome powinny mieć średnicę nie mniejszą od 18 mm a pręty pionowe powinny mieć średnicę nie mniejszą niż 24 mm.
8. Całość odeskować i wypełnić betonem klasy C50/60.



9. Po miesiącu, dla uzyskania naturalnego wyglądu filara należy go omurować odłamkami skał wapiennych znajdujących się w jaskini.

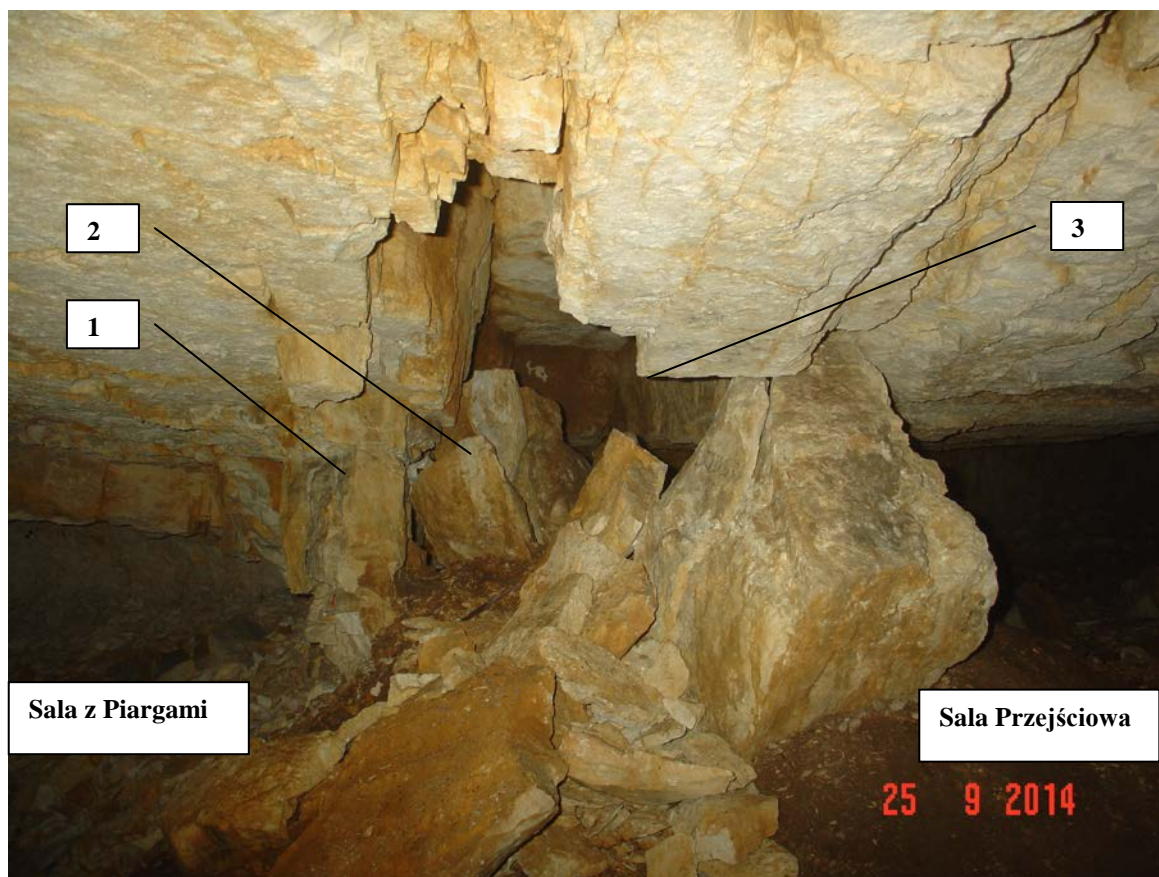
Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania Słupa Podporowego potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 9 stojaków SV25tw o wysokości 2,5-3,5 m,
- 9 betonowych stóp podporowych o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>,
- 12 m prostek SV25 oraz 27 strzemion kabłąkowych,
- 110 m pręta żebrowanego o średnicy 24 mm i 18 mm,
- 27 m<sup>2</sup> deskowania,
- około 15 m<sup>3</sup> betonu klasy C50/60,
- 400 kg cementu i 200 kg piasku,
- 40 kg drutu wiązałkowego i gwoździ.

### 11.3. Filar Sarkofag

Filar Sarkofag zostanie wykonany we wschodniej części Sali Przejściowej na granicy z Salą z Piargami. Obejmował on będzie opadnięte bloki skalne oraz ściankę oddzielającą Salę Przejściową od Sali z Piargami. Jego zadaniem będzie przejście ciężaru zawisającego stropu na dnie synkliny (fot.11.1.).





**Fot.11.1.** Widok miejsca wykonania Filaru Sarkofag

1 - ścianka oddzielająca Salę z Piargami od Sali Przejściowej o grubości 0,5-1,0 m,  
2 - opadnięte bloki skalne, 3 - zawisający strop

Filar Sarkofag zaprojektowano w formie prostopadłościanu, którego najdłuższa ściana ma 14,4 m. Dla jego budowy należy wykonać następujące czynności (zał.11.5.; 11.6.):

1. Oczyszczyć spąg wokół projektowanego miejsca z brył skalnych i gruzu. Wszystkie elementy podporowe powinny być posadowione na oczyszczonym podłożu skalnym.
2. Wyznaczyć położenie punktów 1S, 2S, 3S, 4S i 5S, które wyznaczają obrys filara.
3. W punkcie 1S i 2S zabudować stojaki SV25tw. Po ich rozparciu pomiędzy nimi w połowie odległości, na linii 1S-2S zabudować stojak SV25tw.

4. W następnej kolejności przystąpić do budowy stojaków SV25tw wzdłuż linii 2S-4S oraz 1S-5S w odstępach nie większych niż 3,0 m.
5. Każdy stojak należy posadzić na betonowej stopie podporowej o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>.
6. Każdy stojak powinien posiadać koronkę przystosowaną do współpracy z elementami drewnianymi obudowy po to, aby można było pomiędzy stropem jaskini a stojakiem umieścić okrągłą podkładkę drewnianą.
7. Pomiędzy stojakami na wysokości powyżej strzemion zabudować prostki o długości 2,5÷3,5 m z profilu V25 połączonych ze stojakami za pomocą strzemion kabłąkowych. Prostki powinny być łączone na zakładkę nie mniejszą niż 0,3 m.
8. Na tak przygotowaną konstrukcję nałożyć od strony zewnętrznej zbrojenie z prętów żebrowanych o oczku 250x250 mm. Pręty poziome powinny mieć średnicę nie mniejszą od 18 mm a pręty pionowe powinny mieć średnicę nie mniejszą niż 24 mm.
9. Całość odeskować i wypełnić betonem klasy C50/60.
10. Po miesiącu dla uzyskania naturalnego wyglądu filara należy go omurować odłamkami skał wapiennych znajdujących się w jaskini.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania Filara Sarkofag potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 10 stojaków SV25tw o wysokości 2,5-3,5 m,
- 10 betonowych stóp podporowych o pow. nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>,
- 35 m prostki SV25 oraz 17 strzemion kabłąkowych,
- 220 m pręta żebrowanego o średnicy 24 mm,
- 220 m pręta żebrowanego o średnicy 18 mm,
- 60 m<sup>2</sup> deskowania,
- około 77 m<sup>3</sup> betonu klasy C50/60,
- 800 kg cementu do murowania, 400 kg piasku do murowania,
- 120 kg drutu wiązałkowego i gwoździ.



#### 11.4. Duży Filar

Wzmocnienie Dużego Filara należy wykonać w trzech miejscach oznaczonych na rysunku 11.1 jako W1, W2 i W3. Wnęka W1 znajduje się w Sali z Paragami pomiędzy punktami 32 i 33 w pobliżu punktu referencyjnego 1007 (fot.11.2.). Wnęka W2 znajduje się w Sali Złomisk w pobliżu punktu 102 i punktu referencyjnego 1023 (fot.11.3.). Wnęka W3 znajduje się w Sali Złomisk w pobliżu punktu 1023 (fot.11.3.).

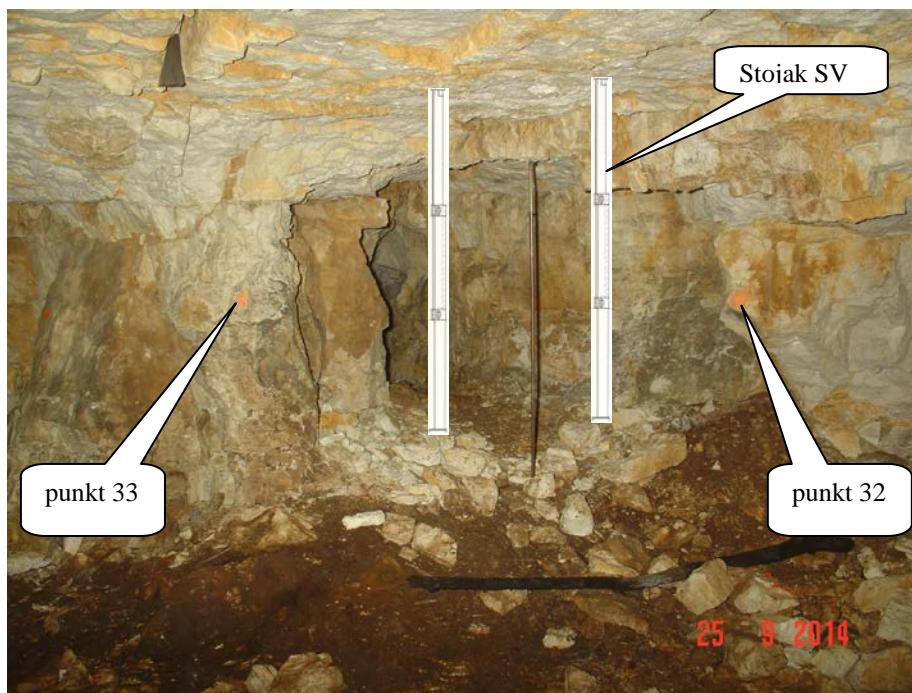
W każdej z tych wnęk należy zbudować, co najmniej jeden stojak SV25tw zgodnie z następującymi zasadami:

1. Oczyszczyć spąg wokół projektowanego miejsca zabudowy stojaka z brył skalnych i gruzu. Wszystkie elementy podporowe powinny być posadzone na oczyszczonym podłożu skalnym.
2. W następnej kolejności zbudować stojak (stojaki) SV25tw w wyznaczonym miejscu.
3. Każdy stojak należy posadzić na betonowej stopie podporowej o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>.
4. Każdy stojak powinien posiadać koronkę przystosowaną do współpracy z elementami drewnianymi obudowy po to, aby można było pomiędzy stropem jaskini a stojakiem umieścić okrągłą podkładkę drewnianą.
5. Po zabudowaniu stojaka (stojaków) wnękę omurować wapieniem znajdującym się w jaskini tak, aby stojak (stojaki) był niewidoczny.

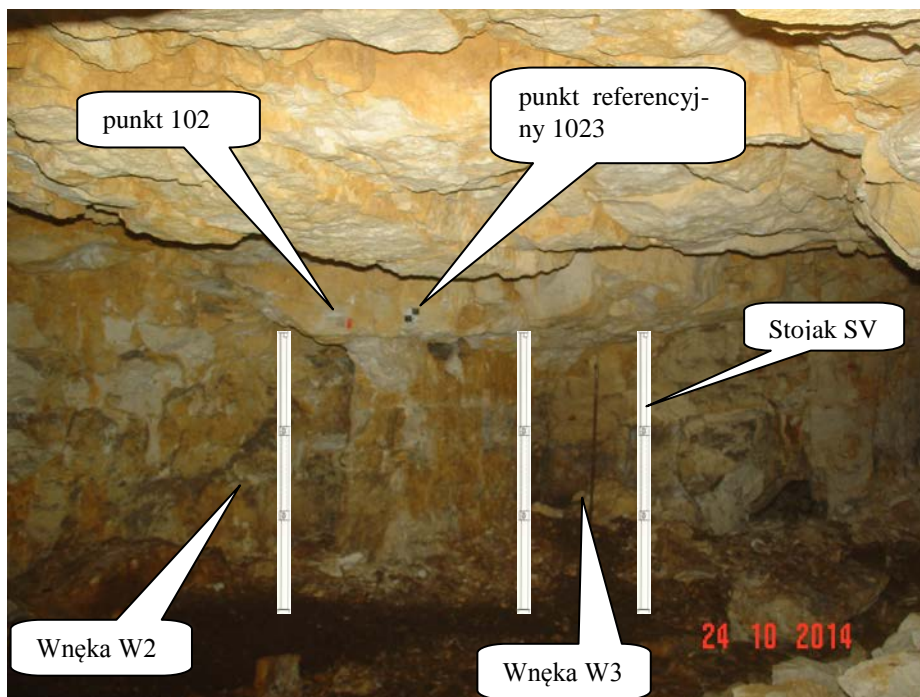
Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnień Dużego Filara potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 5 stojaków SV25tw o wysokości 2,5-3,5 m,
- 5 betonowych stóp podporowych o powierzchni nie mniejszej niż 600 cm<sup>2</sup>,
- 400 kg cementu, 200 kg piasku.





Fot.11.2. Sala z Piargami. Widok miejsca (Wnęka W1) zabudowy 2 stojaków SV25tw



Fot.11.3. Sala Złomisk. Widok miejsca (Wnęka W2, Wnęka W3) zabudowy stojaków SV25tw

## 12. ZABUDOWA KOTWI INIEKCYJNYCH OD STRONY STROPU JASKINI

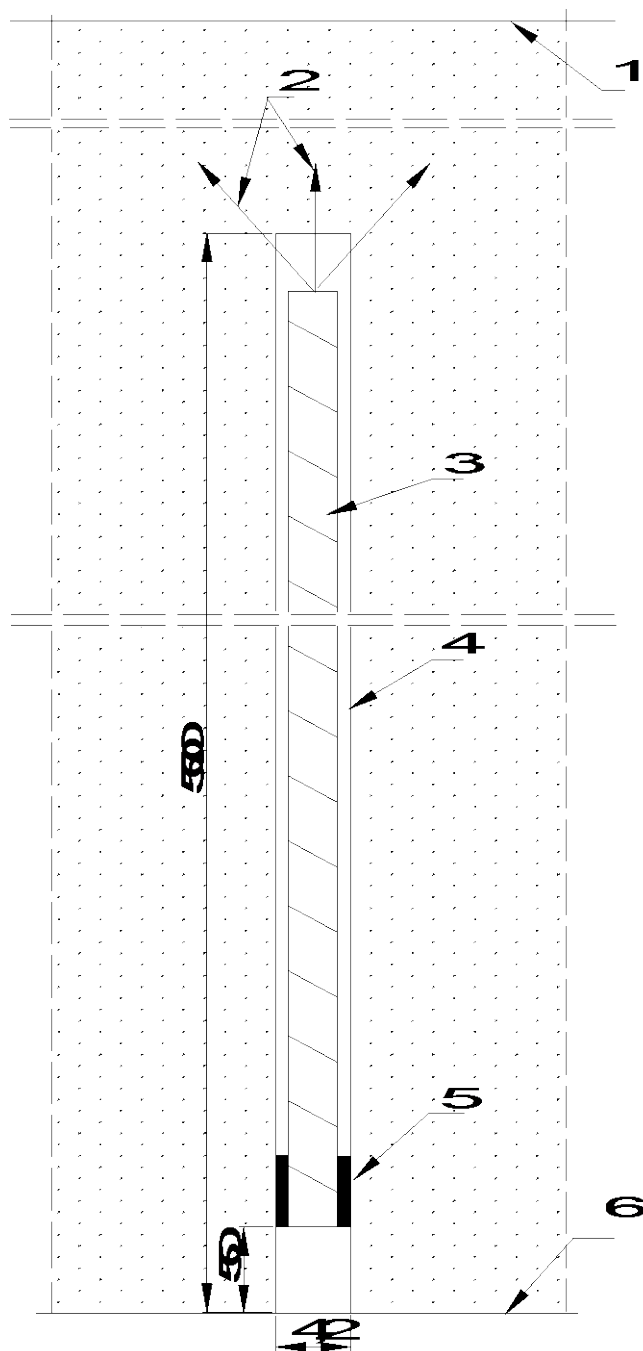
Metoda polega na połączeniu kotwienia z iniekcją. Jej zastosowanie ma na celu sklejenie popękanego górotworu oraz stworzenie swoistego „płaszczka” ochronnego, który ograniczyłby dopływ wody do jaskini. Metoda ta zastosowana będzie w wszystkich salach jaskini będących przedmiotem projektu.

W pierwszej kolejności należy wywiercić w stropach sal jaskini otwory o zaprojektowanej długości. Następnie do tak przygotowanych otworów wkłada się rurową żerdź kotwową wykonaną z tworzywa sztucznego, którą należy uszczelnić przy wlocie do otworu. Na końcu żerdzi podłącza się wąż dla wtłoczenia poprzez żerdź substancji klejącej. Rurowe żerdzie kotwowe (rys.12.1.) należy budować w Sali Wejściowej, Sali Przejściowej i Sali Puchacza. W Sali z Piargami i Sali Złomisk zaprojektowano zabudowanie rurowych kotwów iniekcyjnych wykonanych z tworzywa sztucznego.

Przy zabudowie kotwi i wykonywaniu iniekcji należy przestrzegać następujących zasad:

1. Przy pracach związanych z kotwieniem i iniekcją należy zatrudniać pracowników przeszkolonych w tym zakresie.
2. Wiercenie otworów należy wykonywać ze stanowiska operatora znajdującego się pod zabezpieczonym stropem.
3. Prace przy wierceniu otworów i tłoczeniu kleju mineralno-organicznego należy wykonywać w okularach ochronnych z użyciem rękawic ochronnych.
4. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowiskowej, która powinna zawierać:
  - instrukcję montażu kotwi iniekcyjnych,
  - instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego,
  - instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.





**Rys.12.1.** Schemat zabezpieczenia stropów sal Jaskini Szachownica I za pomocą rurowych żerdzi kotwowych mocowanych od strony stropów jaskini

1-powierzchnia terenu, 2-klej mineralno-organiczny, 3-żerdź kotwy, 4-ścianka otworu iniekcyjnego, 5-środek uszczelniający, 6-strop jaskini



### 12.1. Sala Wejściowa

Przy wykonywaniu iniekcji w stropie Sali Wejściowej należy przestrzegać następujących zasad:

1. Otwory iniekcyjne należy wiercić pionowo w stropie na głębokość 5,0 m zgodnie z schematem ich rozmieszczenia przedstawionym w zał.12.1.
2. Otwory wiercone przy ociosach sali należy odchylić pod kątem 60 stopni do poziomu w kierunku na ocios. Ich głębokość powinna wynosić 5,8 m (zał.12.2.).
3. Żerdzie kotwi o długości 4,5 m umieszczać w otworach w odległości 0,5 m od płaszczyzny stropu.
4. Wiercenie otworów należy rozpocząć w pobliżu Małego Filara w odległości 1,5 m od punktu referencyjnego 1004 (punkt C, zał.12.1.). Kolejne otwory iniekcyjne należy odwiercić na obwodzie rombu w punktach C1, C2, C3, C4, C5, C7, C7 (zał.12.1.)
5. Po ich odwierceniu należy przystąpić do wykonywania iniekcji poprzez żerdź kotwi w pierwszym otworze (punkt C, zał.12.1.). Po zakończeniu iniekcji w pierwszym otworze należy ocenić prawidłowość dobrania odległości pomiędzy otworami. Ocenę tą należy przeprowadzić za pomocą kamery introskopowej poprzez obserwację wycieków kleju na ściankach sąsiednich otworów.
6. W przypadku braku efektów iniekcji należy zmniejszyć zaprojektowaną siatkę otworów.
7. Kolejne czynności należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta kleju.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Wejściowej potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 51 żerdzi kotwowych o długości 4,5 m
- 25 żerdzi kotwowych o długości 5,3 m,



- 17 600 kg kleju.

## 12.2. Sala Przejściowa

Przy wykonywaniu iniekcji w Sali Przejściowej należy przestrzegać następujących zasad:

1. Otwory iniekcyjne należy wiercić pionowo w stropie na głębokość 5,0 m zgodnie ze schematem ich rozmieszczenia przedstawionym w zał.12.3.
2. Otwory wiercone przy ociosach sali należy odchylić pod kątem 60 stopni do poziomu w kierunku na ocios. Ich głębokość powinna wynosić 5,8 m (zał.12.4.).
3. Żerdzie kotwi o długości 4,5 m umieszczać w otworach w odległości 0,5 m od płaszczyzny stropu.
4. Wiercenie otworów należy rozpocząć w pobliżu Filara Sarkofag w odległości około 1,5 m od punktu 12C (punkt A w zał.12.4.). Kolejne otwory iniekcyjne należy odwiercić w punktach A1, A2, A3, A4, A5, A6 (zał.12.1.) w odległości 2,0 m od punktu A.
5. Po ich odwierceniu należy przystąpić do wykonywania iniekcji poprzez żerdź kotwi w pierwszym otworze (punkt A, zał.12.4.). Po zakończeniu iniekcji w pierwszym otworze należy ocenić prawidłowość dobrania odległości pomiędzy otworami. Ocenę tą należy przeprowadzić za pomocą kamery introskopowej poprzez obserwację wycieków kleju na ściankach sąsiednich otworów.
6. W przypadku braku efektów iniekcji należy zmniejszyć zaprojektowaną siatkę otworów.
7. Kolejne czynności należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta kleju.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Przejściowej potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 60 żerdzi kotwowych o długości 4,5 m
- 18 żerdzi kotwowych o długości 5,3 m,



- 17 200 kg kleju.

### 12.3. Sala Puchacza

Przy wykonywaniu iniekcji w stropie Sali Puchacza należy przestrzegać następujących zasad:

1. Otwory iniekcyjne należy wiercić pionowo w stropie na głębokość 5,0 m zgodnie z schematem ich rozmieszczenia przedstawionym w zał.12.5.
2. Otwory wiercone przy ociosach sali należy odchylić pod kątem 60 stopni do poziomu w kierunku na ocios. Ich głębokość powinna wynosić 5,8 m (zał.12.6.; 12.7.).
3. Żerdzie kotwi o długości 4,5 m umieszczać w otworach w odległości 0,5 m od płaszczyzny stropu.
4. Wiercenie otworów należy rozpocząć w odległości około 1,5 m od punktu 17A (punkt B, zał.12.5.). Kolejne otwory iniekcyjne należy odwiercić na obwodzie rombu w punktach B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 (zał.12.5.)
5. Po ich odwierceniu należy przystąpić do wykonywania iniekcji poprzez żerdź kotwi w pierwszym otworze (punkt B, zał.12.5.). Po zakończeniu iniekcji w pierwszym otworze należy ocenić prawidłowość dobrania odległości pomiędzy otworami. Ocenę tą należy przeprowadzić za pomocą kamery introskopowej poprzez obserwację wycieków kleju na ściankach sąsiednich otworów.
6. W przypadku braku efektów iniekcji należy zmniejszyć zaprojektowaną siatkę otworów.
7. Kolejne czynności należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta kleju.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Puchacza potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 64 żerdzi kotwowych o długości 4,5 m,
- 15 żerdzi kotwowych o długości 5,3 m,
- 17 200 kg kleju.



Przedstawioną powyżej ilość materiału, potrzebną do wzmocnienia stropów Sal Wejściowej, Przejściowej i Puchacza **należy traktować jako orientacyjną**, ponieważ dopiero w trakcie wykonywania prac zabezpieczających można będzie zweryfikować przyjęte założenia. Stwierdzona badaniami duża ilość spękań występujących w górotworze stropowym wskazuje na to, że ilość kleju potrzeba do sklejenia górotworu może być większa aniżeli obliczono na podstawie przyjętych założeń.

### 13. WYKONANIE INIEKCJI Z POWIERZCHNI (METODA ALTERNATYWNA)

W proponowanej metodzie zakłada się w pierwszej kolejności wywiercenie otworów od strony stropów sal jaskini o takiej długości, aby osiągnęły powierzchnię terenu. Ich długość jest zmienna i waha się w granicach od 3,4 do 10,0 m. (rys.13.1.)

Następnie do tak przygotowanych otworów **od strony powierzchni terenu** wkłada się rurowe kotwy iniekcyjne o długości mocowania w górotworze 2,5 m wykonane z tworzywa sztucznego. Otwór od strony stropu sal jaskini należy uszczelnić za pomocą spoiwa fenolowo-formaldehydowego na wysokości 0,5 m od powierzchni stropu. Do końca żerdzi podłącza się wąż dla wtłoczenia poprzez żerdź substancji klejącej. (rys.13.2.).

Iniekcję z powierzchni należy zastosować w Sali Wejściowej, Sali Przejściowej i Sali Puchacza. Rozmieszczenie otworów iniekcyjnych jest takie same jak przy zastosowaniu iniekcji od strony stropów sal jaskini (zał.13.1.; 13.2.; 13.3.). Przy zabudowie kotwi i wykonywaniu iniekcji należy przestrzegać następujących zasad:

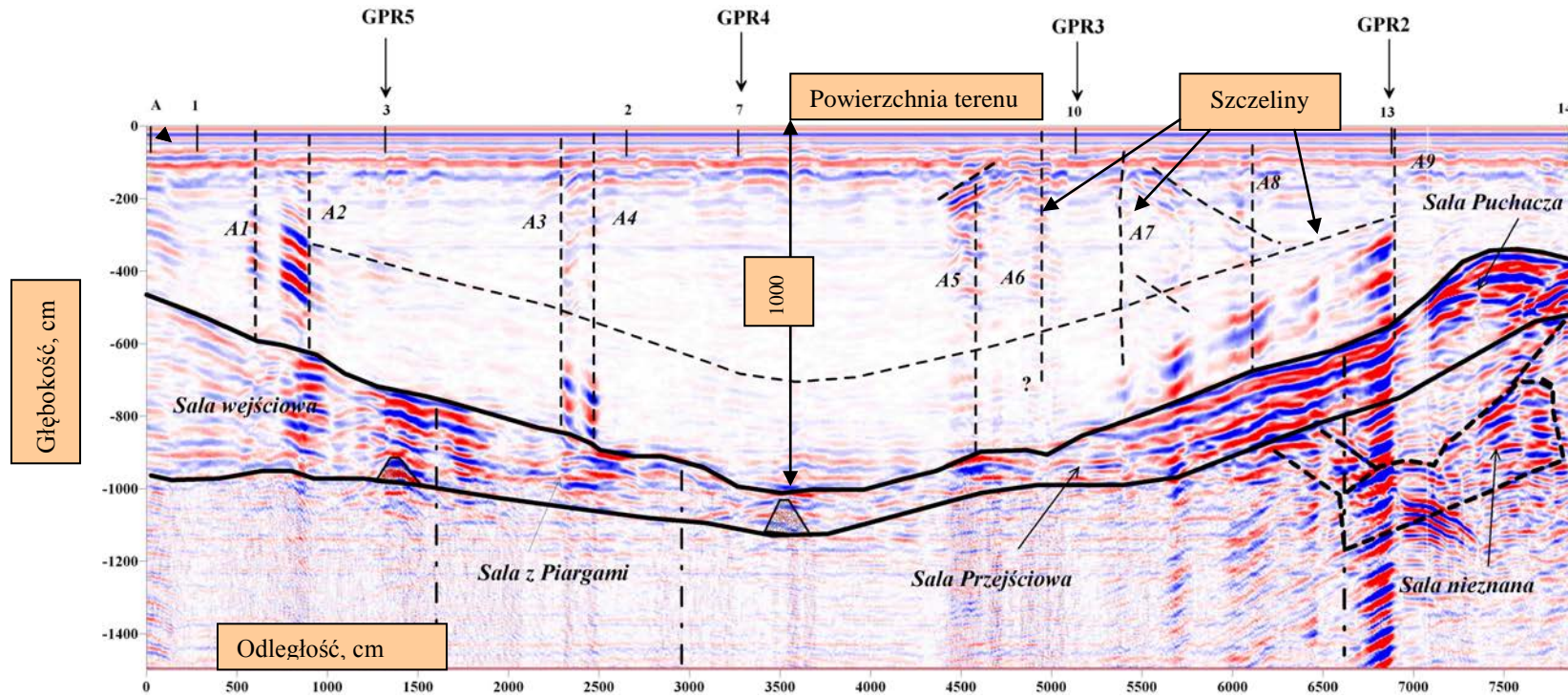
1. Przy pracach związanych z wierceniem i iniekcją należy zatrudniać pracowników przeszkolonych w tym zakresie.
2. Wiercenie otworów należy wykonywać ze stanowiska operatora znajdującego się pod zabezpieczonym stropem.
3. Prace przy wierceniu otworów i tłoczeniu kleju należy wykonywać w oku-



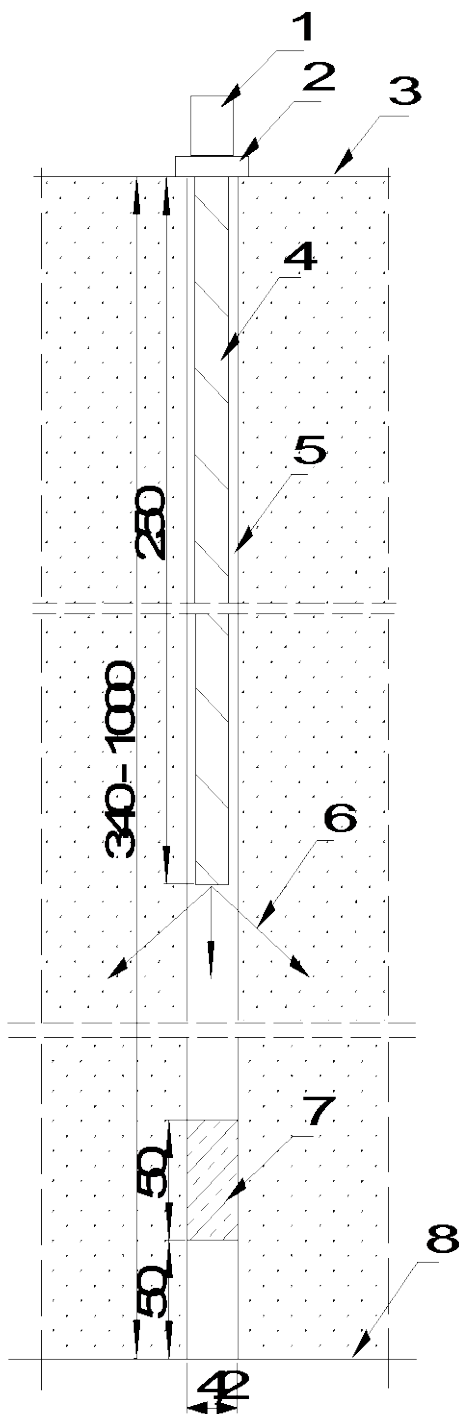
larach ochronnych z użyciem rękawic ochronnych.

4. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowiskowej, która powinna zawierać:
  - instrukcję montażu kotwi iniekcyjnych,
  - instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego
  - instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.
5. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.





**Rys. 13.1.** Wyniki badań miąższości i struktury stropów Jaskini Szachownica I wykonanych za pomocą georadaru –przekrój przez Salę Wejściową, Przejściową i Puchacza



**Rys.13.2.** Schemat zabezpieczenia stropów jaskini za pomocą iniekcji ciśnieniowej z powierzchni

1-nakrętka, 2-podkładka, 3-powierzchnia terenu, 4-żerdź kotwy, 5-ścianka otworu iniekcyjnego, 6-klej mineralno-organiczny, 7-środek uszczelniający, 8-strop jaskini

### 13.1. Sala Wejściowa

Przy wykonywaniu iniekcji w Sali Wejściowej należy przestrzegać następujących zasad:

1. Otwory iniekcyjne należy wiercić pionowo w stropie aż do momentu przewiercenia na powierzchnię. Ich rozmieszczenie przedstawiono w załączniku 13.1.
2. Wiercenie otworów należy rozpocząć w pobliżu Małego Filara w odległości 1,5 m od punktu referencyjnego 1004 (punkt C w załączniku 13.1.). Wiercić do momentu aż otwór zostanie przewiercony do powierzchni. Drugi otwór iniekcyjny należy odwiercić w odległości 2,0 m, przewiercić do powierzchni.
3. Po wywierceniu pierwszych dwóch otworów do pierwszego otworu włożyć rurową żerdź kotwową z tworzywa o długości 2,5 m i wykonać iniekcję. Po zestaleniu kleju na wystającą żerdź zabudować podkładkę i nakrętkę.
4. Po wykonaniu iniekcji w pierwszym otworze ocenić prawidłowość dobrania odległości pomiędzy otworami. Ocenę tą można dokonać za pomocą kamery introskopowej poprzez oglądanie ściany sąsiedniego otworu.
5. W przypadku braku efektów iniekcji należy zmniejszyć zaprojektowaną siatkę otworów iniekcyjnych.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Wejściowej potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 76 rurowych kotwi iniekcyjnych o długości 2,5 m,
- 32 800 kg kleju.





### 13.2. Sala Przejściowa

Przy wykonywaniu iniekcji w Sali Przejściowej należy przestrzegać następujących zasad:

1. Otwory iniekcyjne należy wiercić pionowo w stropie aż do momentu przewiercenia na powierzchnię. Ich rozmieszczenie przedstawiono w załączniku 13.2.
2. Wiercenie otworów należy rozpocząć w pobliżu Filara Sarkofag w odległości około 1,5 m od punktu punkt 12C (punkt A, zał.13.2.) i prowadzić wiercenie aż do powierzchni. Drugi otwór iniekcyjny należy odwiercić w odległości 2,0 m też aż do powierzchni.
3. Po wywierceniu pierwszych dwóch otworów do pierwszego otworu włożyć rurową żerdź kotwową z tworzywa o długości 2,5 m i wykonać iniekcję. Po zestaleniu kleju na wystającą żerdź założyć podkładkę i nakrętkę.
4. Po wykonaniu iniekcji w pierwszym otworze ocenić prawidłowość dobrania odległości pomiędzy otworami. Ocenę tą można dokonać za pomocą kamery introskopowej poprzez oglądanie ściany sąsiedniego otworu.
5. W przypadku braku efektów iniekcji należy zmniejszyć zaprojektowaną siatkę otworów iniekcyjnych.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Przejściowej potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 78 rurowych kotwi iniekcyjnych o długości 2,5 m,
- 32 600 kg kleju.

### 13.3. Sala Puchacza

Przy wykonywaniu iniekcji w Sali Puchacza należy przestrzegać następujących zasad:

1. Otwory iniekcyjne należy wiercić pionowo w stropie aż do momentu przewiercenia na powierzchnię. Ich rozmieszczenie przedstawiono w za-



łączniku 13.3.

2. Wiercenie otworów należy rozpocząć w odległości około 1,5 m od punktu 17A (punkt B w załączniku 13.3.) przewiercając go na powierzchnię. Drugi otwór iniekcyjny należy odwiercić w odległości 2,0 m.
3. Po wywierceniu pierwszych dwóch otworów do pierwszego otworu włożyć rurową kotew iniekcyjną z tworzywa o długości 2,5 m i wykonać iniekcję. Po zestaleniu kleju na wystającą żerdź zabudować podkładkę i nakrętkę.
4. Po wykonaniu iniekcji w pierwszym otworze ocenić prawidłowość dobrania odległości pomiędzy otworami. Ocenę tą można dokonać za pomocą kamery introskopowej poprzez oglądanie ścianek sąsiedniego otworu.
5. W przypadku braku efektów iniekcji należy zmniejszyć zaprojektowaną siatkę otworów iniekcyjnych.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Puchacza potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 79 rurowych kotwi iniekcyjnych o długości 2,5 m,
- 33 000 kg kleju.

#### 14. WYKONANIE OBUDOWY KOTWOWEJ

Kotwienie powinno być wykonywane przez specjalnie przeszkoloną brygadę pod nadzorem osoby dozoru ruchu górniczego. Przed przystąpieniem do wykonywania kotwienia załoga powinna dokładnie zapoznać się z zaprojektowanym schematem kotwienia oraz instrukcją wykonywania obudowy kotwowej.

Otwory kotwowe należy wiercić zgodnie ze schematem kotwienia. Długość otworu powinna być nie mniejsza od długości kotwi, pomniejszona o długość przewidzianą do pozostawienia na zewnątrz otworu. Średnicę otworów kotwowych należy dobierać w zależności od typu kotwi oraz rodzaju sprzętu do osadzania kotwi w otworach.

Po odwierceniu otworu na całą długość należy go dokładnie wyczyścić ze



zwiercin, po czym do otworu wkłada się żerdź kotwową i wykonuje iniekcję. Po dostatecznym stwardnieniu substancji klejowej na wystający z otworu koniec żerdzi kotwowej nakłada się podkładkę i nakrętkę.

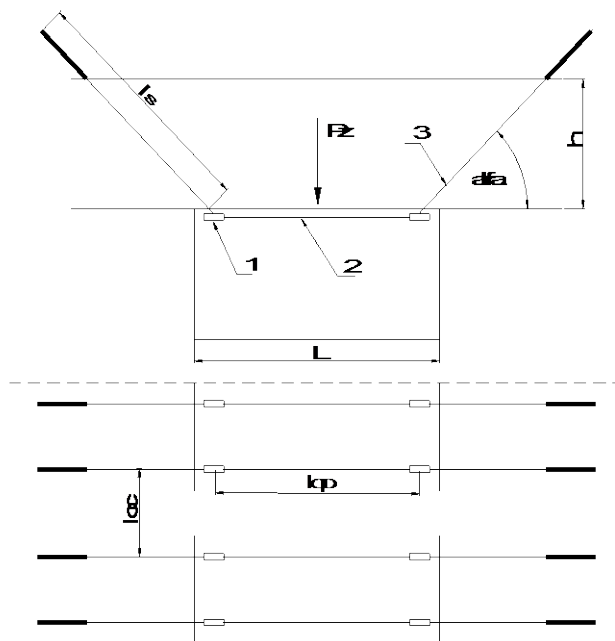
Przy zabudowie kotwi należy unikać zetknięcia się substancji klejącej ze skórą rąk oraz bezwzględnie chronić oczy. W przypadku zanieczyszczenia oka substancją klejącą, oko należy przemyć zgodnie z zaleceniem producenta kleju. Dalszą obserwację i ewentualne leczenie powinien prowadzić lekarz. Wszystkie czynności związane z kotwieniem, należy wykonywać przy użyciu rękawic i okularów ochronnych.

W Sali Wejściowej, Przejściowej i Puchacza zaprojektowana została obudowa kotwowo-ciężnowa według schematu przedstawionego na rysunku 14.1.

W Sali z Piargami i Złomisk zaprojektowano samodzielną obudowę kotwową z zastosowaniem okładziny siatkowej i rurowych kotwi iniekcyjnych. Wzmocnienie wybranych ociosów w poszczególnych salach jaskini zostanie wykonane za pomocą okładziny siatkowej i rurowych kotwi iniekcyjnych.

Poniżej przedstawiono szczegółowe zasady wykonywania obudowy w poszczególnych salach.





**Rys.14.1.** Schemat obudowy kotwowo-ciężnowej

1-podkładka, 2-ciężno (lina), 3- rurowa kotew iniekcyjna  
 $l_s$  – długość kotwi w górotworze,  $l_{op}$  – długość cięgna,  
 $loc$  – rozstaw pomiędzy zestawami obudowy,  $\alpha$  – kąt nachylenia kotwi

### 14.1. Sala Wejściowa

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania obudowy stropu w Sali Wejściowej (zał.14.1.; zał.14.2.):

1. Zabezpieczenie stropu jaskini stanowić będą cięgna o długości  $l_{op} = 4,0$  m łączące kotwy stropowe o długości mocowania w górotworze  $l_s = 6,9$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 7,0 m.
2. Zabudowę zestawów obudowy należy rozpocząć w odległości 1,5 m od punktu 1A przesuwając się w głąb jaskini. Cięgna powinny być budowane

prostopadle do Linii A w której zabudowane są kaszty. Druga linia zestawów obudowy powinna być przesunięta o 1,0 m od pierwszej a cięgna powinny być równoległe do cięgien zabudowanych prostopadle do Linii A (zał.14.1.).

3. Odstęp pomiędzy zestawami obudowy nie powinien być większy od  $l_{oc} = 2,0$  m.
4. Nachylenie kotew do poziomu powinno wynosić  $\alpha = 45^{\circ}$ .
5. Do mocowania w stropie Sali Wejściowej zestawów obudowy należy stosować stalowe rurowe kotwy iniekcyjne odporne na korozję.
6. Technologia zabudowy zestawu obudowy kotwowo-cięgnowej składającej się z pary kotwi stropowych, podkładek i cięgna łączącego powinna być zgodna z instrukcją stanowiskową opracowaną przez wykonawcę.

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania wzmocnienia ociosu w Sali Wejściowej (zał.14.1., zał.14.2.):

1. Wzmocnić należy cały północny ocios od wejścia aż do Sali z Piargami.
2. Wzmocnienia ociosu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego o długości mocowania w górotworze,  $l_{oc} = 2,0$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 2,1 m.
3. Odstęp pomiędzy kotwami wzdłuż ociosu nie powinien być większy od 0,9 m.
4. Kotwy ociosowe należy budować prostopadle do powierzchni ociosu. W jednym rzędzie należy budować 2 kotwy oddalone od siebie o 1,0 m. Górną kotwę należy budować pod kątem  $60^{\circ}$  do poziomu (zał.14.2.).
5. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowiskowej, która powinna zawierać:
  - instrukcję montażu rurowych kotwi iniekcyjnych,



- instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego,
  - instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.
6. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Wejściowej za pomocą kotwienia potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 17 zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej,
- 20 rurowych kotwi iniekcyjnych o długości całkowitej 2,1 m,
- 2400 kg kleju oraz 50 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej.

#### 14.2. Sala z Piargami

Przeprowadzone obliczenia projektowe i dokonane analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania obudowy stropu w Sali z Piargami (zał.14.3., zał.14.4.):

1. Zabezpieczenie stropu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe kotwy iniekcyjne wykonane z tworzywa sztucznego o długości  $l_s = 3,6$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 3,7 m.
2. Kotwy stropowe należy budować pomiędzy odrzwiami uprzednio wykonanej tymczasowej obudowy podporowej.
3. Odstęp pomiędzy rzędami obudowy nie powinien być większy od 1,2 m. W jednym rzędzie powinno się znajdować 5 kotew oddalonych od siebie o 1,2 m.
4. Pierwszy rząd kotwi należy budować od punktu referencyjnego 1008 przesuwając się stopniowo w głąb Sali z Piargami aż do punktu referencyjnego 1010.
5. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowi-



skowej, która powinna zawierać:

- instrukcję montażu rurowych kotwi iniekcyjnych,
- instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego,
- instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.

6. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania wzmocnienia ociosu w Sali z Piargami (zał.14.3., zał.14.4.):

1. Zabezpieczyć należy wschodni ocios sali od punktu referencyjnego 1006 do 1010.
2. Zabezpieczenie ociosu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe kotwy iniekcyjne wykonane z tworzywa sztucznego o długości nie mniejszej niż  $l_0 = 1,9$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 2,0 m.
3. Odstęp pomiędzy kotwami wzdłuż ociosu nie powinien być większy od  $d_{0u} = 1,0$  m.
4. W jednym rzędzie należy budować 2 kotwy oddalone od siebie o 1,0 m. Górną kotwę należy budować pod kątem  $60^{\circ}$  do poziomu.
5. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali z Piargami za pomocą kotwienia potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 30 rurowych kotwi iniekcyjnych z podkładkami i nakrętkami wykonanymi z tworzywa sztucznego długości całkowitej 3,7 m,
- 9 rurowych kotwi iniekcyjnych wykonanych z tworzywa sztucznego z



podkładkami i nakrętkami o długości całkowitej 2,0 m,

- 4000 kg kleju oraz 60 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej.

### 14.3. Sala Złomisk

Przeprowadzone obliczenia projektowe i dokonane analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania obudowy stropu w Sali z Piargami (zał.14.5., zał.14.6.):

1. Zabezpieczenie stropu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe kotwy iniekcyjne wykonane z tworzywa sztucznego o długości  $l_s = 3,0$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 3,1 m.
2. Kotwy należy budować pomiędzy odrzwiami uprzednio wykonanej tymczasowej obudowy podporowej.
3. Odstęp pomiędzy rzędami obudowy nie powinien być większy od 1,4 m. W jednym rzędzie powinny się znajdować 4 kotwy oddalone od siebie o 1,5 m.
4. Pierwszy rząd kotew należy budować od punktu referencyjnego 1024 przesuwając się stopniowo w głąb Sali Złomisk do punktu referencyjnego 1027.
5. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowiskowej, która powinna zawierać:
  - instrukcję montażu rurowych kotwi iniekcyjnych,
  - instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego,
  - instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.
6. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania zabezpieczenia ociosów w Sali Złomisk (zał.14.5., zał.14.6.):





1. Zabezpieczyć należy cały południowy ocios sali.
2. Zabezpieczenie ociosu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego o długości nie mniejszej niż  $l_0 = 2,0$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 2,1 m.
3. Odstęp pomiędzy kotwami wzdłuż ociosu nie powinien być większy od  $d_{ou} = 1,0$  m.
4. W jednym rzędzie należy budować 2 kotwy oddalone od siebie o 1,0 m. Górną kotwę należy budować pod kątem  $60^0$  do poziomu.
5. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Złomisk za pomocą kotwienia potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 52 rurowe kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego o długości całkowitej 3,1 m,
- 16 rurowych kotwi iniekcyjnych z tworzywa sztucznego o długości całkowitej 2,1 m,
- 8200 kg kleju,
- 100 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej.

#### 14.4. Sala Przejściowa

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania obudowy stropu w Sali Przejściowej (zał.14.7., zał.14.8.):

1. Zabezpieczenie stropu jaskini stanowić będą cięgna o długości  $l_{op} = 4,0$  m łączące kotwy stropowe o długości mocowania w górotworze  $l_s = 5,2$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do



mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 5,3 m.

2. Zestawy obudowy należy montować prostopadle do linii kasztów (Linia A, Linia B) zaczynając od punktu 11A w Linii A i 12B w Linii B, przesuwa-  
jąc się w kierunku Sali Puchacza.
3. Odstęp pomiędzy zestawami obudowy nie powinien być większy od  $l_{oc} = 2,0$  m.
4. Nachylenie kotew do poziomu powinno wynosić  $\alpha = 45^{\circ}$ .
5. Do mocowania w stropie Sali Przejściowej zestawów obudowy należy sto-  
sować stalowe iniekcyjne kotwy rurowe odporne na korozję.
6. Technologia zabudowy zestawu obudowy kotwowo-ciężnowej składającej  
się z pary kotwi stropowych, podkładek i ciężna łączącego powinna być  
zgodna z instrukcją stanowiskową opracowaną przez wykonawcę.

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia nastę-  
pujących zasad wykonania wzmocnienia ociosu w Sali Przejściowej (zał.14.7.,  
zał.14.8.):

1. Wzmocnić należy cały północny ocios sali.
2. Wzmocnienia ociosu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe  
kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego o długości  $l_{oc} = 2,0$  m. Biorąc pod  
uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania  
podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza  
niż 2,1 m.
3. Odstęp pomiędzy kotwami wzdłuż ociosu nie powinien być większy od 1,3  
m.
4. Kotwy ociosowe należy budować prostopadle do płaszczyzny ociosu. W  
jednym rzędzie należy budować 2 kotwy oddalone od siebie o 1,0 m. Gór-  
ną kotew należy budować pod kątem  $60^{\circ}$  do poziomu.
5. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowi-  
skowej, która powinna zawierać:



- instrukcję montażu rurowych kotwi iniekcyjnych,
  - instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego,
  - instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.
6. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Sali Wejściowej za pomocą kotwienia potrzebna będzie następująca ilość materiałów:

- 20 zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej,
- 13 rurowych kotwi iniekcyjnych o długości 2,1 m,
- 3300 kg kleju oraz 30 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej.

#### 14.5. Sala Puchacza

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania obudowy stropu w Sali Przejściowej (zał.14.9., zał.14.10.,zał.14.11.):

1. Zabezpieczenie stropu jaskini stanowić będą ciężna o długości  $l_{op} = 4,0$  m łączące kotwy stropowe o długości mocowania w górotworze  $l_s = 5,2$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 5,3 m.
2. Zestawy obudowy należy montować prostopadle do linii kasztów (Linia A, Linia B) zaczynając od punktu zlokalizowanego w odległości 1,5 m od punktu 17A w Linii A i 1,0 m od punktu Y w Linii B, przesuając się w kierunku punktu referencyjnego 1020.
3. Odstęp pomiędzy zestawami obudowy nie powinien być większy od  $l_{oc} = 2,0$  m.
4. Nachylenie kotew do poziomu powinno wynosić  $\alpha = 45^{\circ}$ .
5. Do mocowania w stropie Sali Puchacza zestawów obudowy należy stoso-



wać stalowe rurowe kotwy iniekcyjne odporne na korozję.

6. Technologia zabudowy zestawu obudowy kotwowo-ciężnowej składającej się z pary kotwi stropowych, podkładek i ciężna łączącego powinna być zgodna z instrukcją stanowiskową opracowaną przez wykonawcę.

Przeprowadzone obliczenia i analizy upoważniają do przedstawienia następujących zasad wykonania wzmocnienia ociosu w Sali Puchacza (zał.14.9., zał.14.10., zał.14.11.):

1. Wzmocnić należy północny ocios sali od punktu referencyjnego 1022 do 1021.
2. Wzmocnienia ociosu jaskini stanowić będzie okładzina siatkowa i rurowe kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego o długości  $l_0 = 2,0$  m. Biorąc pod uwagę konieczność pozostawienia części długości kotwy do mocowania podkładki i nakrętki całkowita długość kotwy nie powinna być mniejsza niż 2,1 m.
3. Odstęp pomiędzy kotwami wzdłuż ociosu nie powinien być większy od 1,1 m.
4. Kotwy ociosowe należy budować prostopadle do płaszczyzny ociosu. W jednym rzędzie należy budować 2 kotwy oddalone od siebie o 1,0 m. Górną kotew należy budować pod kątem  $60^{\circ}$  do poziomu.
5. Wykonawca robót jest zobowiązany do opracowania instrukcji stanowiskowej, która powinna zawierać:
  - instrukcję montażu rurowych kotwi iniekcyjnych,
  - instrukcję stosowania kleju mineralno-organicznego,
  - instrukcję obsługi zastosowanej pompy tłoczącej.
6. Wykonawca jest zobowiązany do kontroli przebiegu iniekcji za pomocą kamery introskopowej.

Z przeprowadzonych analiz i obliczeń wynika, że do wykonania wzmocnienia Puchacza za pomocą kotwienia potrzebna będzie następująca ilość mate-



riałów:

- 17 zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej,
- 12 rurowych kotwi iniekcyjnych z podkładkami i nakrętkami o długości 2,1 m,
- 4600 kg kleju,
- 30 m<sup>2</sup> okładziny siatkowej.

## 15. KONTROLA WYKONANYCH ZABEZPIECZEŃ PODCZAS PPROWADZENIA PRAC

Na kontrolę wykonywanych zabezpieczeń stropów i ociosów składają się następujące czynności:

- kontrola elementów obudowy,
- kontrola sprzętu do iniekcji i kotwienia,
- kontrola prawidłowości montażu obudowy podporowej i kotwowej,
- kontrola stateczności wyrobiska.

### 15.1. Kontrola elementów obudowy i sprzętu do iniekcji i kotwienia

Kontrola elementów obudowy i sprzętu do iniekcji i kotwienia wchodzi w zakres czynności i obowiązków które spoczywają na osobach odpowiedzialnych za wykonywanie i kontrolę obudowy. Obowiązki pracowników wykonujących zabezpieczenia Jaskini Szachownica przed niekontrolowanym zawałem są następujące:

1. Sprawdzenie zgodności parametrów obudowy z wymaganiami projektu.
2. Zabudowanie kasztów obudowy tymczasowej zgodnie z projektem.
3. Zabudowanie tymczasowej obudowy podporowej zgodnie z projektem.
4. Sprawdzenie działania sprzętu do iniekcji i kotwienia.
5. Kontrola wizualna wyrobiska w trakcie dojścia do miejsca pracy.
6. Obrywka zawisających skał.
7. Rozmieszczanie otworów do iniekcji i kotwienia zgodnie z projektem.



8. Zachowanie długości, średnicy, kąta nachylenia i czystości otworów do iniekcji i kotwienia.
9. Sprawdzanie substancji klejowych w zakresie terminów przydatności.
10. Sprawdzanie żerdzi kotwi w zakresie ich rodzaju, średnicy, długości, posiadania cech dopuszczenia oraz odrzucenie kotwi uszkodzonych w trakcie transportu (np. wygiętych, oblepionych błotem, z uszkodzonym gwintem).
11. Prawidłowe wypełnianie otworów iniekcyjnych.
12. Prawidłowe zabudowanie żerdzi kotwi.
13. Zabudowa opinki stropu oraz ociosów.

W trakcie wykonywania zabezpieczeń, kontrole powyższe powinny być prowadzone codziennie przez osoby dozoru Wykonawcy.

#### **15.2. Kontrola prawidłowości zabudowy kasztów, odrzwi i kotwi**

Pod pojęciem kontroli prawidłowości zabudowy kasztów, odrzwi i kotwi rozumie się sprawdzanie następujących elementów:

1. kaszty (posadowienie na oczyszczonym spągu, oklinowanie przy stropie, pionowość, rozmieszczenie),
2. odrzwia obudowy (zabudowa stojaków, połączenie ze stropnicą, rozparcie),
3. okładziny siatkowe (przyleganie do stropu i ociosów, odpowiedni naciąg),
4. przyleganie podkładek kotwi do górotworu,
5. rozmieszczenie kotwi zgodnie z projektem,
6. prawidłowość wklejenia kotwi,
7. prawidłowość zabudowy kotwi.

W trakcie wykonywania zabezpieczeń, kontrole powyższe powinny być prowadzone codziennie przez osoby dozoru Wykonawcy.

Prawidłowość wklejenia kontroluje Wykonawca robót za pomocą kamery introskopowej. Dla oceny jakości iniekcji każdy otwór przed dokonaniem iniekcji winien być sprawdzony kamerą introskopową na etapie ustalania parametrów procesu iniekcji. Po jego stabilizacji częstość kontroli kamerą introskopową może być zmniejszona.



Kontrola prawidłowości zabudowy kotwi sprowadza się do pomiaru nośności kotwi. Badania nośności kotwi wykonuje Wykonawca robót na losowo wybranych kotwach zgodnie z PN-G-15092:1999. Kotwie górnicze. Badania. W każdej sali należy wykonać badania nośności kotwi na co najmniej 5 kotwach.

### 15.3. Kontrola stateczności górotworu

Stateczność górotworu sal Jaskini Szachownica I winna być kontrolowana na bieżąco w trakcie wykonywania prac zabezpieczających przez dozór górniczy oraz okresowo w wybranych miejscach przez osoby wyznaczone przez Inwestora do nadzorowania realizacji projektu. Kontrola bieżąca sal jaskini oparta będzie jest na wizualnej obserwacji stanu utrzymania stropu i ociosów.

Kontrola okresowa prowadzona będzie w ramach monitoringu stateczności stropów i ociosów sal jaskini przez wyznaczone Przez Inwestora osoby. Wyniki z przeprowadzonych kontroli i pomiarów muszą być dokumentowane w:

1. Książce Raportowej<sup>[1]</sup> w zakresie kontroli bieżących, dokonywanych przez osoby dozoru średniego prac po każdym przepracowanym dniu. Wzór Książki Raportowej przedstawiono w załączniku 8.
2. Książce Raportowej w zakresie kontroli osób dozoru wyższego i kierownictwa Wykonawcy po każdej wizycie.
3. Książce Raportowej w zakresie kontroli Inwestora po każdej wizycie.
4. Kartach pomiarowych kontroli okresowych. Karty te, jako załączniki do Książki Raportowej powinny być przechowywane u Kierownika Robót do czasu zakończenia prac. Częstotliwość kontroli okresowej powinna być zgodna z ustaleniami Instrukcji zatwierdzonej przez Inwestora.

[1] – Książka Raportowa – dokument służący do dokumentowania robót górniczych związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I (patrz załącznik 8)

### 15.4. Postępowanie w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości w wykonawstwie obudowy,



względnie niezgodności warunków jej stosowania z projektem technicznym, brygadzista lub każda osoba dozoru względnie kierownictwa Wykonawcy zobowiązani są zatrzymać dalsze wykonywanie prac zabezpieczających. W zależności od stwierdzonych nieprawidłowości, można wykonywać tylko prace związane z doprowadzeniem obudowy do stanu prawidłowego, a w przypadku zagrożenia należy wycofać załogę, zabezpieczyć dojścia do zagrożonego rejonu i powiadomić o podjętych działaniach osoby dozoru lub kierownictwa.

W razie stwierdzenia zmian warunków geomechanicznych w stopniu odbiegającym niekorzystnie od przyjętych ustaleń projektowych, należy zatrzymać dalsze wykonywanie prac i powiadomić projektanta obudowy. Do czasu zajęcia przez niego stanowiska, decyzję odnośnie dalszego prowadzenia prac w jaskini podejmuje Kierownik Robót.

## 16. ZAPOTRZEBOWANIE NA MATERIAŁY I WYMAGANIA JAKOŚCIOWE

Przeprowadzone obliczenia projektowe pozwoliły na szacunkowe określenie ilości i rodzaju materiałów potrzebnych do wykonania zabezpieczenia jaskini przed niekontrolowanym zawałem stropu (rozdz.11÷14). Jego zestawienie z podziałem na sale i rodzaje materiałów przedstawiono w tabeli 16.1.

Wymagane parametry tych materiałów zestawiono w tabeli 16.2. Wszystkie materiały powinny posiadać stosowne certyfikaty lub świadectwa jakości. **Nie mogą one mieć negatywnego wpływu na nietoperze.** W przypadku, gdy nie podano lub nie są znane parametry materiałów, elementów obudowy lub innych wyrobów planowanych do zastosowania w jaskini, dopuszcza się określenie ich jakości przez projektanta w porozumieniu z Inwestorem i dokonanie odpowiedniego wpisu w Książce Raportowej.

Materiały, elementy obudowy lub inne wyroby planowane do zastosowania w jaskini o zbliżonych, lecz nie identycznych cechach w stosunku do wymagań projektu, można zastosować za pisemną zgodą projektanta w porozumieniu z Inwestorem. Stosowny wpis należy umieścić w Książce Raportowej.





W przypadku stwierdzenia w przeznaczonych do zastosowania materiałach, elementach obudowy lub innych wyrobach, wad i uszkodzeń większych niż dopuszczalne, albo w przypadku nasuwających się wątpliwości co do ich jakości lub mogących mieć wpływ na bezpieczeństwo i jakość wykonywanych robót, należy je reklamować.



**Tabela 16.1. Zapotrzebowanie na materiały**

Lp	Nazwa Sali / Filara	Rodzaj materiału																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Wejściowa	18	50	17 600	32 800	-	-	-	51 i 25	-	-	76	20	17	-	-	-	-	-	30	-	10	-	-	100	-	-
2	Z Piargami	-	60	4 000	4 000	7	-	28	-	30	-	-	9	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	50	-	-	
3	Złomisk	-	100	8 200	8 200	13	-	52	-	-	52	16	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	50	-	-	
4	Przejsiowa	21	30	17 200	32 600	-	-	-	60 i 18	-	-	78	13	20	-	-	-	-	30	-	10	-	-	100	-	-	
5	Puchacza	17	30	17 200	33 000	-	-	-	64 i 15	-	-	79	12	17	-	-	-	-	30	-	10	-	-	100	-	-	
6	Mały Filar	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	10	40	160	160	8	-	8	-	400	200	-	40	16
7	Filar Sarkofag	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	77	60	220	220	17	-	10	-	800	400	-	120	35
8	Śłup Podp.	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	18	27	110	110	27	-	9	-	400	200	-	40	12
9	Duży Filar	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	200	-	-	-
	<b>Suma</b>	<b>56</b>	<b>270</b>	<b>64 200</b>	<b>110 600</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>80</b>	<b>175 i 58</b>	<b>30</b>	<b>52</b>	<b>233</b>	<b>70</b>	<b>54</b>	<b>105</b>	<b>127</b>	<b>490</b>	<b>490</b>	<b>52</b>	<b>110</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>2000</b>	<b>1000</b>	<b>400</b>	<b>200</b>	<b>63</b>

**Objaśnienia:**

<b>1</b>	Kaszty drewniane z 2 wrębami o wymiarach 85x150x1200 i średniej wysokości 3,5 m, sztuki	<b>21</b>	Filarówki o długości 5-6 m, sztuki
<b>2</b>	Okładzina siatkowa, m <sup>2</sup>	<b>22</b>	Cement workowany, kg
<b>3</b>	Klej mineralno-organiczny do iniekcji od strony stropów jaskini, kg	<b>23</b>	Piasek do murowania, kg
<b>4</b>	Klej mineralno-organiczny do iniekcji z powierzchni, kg	<b>24</b>	Środek do uszczelniania szczelin, kg
<b>5</b>	Stropnice drewniane o długości 4÷6 m, sztuki	<b>25</b>	Drut wiązałkowy, gwoździe, kg
<b>6</b>	Stojaki stalowe typu SV25tw o wysokości 2÷4 m, sztuki	<b>26</b>	Prostki SV25, m
<b>7</b>	Stojaki stalowe typu Valent o wysokości 2÷4 m, sztuki		
<b>8</b>	Rurowe kotwy iniekcyjne bez podładek i nakrętek o długości 4,5 i 5,3 m, sztuki		
<b>9</b>	Rurowe kotwy iniekcyjne z podkładek i nakrętkami o długości 3,7 m, sztuki		
<b>10</b>	Rurowe kotwy iniekcyjne z podkładek i nakrętkami o długości 3,1 m, sztuki		
<b>11</b>	Rurowe kotwy iniekcyjne z podkładek i nakrętkami o długości 2,5 m, sztuki		
<b>12</b>	Rurowe kotwy iniekcyjne z podkładek i nakrętkami o długości 2,1 m, sztuki		
<b>13</b>	Zestawy obudowy kotwowo-ciężnowej o długości ciężna 4,0 m, sztuki		
<b>14</b>	Beton towarowy klasy C50/60, m <sup>3</sup>		
<b>15</b>	Deskowanie do szalunku, m <sup>2</sup>		
<b>16</b>	Pręty zbrojeniowe o średnicy 24 mm, mb		
<b>17</b>	Pręty zbrojeniowe o średnicy 18 mm, mb		
<b>18</b>	Strzemiona kabłąkowe, sztuki		
<b>19</b>	Stojaki drewniane o wysokości 2÷4 m i średnicy minimum 15 cm, sztuki		
<b>20</b>	Stopy podporowe o powierzchni minimum 600 cm <sup>2</sup> , sztuki		



**Tabela. 16.2.** Wymagane parametry dla materiałów planowanych do zastosowania w Jaskini Szachownica

Lp.	Nazwa materiału	Wymagany parametr								
		Wymiary	Podporność, kN	Nośność, kN	Wytrzymałość na ściskanie, MPa	Wytrzymałość na rozciąganie, MPa	Czas reakcji, minuty	Odporność na korozję	Lepkość składników mPas	Adhezja kleju MPa
1	Kaszy drewniane	85x150x1200 mm	1500	-	-	-	-	-	-	-
2	Okładzina siatkowa odporna na korozję	maksymalna powierzchnia oczek: 120 cm <sup>2</sup>	-	150	-	-	-	tak	-	-
3	Klej mineralno-organiczny do iniekcji	-	-	-	powyżej 40	Wytrzymałość na zginanie >20	poniżej 5	-	poniżej 500	2,3
4	Stropnice drewniane	długość: 4,0÷6,0 m, średnica >10 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Stojaki stalowe typu SV25tw	wysokość: 2,0÷4,0 m według projektu	300	-	-	-	-	-	-	-
6	Stojaki stalowe typu Valent	wysokość: 2,0÷4,0 m według projektu	300	-	-	-	-	-	-	-
7	Kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego bez podładek i nakrętek	długość: wg. projektu, średnica >25 mm	-	120	-	-	-	tak	-	-
8	Kotwy iniekcyjne z tworzywa sztucznego z podkładkami i nakrętkami	długość: wg. projektu, średnica >25 mm	-	120	-	-	-	tak	-	-
9	Zestawy obudowy kotwowo-ciężnowej	dł. ciężna: 4,0 m, długość kotew wg. projektu	-	200	-	-	-	tak	-	-
10	Beton towarowy klasy C50/60	-	-	-	50	-	-	-	-	-
11	Deskowanie do szalunku	grubość desek >24 mm	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Pręty zbrojeniowe żebrowane	średnica: 24 mm	-	-	-	500	-	-	-	-
13	Pręty zbrojeniowe żebrowane	średnica: 18 mm	-	-	-	500	-	-	-	-
14	Strzemiona kabłąkowe, sztuki	wg. projektu	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Stojaki drewniane	wysokość: 2,0÷4,0 m, średnica >15 cm	150	-	-	-	-	-	-	-
16	Betonowe stopy podporowe	powierzchn. >600 cm <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Cement workowany	-	-	-	25	-	-	-	-	-
18	Piasek do murowania	ziarno do 2 mm	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Środek do uszczelniania szczelin	-	-	-	0,15	-	-	-	poniżej 1000	-
20	Prostki SV25	według projektu	-	-	-	500	-	-	-	-



## 17. SPOSOBY OGRANICZENIA INFILTRACJI WODY

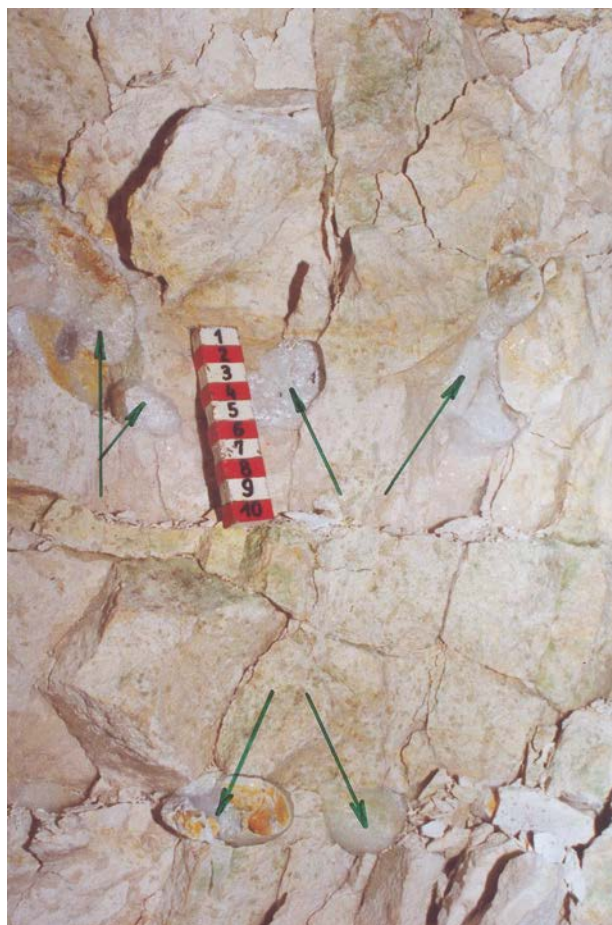
Duża gęstość szczelin powoduje, że masyw jest dobrze przepuszczalny dla wód deszczowych i roztopowych infiltrujących do wnętrza jaskini. W Jaskini Szachownica I wody spływają zgodnie z nachyleniem wapieni skalistych wywołując najbardziej intensywny deszcz podziemny w końcu Sali Wejściowej, Sali z Piargami i części Sali Przejściowej. (Polonius, 2001). W czasie mroźnej pogody wykraplająca się woda zamarza pokrywając powierzchnie stropu jaskini sopłami lodu (fot.17.1.)



**Fot.17.1.** Strop Sali z Piargami z zawisającymi sopłami lodowymi (Polonius, 2001)

Wody powierzchniowe spływają również poniżej powierzchni stropu i wypełniają wszystkie szczeliny i pory po wypadnięciu z calizny krzemieniach i okazach fauny jurajskiej w wapieniach uławiconych. Woda ta zamarzając tworzy charakterystyczne warstewki lodu, które rozsadzają caliznę powodując odpadanie bloków skalnych (fot.17.2). Proces odpadania jest najbardziej intensywny w okresie odwilży i rozmarzania stropu i ścian bocznych jaskini (Polo-

nus, 2001).



**Fot.17.2.** Spękany wapień uławicony w ociosie Sali Wejściowej. Strzałkami zaznaczono miejsce gdzie spływająca woda zamarza w szczelinach (Polonius, 2001)

Dla ograniczenia powyższego zjawiska, proponuje się zastosowanie jednej z następujących metod:

- metoda 1: zastosowanie izolacji przeciwwodnej ułożonej na powierzchni nad stropami jaskini,
- metoda 2: wypełnienie szczelin i pustek w stropie spoiwem, który sklei górotwór w taki sposób, że zostanie stworzona powłoka ograniczająca przeciekanie wody do wnętrza jaskini.

Pierwszy sposób polega na wykarczowaniu drzew i krzewów rosnących nad stropami sal jaskini, usunięciu poszycia i położeniu na tak odsłoniętym i

wyrównanym nakładzie mat izolacyjnych (fot.17.3.). Następnie odtwarza się nakład i obsiewa trawą.



**Fot.17.3.** Układanie maty izolacyjnej rozwijanej z rolki (Mata, 2014)

Drugi sposób polega na wykonaniu iniekcji ciśnieniowej od strony stropów sal jaskini z wykorzystaniem rurowych kotw iniekcyjnych i stworzeniu poprzez odpowiednie zagęszczenie otworów powłoki ograniczającej infiltrację wody do wnętrza jaskini. Schemat ideowy tego sposobu przedstawiono na rysunku 17.1. Przy wykonywaniu iniekcji otwory w stropie, które mają połączenie z powierzchnią należy pozostawić drożne po to, aby można było kontrolować dopływ wody do wnętrza jaskini. Takie działania już rozpoczęto, umieszczając w trzech miejscach pojemniki do zbierania wody (fot.17.4.)

Szczegółową metodykę pomiaru dopływu wody do jaskini przedstawiono poniżej. Celem pomiarów będzie:

1. Oszacowanie wielkości dopływu wód powierzchniowych i opadowych do wnętrza Jaskini Szachownica I przed wykonaniem iniekcji w warstwach stropowych jaskini oraz po wykonaniu iniekcji.
2. Oszacowanie wpływu iniekcji na zmianę warunków klimatycznych w sa-

## lach Jaskini Szachownica I.

Infiltracja jest procesem grawitacyjnego przemieszczania się wody pochodzącej z opadów atmosferycznych, z cieków i zbiorników powierzchniowych oraz z kondensacji pary wodnej z powierzchni terenu do strefy aeracji, a następnie (po oddaniu części tych wód do atmosfery- ewapotranspiracja) przesączenie do strefy saturacji (infiltracja efektywna). Wielkość infiltracji jest wyrażana w  $\text{dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$  lub w mm/miesiąc czy w mm/rok.

Infiltracja efektywna to część wód pochodzących z opadów atmosferycznych, która po pomniejszeniu objętości związanej ze spływem powierzchniowym, ewapotranspiracją (sumy parowania z powierzchni gruntu i szaty roślinnej) oraz procesem wiązania siłami molekularnymi z ziarnami gruntu w strefie aeracji, przedostaje się do strefy saturacji i zasila wody podziemne.

Wskaźnikiem infiltracji –  $w_i$  jest stosunek ilości infiltrującej wody docierającej do strefy saturacji (infiltracja efektywna –  $I_e$ ) do wysokości średnich rocznych opadów atmosferycznych - P na określonym obszarze.

$$w_i = I_e/P$$

Na infiltrację mają wpływ następujące czynniki:

### Czynniki klimatyczne:

- wysokość opadów atmosferycznych [mm/rok],
- rozkład opadów w czasie – intensywność opadu,
- temperatura i wilgotność powietrza,

### Właściwości gruntu:

- przepuszczalność ośrodka gruntowego,
- nachylenie powierzchni terenu (teren płaski – brak spływu powierzchniowego),
- pokrycie szatą roślinną (gęsta szata zmniejsza odpływ powierzchniowy),
- przemarzanie gruntu - zmniejszenie przepuszczalności – zanik infiltracji,



- stopień nasycenia wodą porów ośrodka gruntowego,

Zagospodarowanie terenu:

- osiedlowo-przemysłowe – zmniejszenie infiltracji,
- rolnicze – zwiększenie infiltracji,
- leśne – zatrzymanie spływu powierzchniowego, ale duża transpiracja,

Przedstawione powyżej czynniki wpływają na rozkład czasowy dopływu wody i wielkość dopływu wody do sal jaskini. Szczególną rolę odgrywa przepuszczalność ośrodka budującego strop jaskini. Grubość (miąższość) stropu jaskini zawiera się w przedziale od 3,0 m do 10,0 m (cz 1 str 25), gdzie około 0,5m górnej warstwy stanowi gleba, a w pozostałej części uławicony wapień jurajski o znacznym stopniu spękania i zeszcelinowania. Istniejący układ szczelin i spękań uławiconego wapienia jurajskiego budującego stropy sal Jaskini Szachownica I odgrywa decydującą rolę w procesie infiltracji wody do sal jaskini i warunkuje bardzo dużą powierzchniową niejednorodność strumienia dopływu wody. Największe natężenie dopływu wody zaobserwowano ze szczelin stropowych, dopływy mniejsze stwierdzono w strefach spękań, najmniejsze natężenie dopływu wody w formie wykraplania występuje sporadycznie z caliny wapiennej.

Metodyka pomiarów infiltracji do wnętrza jaskini będzie obejmowała następujące czynności:

1. Wyznaczenie położenia stanowisk pomiarowych wielkości opadów na zewnątrz jaskini.
2. Na podstawie obserwacji „in situ” wyznaczenie w poszczególnych salach jaskini stref o różnym stopniu natężenia strumienia dopływu wody.
3. Wyznaczenie położenia stanowisk pomiarowych w salach jaskini w poszczególnych strefach dopływu.
4. Pomiary i rejestracja wielkości opadów oraz wielkości strumienia dopływu wody w poszczególnych punktach pomiarowych w takich samych przedziałach czasowych z jednoczesną rejestracją warunków klimatycznych w



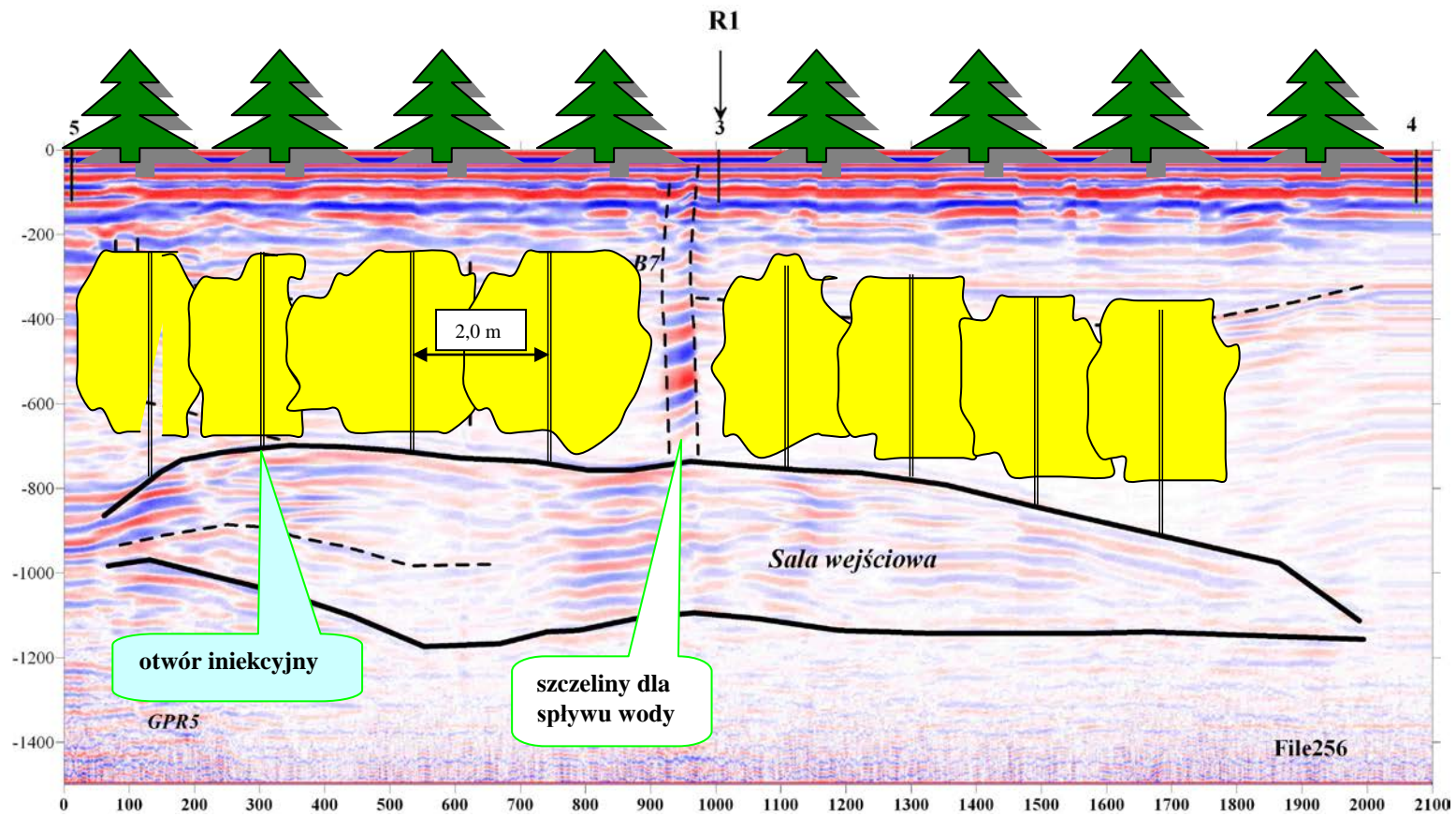


poszczególnych salach jaskini (temperatury i wilgotności względnej powietrza).

5. Oszacowanie ilości dopływu wody do poszczególnych sal jaskini oraz oszacowanie wielkości wskaźnika infiltracji przed i po wykonaniu iniekcji w salach jaskini.
6. Oszacowanie stopnia zmniejszenia dopływu wody do poszczególnych sal jaskini po wykonaniu iniekcji oraz określenie wpływu iniekcji na warunki klimatyczne w głównym ciągu sal Jaskini Szachownica I.

Pomiary powinna wykonywać wyznaczona przez Inwestora jednostka w ramach nadzoru autorskiego. Powinny one rozpocząć się w 2015 r.





Rys.17.1. Schemat ideowy ograniczenia infiltracji wody do jaskini na przykładzie Sali Wejściowej



**Fot.17.4.** Pojemnik na wodę umieszczony na spągu w Sali Puchacza

## **18. OGÓLNE WARUNKI WYKONANIA ROBÓT I ICH ORGANIZACJA**

### **18.1. Podstawa prawna**

Zdaniem autorów niniejszej pracy wszelkie prace związane z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I przed niekontrolowanym zawałem stropu należy wykonywać zgodnie z zasadami sztuki górniczej, aktualnymi normami oraz obowiązującymi przepisami prawa takimi jak:

1. Prawo Geologiczne i Górnicze (Dz. U. z 2011 r. Nr 163, poz.981).
2. Rozporządzenie 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. Nr 139, poz.1169 z 2006 r. Nr 124, poz.863 oraz z 2010 r. Nr 126, poz.855).

3. Załącznik nr 1 (Rodzaje, zakres i wzory dokumentacji prowadzenia ruchu) do Rozporządzenie 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. Nr 139, poz.1169 z 2006 r. Nr 124, poz.863 oraz z 2010 r. Nr 126, poz.855).
4. Załącznik nr 3 (Projektowanie, wykonywanie i kontrola obudowy kotwowej w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny oraz zakładach wydobywających rudy miedzi, cynku i ołowiu) do Rozporządzenie 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. Nr 139, poz.1169 z 2006 r. Nr 124, poz.863 oraz z 2010 r. Nr 126, poz.855).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 15 grudnia 2011 r w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego (Dz.U. Nr 275, poz.1628).
6. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. Nr 129, poz.844).
7. Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 wraz z późniejszymi zmianami (Dz.U. Nr 92, poz.880).

**Ad 1.:** Przepisy Ustawy stosuje się do robót podziemnych prowadzonych w celach naukowych, badawczych, doświadczalnych i szkoleniowych na potrzeby geologii i górnictwa (Art.2.1. pkt.3).

Zabezpieczenie Jaskini Szachownica I przed niekontrolowanym zawałem stropu ma na celu ochronę siedliska nietoperzy, które są przedmiotem badań naukowych od 30 lat (Ignaczak, Lesiński 2012).

Planowane prace będą wykonywane na potrzeby ochrony środowiska. Ponadto wszystkie roboty zabezpieczające w jaskini będą realizowane w oparciu o



technologie stosowane od wielu lat w górnictwie podziemnym. Dlatego też zdaniem autorów-pomimo tego, że w Ustawie nie ma bezpośrednich zapisów, że jaskinia należy do obiektów dla których są przeznaczone przepisy Ustawy to, podstawą prawną prowadzenia prac w jaskini powinna być wzmiankowana powyżej Ustawa.

Zgodnie z zapisami Prawa Geologicznego i Górniczego, przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane następujące wymagania:

1. w zakresie kwalifikacji osób w dozorze górniczym: art.53 i 58,
2. w zakresie uprawnień rzeczoznawcy do spraw ruchu zakładu górniczego: art.72, 73, 74,
3. w zakresie odpowiedzialności zawodowej: art.77 i 78.

**Ad.2.:** Zgodnie z zapisami wspomnianego powyżej Zarządzenia Ministra Gospodarki, przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane następujące wymagania:

1. w zakresie dopuszczenia do pracy i odbycia specjalistycznego przeszkolenia: §16 i §17,
2. w zakresie robót górniczych: §40.1, §42.1,
3. w zakresie obudowy: : §169.1, §170.1, §172, §173, §174,
4. w zakresie stosowania maszyn, urządzeń i instalacji: §428, §430.1, §432, §433.1, §436.1,
5. w zakresie higieny pracy i ochrony zdrowia: §670, §670.1, §673.2, §673.5, §673.6, §673.8.

**Ad.3.:** Zgodnie z zapisami Zał. nr 1, wspomnianego powyżej Zarządzenia Ministra Gospodarki, przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane zasady ewidencji osób i raportowania wykonanych robót opisane w punkcie 1.1. oraz 3.3.1.



**Ad.4.:** Zgodnie z zapisami Zał. nr 3 wspomnianego powyżej Zarządzenia Ministra Gospodarki, przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane następujące wymagania:

1. w zakresie projektowania obudowy kotwowej: pkt 1.1., 1.4.,
2. w zakresie wykonywania obudowy kotwowej: pkt.1.5.,
3. w zakresie kontroli obudowy kotwowej: pkt.1.8.

**Ad.5.:** Zgodnie z zapisami wspomnianego powyżej Rozporządzenia Ministra Środowiska przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane wymagania dotyczące kwalifikacji w zakresie górnictwa zawarte w §1,pkt.1c,1d, §2.1.,pkt.1a, 1b, §2.,pkt.2, §2.1.,pkt.1a,1b, §2, pkt.2, §3.,pkt. 9.

**Ad.6.:** Zgodnie z zapisami wspomnianego powyżej Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej, przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane następujące wymagania:

1. w zakresie zapewnienia dostatecznej ilości wody zdatnej do picia oraz celów higieniczno-sanitarnych: §13,
2. w zakresie ochrony przed hałasem: §79, §79,
3. w zakresie wymagań dotyczących pomieszczeń i urządzeń higieniczno-sanitarnych: §111.

**Ad.7.:** Zgodnie z zapisami wspomnianej powyżej Ustawy o ochronie przyrody, przy realizacji prac związanych z zabezpieczeniem Jaskini Szachownica I powinny być przestrzegane wymagania Art.6 ÷ 64 dotyczące form ochrony przyrody (Rozdział 2).

W zakresie odstępstw od zakazów w stosunku do gatunków objętych ochroną powinny być przestrzegane zapisy art.52, ust.1 wspomnianej wyżej Ustawy.



## 18.2. Zasady prowadzenia i nadzoru robót

Zdaniem autorów niniejszej pracy przy wykonywaniu prac zabezpieczających jaskinię przed zawałem powinny być przestrzegane następujące zasady:

1. Przed przystąpieniem do wykonywania robót wykonawca powinien zapoznać się z terenem na którym będą wykonywane prace oraz uzyskać wszystkie niezbędne informacje związane z zakresem planowanych robót.
2. Inwestor zobowiązany jest do poinformowania wykonawcy robót o stanie prawnym przejmowanego przez wykonawcę terenu.
3. Plac budowy powinien być przejęty protokólnie od Inwestora. W protokóle z przejęcia przez wykonawcę placu budowy powinny się znajdować zapisy dotyczące stanu zagospodarowania przejmowanego terenu (np. istniejące obiekty, stan drzewostanu, uzbrojenie terenu itp.).
4. Wykonawca robót jest zobowiązany do ustanowienia Kierownika Robót. Jego kwalifikacje do kierowania robotami w jaskini wymagają pisemnej akceptacji Inwestora, który powinien żądać od Kierownika Robót, posiadania kwalifikacji zawodowych do wykonywania czynności w wyższym dozorze górniczym zakładu górniczego (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 15 grudnia 2011 r w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego (Dz.U. Nr 275, poz.1628).)
5. Wykonawca robót jest gospodarzem na terenie budowy od daty przejęcia do czasu oddania obiektu i robót wykonywanych na tym terenie, a w szczególności jest on zobowiązany do:
  - ochrony mienia i zabezpieczenia przeciwpożarowego,
  - nadzoru nad bezpieczeństwem i higieną pracy,
  - utrzymania ładu i porządku na terenie budowy.
6. O zamierzonym terminie rozpoczęcia robót Inwestor jest zobowiązany zawiadomić właściciela terenu budowy.
7. Dla każdego rodzaju robót wykonywanych w jaskini powinna być opracowana przez Wykonawcę instrukcja stanowiskowa zatwierdzona przez Zespół Autorski i Inwestorski.



8. Wykonawca zobowiązany jest do prowadzenia Książki Raportowej, która jest przeznaczona do zapisów przebiegu robót. Wzór Książki Raportowej przedstawiono w załączniku 8.
9. Zapisy w Książce Raportowej powinny być dokonywane na bieżąco w miarę postępu robót. Każdy zapis powinien być opatrzony datą i podpisem osoby dokonującej zapisu z podaniem imienia i nazwiska oraz nazwy instytucji, którą reprezentują. Z każdym zapisem w Książce Raportowej powinien być zaznajomiony pracownik, którego zapis dotyczy.
10. Kierownicy robót oraz osoby nadzoru inwestorskiego i autorskiego powinni swoim podpisem w Książce Raportowej potwierdzić swoją funkcję.
11. Nadzór inwestorski powinien obejmować w szczególności:
  - a) nadzór nad realizacją projektu w zakresie zgodności z Ustawą o ochronie przyrody,
  - b) współpracę z zespołem autorskim w zakresie prawidłowości realizacji projektu,
  - c) dokumentowanie w Książce Raportowej wizyt w jaskini, których częstość zależna będzie od występujących potrzeb,
  - d) uzgodnienia z gospodarzem terenu,
  - e) uzgodnienie z wykonawcą możliwości wprowadzenia rozwiązań zamiennych w stosunku do materiałów i konstrukcji przewidzianych w dokumentacji projektowej,
  - f) udział w komisjach i naradach technicznych mających na celu doprowadzenie do osiągnięcia zamierzonych celów,
  - g) ocena oddziaływania prowadzonych robót na środowisko jaskini.
12. Nadzór autorski powinien obejmować w szczególności:
  - a) czuwanie w trakcie realizacji nad zgodnością stosowanych rozwiązań technicznych, materiałowych i użytkowych z dokumentacją projektową i obowiązującymi przepisami i normami,
  - b) dokumentowanie w Książce Raportowej wizyt w jaskini, których częstość zależna będzie od występujących potrzeb - nie rzadziej jednak niż





- 1 raz w tygodniu,
- c) uzupełnienie szczegółów dokumentacji projektowej oraz wyjaśnianie wykonawcy wątpliwości powstałych w toku realizacji,
  - d) uzgodnienie z inwestorem i wykonawcą możliwości wprowadzenia rozwiązań zamiennych w stosunku do materiałów i konstrukcji przewidzianych w dokumentacji projektowej,
  - e) udział w komisjach i naradach technicznych mających na celu doprowadzenie do osiągnięcia zamierzonych celów,
  - f) wykonywanie dodatkowych projektów jeżeli zajdzie taka potrzeba,
  - g) prowadzenia szkolenia załogi Wykonawcy w zakresie sposobu wykonywania wzmocnień jaskini,
  - h) prowadzenie kontroli elementów obudowy i sprzętu do iniekcji i kotwienia zgodnie z zakresem podanym w podrozdziale 15.1.,
  - i) prowadzenie kontroli zabudowy kasztów, odrzwi i kotwi zgodnie z zakresem podanym w podrozdziale 15.2.,
  - j) prowadzenie kontroli stateczności górotworu zgodnie z zakresem podanym w podrozdziale 15.3.
13. Przez cały okres prowadzenia robót Kierownik Robót przechowuje wszystkie dokumenty stanowiące podstawę ich wykonania oraz udostępnia te dokumenty upoważnionym osobom.
14. Inwestor lub jego upoważnieni przedstawiciele mogą zażądać zmiany Kierownika Robót, jeżeli osoba ta:
- a) nie posiada kwalifikacji fachowych,
  - b) nie wywiązuje się ze swoich obowiązków, co może być powodem zagrożenia bezpieczeństwa ludzi, możliwości powstania nieszczęśliwego wypadku lub zagrożony będzie termin realizacji inwestycji.
- Zmiana Kierownika Robót powinna nastąpić w ciągu 14 dni od doręczenia żądania Wykonawcy.
15. Osoby pełniące nadzór autorski mają obowiązek powiadomić niezwłocznie Inwestora, jeżeli w trakcie kontroli zostaną stwierdzone niezgodności z pro-



jektem lub obowiązującymi przepisami albo wykonanie robót odbywa się w sposób zagrażający bezpieczeństwu ludzi. W zawiadomieniu skierowanym do Inwestora powinno być określone, na czym polega nieprawidłowość lub niezgodność wykonywanych robót.

16. Dla ewidencji pracującej załogi oraz osób wizytujących, Kierownik Robót powinien prowadzić:

- a) Książkę Ewidencji Załogi,
- b) Książkę Wizyt Osób Kierownictwa, Dozoru Wyższego, Nadzoru Inwestorskiego i Autorskiego.

Wzory powyższych Książek przedstawiono w załączniku 9.

### 18.3. Organizacja placu budowy – ogólne założenia

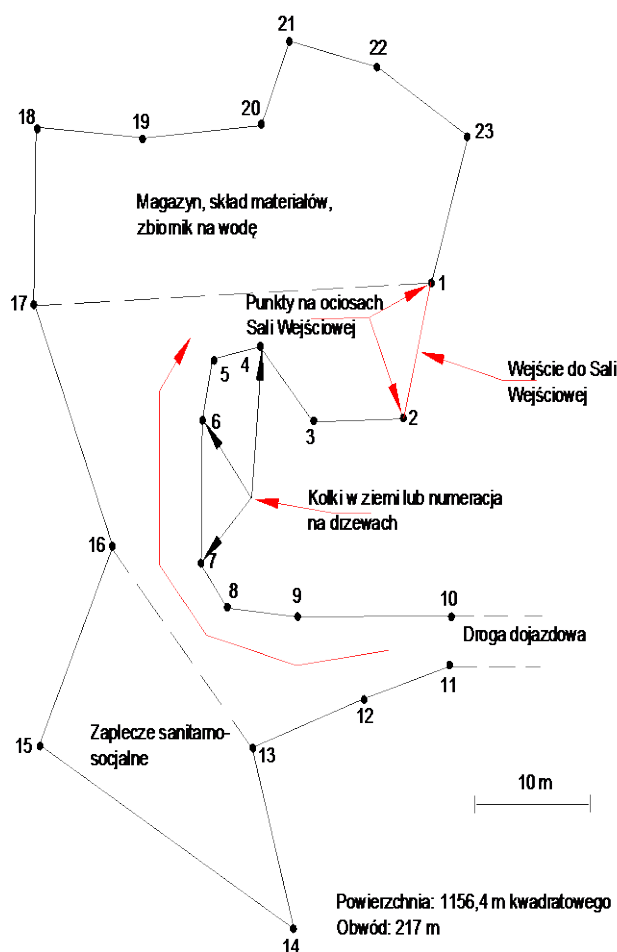
Przyjęto, że plac budowy to teren przed wejściem do Sali Wejściowej na którym należy umieścić takie elementy wyposażenia jak:

- a) pomieszczenie socjalne,
- b) pomieszczenie dla stróża,
- c) magazyn na maszyny i narzędzia,
- d) magazyn na materiały łatwopalne i wymagające ochrony przed deszczem (np. benzyna, cement),
- e) zbiornik na wodę,
- f) sanitariaty przenośne, kosze na odpadki,
- g) tablice informacyjne.

W oparciu o pomiary terenowe wyznaczono teren placu budowy w taki sposób, że począwszy od punktu nr 2 znajdującego się na południowym ociosie Sali Wejściowej zakładano kolejne punkty od numeru 3 do 23 wbijając plastikowe repery do ziemi lub oznaczając czerwoną farbą drzewa. Uzyskano tym sposobem figurę o powierzchni 1156,4 m<sup>2</sup> i obwodzie 217 m. Zaznaczony obszar należy ogrodzić siatką lub zaznaczyć taśmą. Wejście do Sali Puchacza od strony wschodniej należy zabezpieczyć siatką ogrodzeniową o wysokości nie mniejszej niż 1,5 m (rys.18.1.)



Dokładny plan placu budowy przedstawi wykonawca dostosowując go do swoich potrzeb i możliwości technicznych. Teren placu budowy musi być oznakowany za pomocą specjalnych tablic informacyjnych, które powinny być umieszczone na obrysie placu budowy nie rzadziej jak co 50 m. Na wjeździe na plac budowy powinna się znaleźć tablica z następującymi informacjami: nazwa obiektu w którym wykonywane są prace, nazwa Inwestora, nazwa Wykonawcy, nazwisko Kierownika Robót, numery telefonów alarmowych.



**Rys.18.1.** Szkic obrysu placu budowy

Szatnia odzieżowa powinna mieć co najmniej 0,5 m<sup>2</sup> wolnej powierzchni podłogi na każdego pracownika korzystającego z tej szatni. Na każdych dziesięć-

ciu pracowników najliczniejszej zmiany powinna w umywalni przypadać co najmniej jedna umywalka. Liczba urządzeń higieniczno-sanitarnych powinna być dostosowana do liczby zatrudnionych pracowników. Na każdym trzydziestu mężczyzn zatrudnionych na jednej zmianie powinna przypadać co najmniej jedna miska ustępowa i jeden pisuar, lecz nie mniej niż jedna miska i jeden pisuar przy mniejszej liczbie zatrudnionych (Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 129 poz.844 z późn. zm.))

Obowiązkiem Wykonawcy robót jest zapewnienie systematycznego opróżniania i wywozu nieczystości przez specjalistyczną firmę. Plac budowy musi również zostać wyposażony w kosze na odpadki, które należy systematycznie opróżniać. Wywóz odpadów musi się odbywać zgodnie z przepisami Ustawy o odpadach (Dz. U. z 2013 r. poz.21, 888, 1238, z 2014 r. poz.695, 1101, 1322).

Miejsce składowania materiałów powinno posiadać łatwy dojazd dla samochodów dostawczych. Materiały łatwopalne należy składować z dala od stosowanych maszyn lub urządzeń prądotwórczych (agregatów). Obszar ten powinien być wydzielony ogrodzeniem o wysokości minimum 1,5 m oraz oznakowany za pomocą specjalnych tablic informacyjnych. Jego ewentualne oświetlenie w porze nocnej powinno być tak zorganizowane, aby nie oświetlało bezpośrednio głównego otworu wejściowego do jaskini ani najbliższej okolicy (Ignaczak i in. 2014). W miarę możliwości miejsce składowania substancji łatwopalnych powinno być zadaszone tak by zmagazynowane substancje nie były narażone na bezpośrednie działanie silnych promieni słonecznych. Zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP w części tej powinny być zlokalizowane gaśnice i inne sprzęty umożliwiające działanie przeciwpożarowe.

Wszyscy pracownicy biorący udział przy realizacji robót powinni być przeszkoleni przez inspektora BHP. Obowiązek czuwania nad przestrzeganiem i stosowaniem środków bezpieczeństwa w czasie wykonywania robót spoczywa na Kierowniku Robót.

Kierownictwo i Dozór Wykonawcy zobowiązane jest do kontrolowania



każdego stanowiska pracy i instruowania pracowników o istniejących i mogących wystąpić zagrożeniach na danym stanowisku pracy i zasadach bezpieczeństwa wykonywania robót.

Do wykonywania prac zabezpieczających w jaskini mogą być zatrudnieni pracownicy, którzy odpowiadają wymaganiom określonym w taryfikatorze kwalifikacyjnym dla danego stanowiska pracy, a ponadto zostali przeszkoleni w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy i bezpieczeństwa pożarowego ze szczególnym uwzględnieniem warunków panujących w Jaskini Szachownica I i jej otoczeniu.

Pracownicy są zobowiązani utrzymywać w należyтым stanie miejsce pracy oraz maszyny, których używają. Wszyscy operatorzy kotwiarok muszą posiadać odpowiednie uprawnienia pozwalające na ich obsługę. Do pracy dopuszczone mogą być jedynie maszyny posiadające aktualny przegląd techniczny i dopuszczenie do stosowania.

#### 18.4. Zasady odbioru robót

Proponuje się odbiór wykonanych robót etapami według następujących zasad:

1. Odbioru robót dokonują upoważnieni przedstawiciele Inwestora.
2. Po zakończeniu każdego rodzaju robót realizowanych zgodnie z harmonogramem (rozdz.9) zaleca się dokonywanie odbiorów w celu określenia jakości wykonywanych robót i stwierdzenia możliwości bezpiecznego i prawidłowego wykonywania innego rodzaju robót.
3. Z każdego odbioru robót powinien być sporządzony odpowiedni protokół zakończony konkretnymi wnioskami oraz dokonany wpis do Książki Raportowej o dokonaniu odbioru.
4. W przypadku stwierdzenia w trakcie odbioru wad i usterek należy podać w protokole termin ich usunięcia.
5. Odbioru końcowego obiektu (Jaskinia Szachownica I) dokonuje Komisja składająca z przedstawicieli Inwestora, Wykonawcy oraz jednostek, których



- udział w Komisji nakazują inne przepisy.
6. Przy dokonywaniu odbioru końcowego Komisja odbioru powinna stwierdzić:
    - a) zgodność wykonanych robót z dokumentacją projektową i kosztorysem,
    - b) zgodność z warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót,
    - c) zgodność z aktualnymi przepisami i normami oraz zapisami Książki Raportowej,
    - d) zgodność z zasadami ogólnie przyjętej wiedzy technicznej oraz umową,
    - e) możliwość oddania obiektu we władanie Inwestora.
  7. Przed przystąpieniem do odbioru końcowego wykonawca robót jest zobowiązany do:
    - a) przygotowanie dokumentów pozwalających na należyłą ocenę wykonanego obiektu będącego przedmiotem odbioru, a w szczególności umowę wraz z jej ewentualnymi późniejszymi uzupełnieniami i uzgodnieniami, Książki Raportowej, projekty z naniesionymi poprawkami odzwierciedlającymi aktualny stan obiektu,
    - b) umożliwienia przedstawicielom Komisji Odbioru zapoznanie się z powyższymi dokumentami, z przedmiotem odbioru oraz dokonania sprawdzeń protokółów itp.
  8. Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Inwestora i Wykonawcy. Protokół powinien zawierać ustalenia poczynione w toku odbioru oraz wymienić ujawnione w trakcie odbioru wady i usterki oraz podać terminy ich usunięcia. Protokół powinien ponadto zawierać oświadczenie o przejęciu obiektu we władanie przez Inwestora lub odmowę odbioru wraz z jej uzasadnieniem.
  9. O dokonaniu odbioru końcowego wraz z klauzulą oddania obiektu we władanie Inwestora lub odmową dokonania odbioru powinien być dokonany wpis do Książki Raportowej.
  10. Stwierdzenie usunięcia wad i usterek powinno być zapisane w Książce Ra-



portowej.

11. Po dokonaniu odbioru dokumentacja powykonawcza jest przechowywana u Inwestora. Powinna ona zawierać zbór dokumentów, które były wymagane przy odbiorze końcowym.

### **18.5. Postępowanie w przypadku wystąpienia katastrofy**

Katastrofą jest nagłe i zaskakujące wydarzenie, które jest negatywne w swoich skutkach. Dla Jaskini Szachownica I za katastrofę, będzie uznany całkowity zawał stropu Sali Wejściowej lub Sali Przejściowej lub Sali Puchacza. Za katastrofę nie będzie uznany opad fragmentu stropu, uszkodzenie maszyn opadającymi skałami, uszkodzenie instalacji itp.

W razie katastrofy w obiekcie i uszkodzenia pracowników Kierownik Robót jest obowiązany:

1. zorganizować doraźną pomoc poszkodowanym,
2. zabezpieczyć miejsce katastrofy przed zmianą stanu, jaki powstał w związku z katastrofą,
3. niezwłocznie powiadomić o katastrofie:
  - Okręgowy Urząd Górniczy w Gliwicach,
  - prokuratora właściwego do miejsca katastrofy,
  - Inwestora,
  - autorów projektu.

### **19. MONITORING STATECZNOŚCI STROPU I OCIOSÓW**

Dla oceny ruchów stropów i spągów sal Jaskini Szachownica I zaleca się wykonanie następujących pomiarów:



1. konwergencji pionowej,
2. konwergencji poziomej,
3. rozwarstwienia skał stropowych,
4. obciążenia górotworu,
5. rozwarcia szczelin,
6. skanowania laserowego 3D.

**Ad.1.:** Pomiary konwergencji pionowej wykonuje się przez pomiar odległości pomiędzy reperami zastabilizowanymi w linii pionowej w stropie i spągu za pomocą specjalnego przymiaru (fot.19.1.). Do pomiarów ruchów stropu należy wyznaczyć linie pomiarowe pokrywające się z liniami pomiarowymi profilowania georadarem opisane w podrozdziale 2.5.1. Aby uzyskać wiarygodne wyniki liczba punktów pomiarowych nie powinna być mniejsza od 20 a pomiary powinny się rozpocząć we wrześniu 2015 r. Powinny one być prowadzone z częstotnością 1 raz w miesiącu.



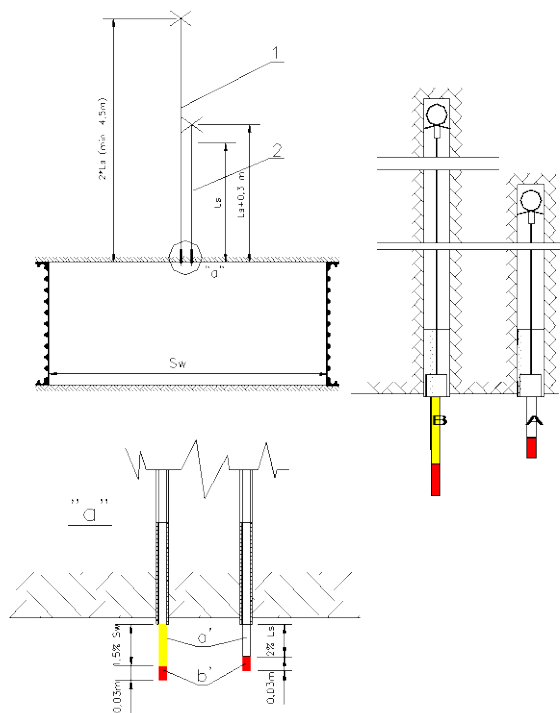
**Fot.19.1.** Pomiar konwergencji w Sali Puchacza

**Ad.2.:** Pomiary konwergencji poziomej wykonuje się przez pomiar odległości pomiędzy reperami zastabilizowanymi w linii poziomej w ociosach za pomocą dalmierza laserowego. Do pomiarów ruchu ociosów w każdej Sali powinny być wyznaczone co najmniej 3 pary punktów. Pomiary powinny się rozpocząć we



wrześniu 2015 r. Powinny być one prowadzone z częstotliwością 1 raz w miesiącu.

**Ad.3.:** Pomiary rozwarstwienia skał stropowych wykonuje się za pomocą rozwarstwieniomierzy. Pomiar polega na odczycie długości linki pomiarowej wystającej poniżej bazy pomiarowej zastabilizowanej w stropie jaskini na wysokości 6,0 m (rys.19.1). Zmniejszenie długości linki pomiarowej świadczy o powstaniu szczeliny na odcinku od powierzchni stropu do miejsca mocowania linki. W każdej sali w pobliżu pary reperów do pomiarów konwergencji pionowej powinien znajdować się co najmniej jeden rozwarstwieniomierz. Pomiary powinny się rozpocząć we wrześniu 2015 r. Powinny być prowadzone z częstotliwością 1 raz w miesiącu.



**Rys.19.1.** Schemat stanowiska do pomiaru rozwarstwienia

**Ad.4.:** Obciążenie górotworu można mierzyć za pomocą różnego typu dynamometrów, które mocuje się na kotwach lub podkłada się pod stojaki obudowy podporowej. Przykład dynamometru do pomiaru obciążeń przedstawiono na fo-

tografii 19.2. W warunkach Jaskini Szachownica I, powinien być zabudowany co najmniej jeden dynamometr w miejscu największych obciążeń, czyli na dnie synkliny (rejon Małego Filara). Pomiary powinny się rozpocząć we wrześniu 2015 r. Powinny być one prowadzone z częstotliwością 1 raz w miesiącu.



**Fot.19.2.** Dynamometr zabudowany na kotwi

**Ad.5.:** Rozwarcie szczelin mierzy się za pomocą szczelinomierzy. Mogą to być narzędzia do ręcznego pomiaru (fot.19.3.) lub przyrządy elektroniczne (fot.19.4.). Proponuje się zastosowanie w wybranych miejscach co najmniej 3 szczelinomierzy elektronicznych, które posiadają następujące zalety: łatwość instalacji, duża dokładność pomiaru, ręczny lub automatyczny odczyt przy pomocy rejestratora danych, odporny na korozję, mały ciężar (0,9 kg). Pomiary powinny się rozpocząć we wrześniu 2015 r. Powinny być one prowadzone z częstotliwością 1 raz w miesiącu.



Fot.19.3. Szczelinomierz do ręcznego pomiaru rozwarcia szczelin



Fot.19.4. Szczelinomierz elektroniczny

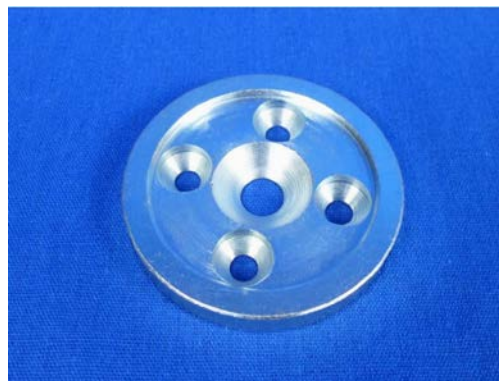
**Ad.6:** Proponuje się zastosowanie systemu dynamicznego monitoringu z wykorzystaniem skaningu laserowego. Pozwala to na wykrywanie zmian w czasie poprzez wielokrotny pomiar tych samych powierzchni. Uzyskane dane w kolejno po sobie realizowanych sesjach pomiarowych będą źródłem bardzo dokładnych, trójwymiarowych wizualizacji Jaskini Szachownica. Stanowiąc to będzie precyzyjne narzędzie do określania kształtu deformacji, ich powierzchni i objętości. Dzięki stałemu pozyskiwaniu oraz analizowaniu danych przestrzennych będzie można zrozumieć oraz przewidzieć procesy powodujące występowanie prze-

mieszce i odkształceń konturów jaskini oraz ograniczyć możliwość występowania wszelkich zagrożeń związanych ze statecznością jaskini.

W przypadku wielokrotnych pomiarów w ramach monitoringu bardzo istotna jest precyzja i szybkość w dostępie do punktów odniesienia będących punktami referencyjnymi. Proponuje się zastąpić płaskie szachownice sferami o średnicy minimum 130 mm (fot.19.5.). Sfery referencyjne to sztuczne punkty odniesienia, kule pokryte specjalną powłoką i zaopatrzone w magnetyczną podstawę. Mocowanie sfer referencyjnych na ociosach sal jaskini odbywać się będzie na magnetycznych podstawach, które przytwierdzone będą do metalowych krążków (fot. 19.6.) naklejonych bądź przykręconych w wytypowanych miejscach na ścianach jaskini. Zagłębienie w krążku centruje położenie sfery i pozwala na łatwe, precyzyjne i wielokrotne pozycjonowanie punktów odniesienia (fot. 19.7. i 19.8)<sup>1</sup>. Zewnętrzna średnica dysku – 50 mm, grubość – 7 mm, a wewnętrzna średnica wyfrezowania – 40 mm.



**Fot. 19. 5.** Zestaw sfer referencyjnych do pomiarów skanerem laserowym



**Fot. 19.6.** Metalowy dysk do mocowania sfery referencyjnej

<sup>1</sup> źródło: [www.laserscanning-europe.com](http://www.laserscanning-europe.com)



**Fot. 19.7.** Dopasowanie magnetycznej podstawy sfery do metalowego dysku mocującego



**Fot. 19.8.** Magnetyczna podstawa sfery referencyjnej i dysk mocujący

Przytwierdzanie metalowych krążków stanowiących podstawę mocowania sfery powinno zostać zrealizowane z wykorzystaniem odpowiednio długich kotwi, gwarantujących ich stabilność i odporność na degradację powierzchni wnętrza jaskini (fot. 19.9. i 19.10.).



**Fot. 19.9.** Mocowanie sfery referencyjnej na magnetycznej podstawie

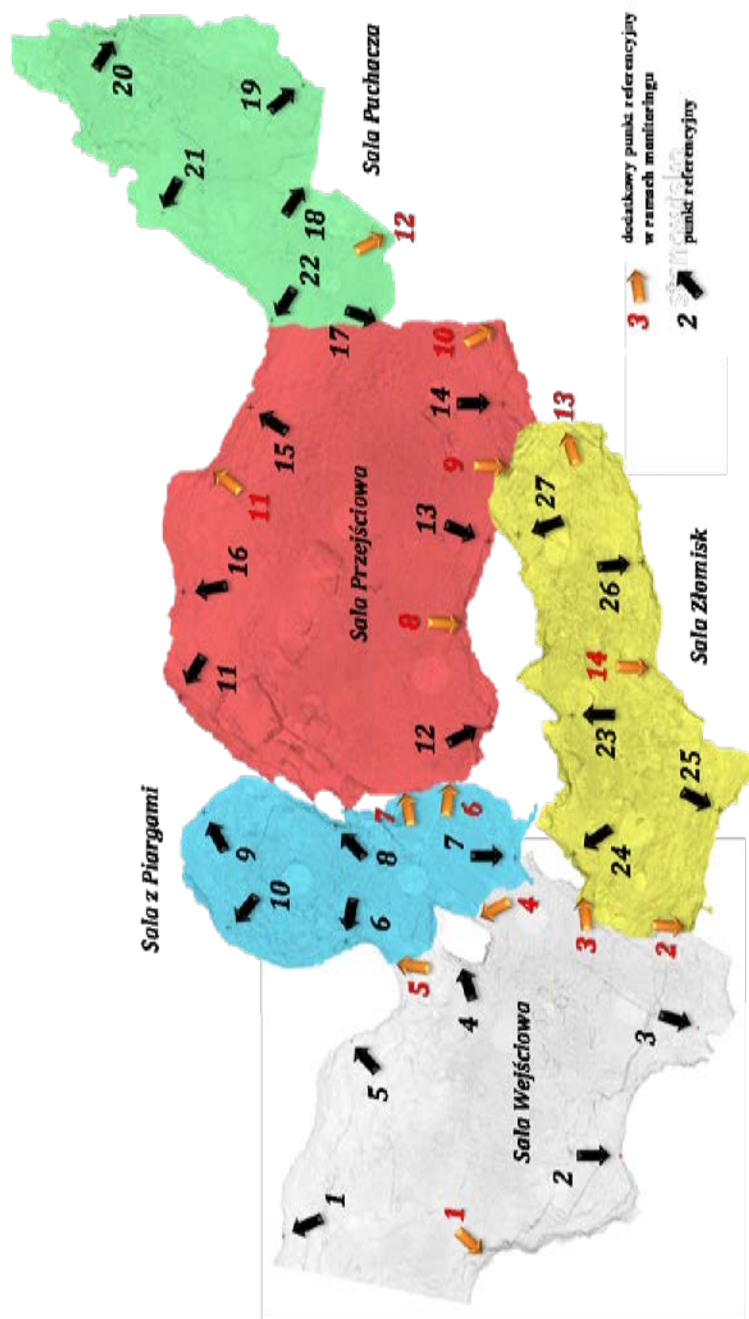


**Fot. 19.10.** Przykład mocowania – kotew i metalowy dysk do mocowania sfery referencyjnej

Funkcjonujący system 27 punktów referencyjnych w ramach pierwszego pomiaru należy uzupełnić o 13 dodatkowych. Zwiększona liczba punktów odniesienia poprawi szybkość i dokładność rejestrowania chmur punktów (skanów) z poszczególnych stanowisk pomiarowych w obrębie całej jaskini. Rozmieszczenie punktów referencyjnych w poszczególnych salach Jaskini Szachownica I przedstawiono na rysunku 19.2.

Niezbędne jest przejście z lokalnego układu współrzędnych i dowiązanie do

geodezyjnego systemu odniesienia (funkcjonującej w tym terenie osnowy geodezyjnej). Częstotliwość pomiarów powinna być dostosowana do tempa zachodzących zmian wewnątrz Jaskini Szachownica (minimum 1 pomiar na kwartał). Pomiary powinny się rozpocząć we wrześniu 2015 r. Czas ich trwania określa Inwestor.



**Rys. 19.2.** Rozmieszczenie punktów referencyjnych w poszczególnych salach Jaskini Szachownica I

Badania geradarem wykazały, że pod Salą Wejściową i Salą Puchacza znajdują się nieznane sale, które mogą mieć wpływ na stateczność całego górotworu Jaskini Szachownica I. W związku z tym proponuje się wykonanie 3 otworów spągowych w celu przewiercenia do nieznanymi sal i wykonania skanowania nieznanymi sal dla oceny rozmiaru pustek spągowych i ich wpływu na stateczność całego masywy Jaskini Szachownica I.

Monitoring stateczności stropu i ociosów sal Jaskini Szachownica I powinien być zrealizowany przez podmiot wyznaczony przez Inwestora.

## 20. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania „in situ”, badania laboratoryjne oraz analizy i obliczenia upoważniają do przedstawienia następujących stwierdzeń:

1. Badania przeprowadzone kamerą introskopową wykazały, że strop jaskini jest silnie zeszcelinowany. Rozwarcie szczelin dochodzi do 10 cm. Są miejsca gdzie to rozwarcie lokalnie dochodzi do 30 cm. Zasięg szczelin i spękań jest duży, w kilku miejscach istnieje połączenie z powierzchnią terenu.
2. Pomiary struktury stropów jaskini wykonane za pomocą georadaru wykazały, że miąższość wapienia zalegającego w stropach poszczególnych znanych sal jaskini zmienia się w następujących przedziałach:
  - Sala Wejściowa: od 4,5 m do około 8,0 m,
  - Sala z Piargami: od 8,5 do około 9,0 m,
  - Sala Przejściowa: od 4,5 m do około 8,0 m,
  - Sala Puchacza: od 3,0 m do około 5,0 m,
  - Sala Złomisk: od 8,0 do 10,0 m.
3. W wyniku profilowania georadarem określono przebieg szczelin pionowych i ukośnych w stropach sal jaskini. Przedstawiono je na rysunkach od 2.7. do



2.11.

4. Parametry wytrzymałościowe wapieni zalegających w stropach i ociosach poszczególnych sal są zmienne. Ich średnia wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie  $R_c$  w stanie powietrzno-suchym zmienia się w następujących przedziałach:
- Sala Wejściowa  $R_c = 53,4 \div 78,3$  MPa, średnio  $R_c = 69,6$  MPa,
  - Sala Złomisk  $R_c = 24,1 \div 35,3$  MPa, średnio  $R_c = 32,0$  MPa,
  - Sala z Piargami  $R_c = 61,5 \div 132,8$  MPa, średnio  $R_c = 85,5$  MPa,
  - Sala Przejściowa  $R_c = 42,2 \div 116,6$  MPa, średnio  $R_c = 77,0$  MPa,
  - Sala Puchacza  $R_c = 52,7 \div 115,4$  MPa, średnio  $R_c = 69,6$  MPa.
5. Analiza porównawcza stateczności stropów i ociosów sal jaskini (rozd.3) wykazała, że proces destrukcji Jaskini Szachownica I postępuje bardzo szybko. Dokonane obserwacje i analiza dokumentacji fotograficznej pozwalają na stwierdzenie, że największe zagrożenie zawałem stropu występuje na dnie synkliny w linii biegnącej z północy przez środek Sali z Piargami na południe do Sali Złomisk. W następnej kolejności zagrożone są: Sala Puchacza, Sala Przejściowa i Sala Wejściowa.
6. W Jaskini Szachownica I wykonano pomiary inwentaryzacyjne poszczególnych sal z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego 3D (rozd.4). Do pomiarów wnętrza jaskini zastosowano skaner laserowy 3D Trimble TX5. Uzyskano przestrzenny model Jaskini Szachownica I oraz uzyskano powierzchnie i kubatury poszczególnych sal, które przedstawiono w poniższej tabeli.

Nazwa sali	Powierzchnia rzutu płaskiego, [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia całkowita, [m <sup>2</sup> ]	Kubatura, [m <sup>3</sup> ]
Sala Wejściowa	326,53	1131,71	217,58
Sala z Piargami	183,00	635,95	171,76
Sala Przejściowa	376,37	1191,6	352,94
Sala Puchacza	388,97	1379,12	351,86
Sala Złomisk	161,64	551,13	91,43
<b>Razem:</b>	<b>1436,51</b>	<b>4889,51</b>	<b>1185,57</b>





7. Aby zabezpieczyć Jaskinię Szachownica I przed niekontrolowanym zawałem skał stropowych i ociosowych zaprojektowano następujące rodzaje wzmocnień:
- tymczasową obudowę podporową (podrozdział 5.1.),
  - żelbetowe filary podporowe (podrozdział 5.2.),
  - iniekcję ciśnieniową stropów sal jaskini (podrozdział 5.3.),
  - obudowa kotwowa stropów sal jaskini (podrozdział 5.4.),
  - obudowa kotwowa ociosów sal jaskini (podrozdział 5.5.).
8. Projektując wzmocnienia sal Jaskini Szachownica I starano się tak dobierać elementy obudowy, aby w minimalnym zakresie zmienić pierwotny wygląd wnętrza jaskini.
9. Zabezpieczenie Jaskini Szachownica I, przed niekontrolowanym zawałem stropu należy wykonać w następujący sposób. W pierwszej kolejności zostaną zabezpieczenie stropy sal jaskini za pomocą tymczasowej obudowy podporowej. Następnie planuje się wykonanie trzech żelbetowych filarów podporowych. Zasadniczym etapem prac będzie sklejenie spękanego górotworu poprzez zastosowanie iniekcji ciśnieniowej. Rozważono wykonanie tej iniekcji w dwóch wariantach (rozdział 12 i 13):
- Wariant I – iniekcja ciśnieniowa od strony stropów jaskini z wykorzystaniem rurowych żerdzi kotwowych (otwory iniekcyjne o dł. 5,0 m będą wiercone od strony stropów jaskini),
  - Wariant II – iniekcja ciśnieniowa z powierzchni z wykorzystaniem rurowych kotwi iniekcyjnych (otwory będą wiercone od strony stropów jaskini o długości od 3,0 do 10,0 m do momentu przewiercenia się na powierzchni).

Mając na uwadze względy ekonomiczne i techniczne rekomenduje się do zastosowania Wariant I wzmocnienia stropów. Końcowym etapem będzie zabezpieczenie stropów i ociosów za pomocą obudowy kotwowej i kotwo-cięgnowej.

10. Dla podanego powyżej zakresu prac wykonano prognozę kosztów propono-



wanych zabezpieczeń. Obliczenia przeprowadzono dla dwóch wariantów zabezpieczeń opisanych powyżej. Łączny koszt wykonania zabezpieczeń wynosi (rozdział 6):

- dla Wariantu I: dla
- Wariantu II: 11.

Dokonano oceny możliwości osiągnięcia zakładanych celów. Do głównych czynników ryzyka związanych z przedmiotem projektu zaliczono (rozdział 7):

- zawał stropu Jaskini Szachownica w trakcie realizacji prac zabezpieczających,
- wystąpienie negatywnego oddziaływania prac na populację nietoperzy w jaskini,
- trudności z wyłonieniem kompetentnego wykonawcy prac zabezpieczających,
- wzrost kosztów inwestycji,
- przestoje w realizacji poszczególnych etapów związane z uwarunkowaniami pogodowymi i zaopatrzeniowymi.

12. Część II pracy przeznaczona jest dla Wykonawcy robót zabezpieczających. Przedstawiono w niej zakres, kolejność i ogólne zasady wykonywania robót. Następnie szczegółowo dla każdej sali przedstawiono sposoby wykonania tymczasowej obudowy podporowej (rozdział 10), wykonania filarów podporowych (rozdział 11), zabudowy kotwi iniekcyjnych od strony stropów jaskini (rozdział 12), wykonania iniekcji z powierzchni (rozdział 13), wykonanie obudowy kotwowej (rozdział 14). Rysunki wykonawcze do każdego rozdziału przedstawiono w załącznikach 3÷7.
13. Kontrolę wykonywanych zabezpieczeń w Jaskini Szachownica I podczas prowadzenia robót należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi w rozdziale 15.
14. Do prac zabezpieczających należy stosować materiały o parametrach podanych w tabeli 16.2. rozdziału 16.



15. W celu ograniczenia infiltracji wody deszczowej do wnętrza jaskini zaproponowano zastosowanie jednej z następujących metod (rozdział 17):
- zastosowanie izolacji przeciwwodnej ułożonej na powierzchni nad stropami jaskini,
  - wypełnienie szczelin i pustek w stropie spoiwem, który skleci górotwór w taki sposób, że zostanie stworzona powłoka ochraniająca przed przeciekaniem wody do wnętrza jaskini.

Autorzy niniejszej dokumentacji rekomendują zastosowanie drugiej metody z pozostawieniem wybranych otworów mających połączenie z powierzchnią dla ukierunkowania przepływu wody do wnętrza jaskini i zachowania warunków klimatycznych panujących w jej wnętrzu. Dla oceny skuteczności proponowanej metody opracowano sposób pomiaru infiltracji wody do wnętrza jaskini.

16. Wykonywanie robót w jaskini, ich organizacja i nadzór powinno być oparte na podstawach prawnych i zasadach podanych w rozdziale 18.
17. W trakcie prowadzenia prac zabezpieczających Jaskinię Szachownica I przed niekontrolowanym zawałem stropu lub ociosu oraz po ich zakończeniu, powinien być prowadzony monitoring stateczności zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale 19.



## 21. WYKAZ MATERIAŁÓW ŹRÓDŁOWYCH

1. Bednarek J., Głazek J., Rudnicki J., Szymkiewicz A., Wierzbowski A.(1977): Projekt rezerwatu geologicznego „Szachownica”. Manuskrypt, Warszawa-Wrocław.
2. Borecki M., Chudek M. (1973): Mechanika Górotworu. Politechnika Śląska, Skrypty Uczelniane nr 444, Gliwice.
3. Drzęzła B., Głęb L., Głuch P., Polok J., Schinohl J. (1998): Obudowa górnicza. Zasady projektowania i doboru obudowy wyrobisk korytarzowych w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Politechnika Śląska, Gliwice.
4. Fuszara E., Kowalski M., Lesiński G., Cygan J. (1996): Hibernation of bats in underground shelters of central and northeastern Poland. Boon Zoll. Beitr.46 (1-4).p.349-358.
5. Głazek J., Rudnicki J., Szymkiewicz A.(1977): Proglacial caves – a special genetic type of cave in glaciated areas. In: Ford, T.D.(e.d.), Proceedings of 7th International Speleological Congress Sheffield, England. British cave research Association, Bridgwater, pp.215-217.
6. Głazek J., Bednarek J., Szymkiewicz A., Wierzbowski A.(1978): Geneza jaskini Szachownica – największego systemu jaskiniowego Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Kras i Speleologia nr 2. S.38-50.
7. GórnyA., Szelerewicz M. (2008): Jaskinia Szachownica od nowa. Jaskinie 53: 30-32.
8. GórnyA., Szelerewicz M. (2009): Jaskinia Szachownica II. Jaskinie 55: 32-33.
9. Hejduk J., Radzicki G. (1996): Dynamika liczebności nietoperzy zimujących w Jaskini Szachownica (w sezonach 1993/1994 i 1994/1995 ). W: Aktualne problemy ochrony nietoperzy w Polsce. Materiały IX Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej, Kraków 25-26 listopada 1995 (red.B.W.Wołoszyn). Publikacje Centrum Informacji Chiropterologicznej ISEZ PAN Kraków, s.41-55.
10. Ignaczak M.(2001): „Szachownica” w szachu. Przyroda Górnego Śląska 24: 13.
11. Ignaczak M., Kowalski M., Lesiński G.(2002): Aktualne trendy zmian liczebności nietoperzy w jaskiniach Wyżyny Wieluńskiej. Streszczenia XVIII Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej w Toruniu, 5-7 listopad.
12. Ignaczak M., Manias J., Rados R., Wojtaszyn G., Szuflet R. (2009): Zimowanie borow-



- ców wielkich *Nyctalus noctula* w Jaskini Szachownica. Nietoperze nr 10, s.65-67.
13. Ignaczak M., Lesiński G.(2012): Nietoperze Jaskini Szachownica. Wydawca Studio Koloru, Warszawa.
  14. Ignaczak M., Lesiński G., Postawa T. (2014): Opinia dotycząca najlepszych metod i terminów planowego wykonania robót zabezpieczenia Jaskini Szachownica z punktu widzenia biologii i ochrony nietoperzy. Biuro Ekspertyz Przyrodniczych, Ekologic Michał Stopczyński.
  15. Kasiński J., Krajewski K.(1978): Nacieki grzybkowe w jaskini Szachownica. Kras i Speleologia nr 2. Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego nr 280.
  16. Kidybiński A.(1997): Modelowanie niejednorodnej strefy odspojenia skał jako podstawa projektów kotwienia oraz doboru obudowy podporowej. XX Zimowa Szkoła Mechaniki Górniczej. Wrocław.
  17. Kidybiński A. (1982): Podstawy geotechniki kopalnianej. Wydawnictwo Śląsk. Katowice.
  18. Kłęczek Z.(1994): Geomechanika górnicza. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice.
  19. Kowalski K.(1951): Jaskinie Polski, T I, Nakładem Państwowego Muzeum Archeologicznego, Warszawa.
  20. Kowalski M., Lesiński G.(1991): Changes in numbers of bats in Szachownica Cave (Central Poland) during 10 years. *Myotis* 29.p.35-38.
  21. Kowalski M., Lesiński G.(1994):Zimowy spis nietoperzy na Wyżynie Wieluńskiej.W: Zimowe spisy nietoperzy w Polsce1988-1992. Wyniki i ocena skuteczności (red.BW.Wołoszyn). Publikacje Centrum Informacji Chiropterologicznej ISEZ PAN.
  22. Kowalski M., Lesiński G., Ignaczak M.(2002): Zimowy monitoring nietoperzy w jaskiniach na Wyżynie Wieluńskiej w latach 1981-1999. *Nietoperze* II(I).s.119-128.
  23. Lesiński G (1983): Nietoperze jaskiń Wyżyny Wieluńskiej. *Przegląd Zoologiczny* XXVII:4.
  24. Lesiński G (1984): W sprawie ochrony zimowiska nietoperzy w Jaskini Szachownica. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 40 (2). s.52-55.
  25. Lesiński G., Ignaczak M., Kowalski M.(2011): Increasing bat abundance in a major Win-



- ter roast in central Poland over 30 years. *Mammalia* 75, p.163-167.
26. Mata bentonitowa do izolacji fundamentów (2014): Materiały ZRG i W AMC.
  27. Miłkowski W., Gliwa E., Szedel P. (1982): Wzmacnianie i uszczelnianie górotworu środkami chemicznymi. Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
  28. Niesyto H. wraz z Zespołem (2008): Badania stanowiskowe podporności systemu drewnianej obudowy kasztowej typu Link-n-Lock. Dokumentacja Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Sprawozdanie nr 113/DLB-1/2008 (nie publikowane).
  29. Nierobisz A., Kabiesz J., Gawryś J., Wadas M., Sanetra U., Kotyrba A., Merta G., Augustyniak I., Borowczyk I. (2008): Ekspertyza określająca możliwości, metody i koszty zabezpieczenia jaskini Szachownica – projektowanego Specjalnego Obszaru Ochrony Sie dlisk NATURA 2000. Praca badawczo-usługowa GIG (nie publikowana), Katowice.
  30. Orłowska A red. (2012): Gatunki nietoperzy występujących w Polsce. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska. Warszawa.
  31. Plan zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Szachownica PLH24004 (2014). Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Katowicach. Zatwierdzono 24.04.2014.
  32. Podgórski K., Podgórski W.(1969): Obudowa kotwiowa wyrobisk górniczych. Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
  33. Polonius A. (2001): Ocena możliwości zabezpieczenia Jaskini „Szachownica I” w Rezerwacie „Szachownica” na podstawie przesłanek geomorfologiczno-geologicznych. Zakład Usług Badawczo-Rozwojowych „TERRA INCOGNITA”. Katowice.
  34. Postawa T. (2007): Plan lokalnej współpracy na rzecz ochrony obszaru NATURA 2000-PLH240004. Szachownica.
  35. Poradnik Górnika, (1982): Praca zbiorowa, tom IV. Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
  36. Praca zbiorowa (1975): Poradnik Górnika t.2. Wydawnictwo Śląsk. Katowice.
  37. Skrzypkowski K.(2014): Określenie charakterystyk naprężeniowo-odkształceniowych kotwy rozprężnej przy obciążeniach statycznych i dynamicznych. Rozprawa doktorska (nie publikowana). Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
  38. Still A., Narbutt J (2008): Zastosowanie drewnianej obudowy kasztowej systemu Link-n-Lock w warunkach kopalń węgla kamiennego. Prezentacja Power Point.
  39. Szelerewicz M., Górny A. (1986): Jaskinie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Wydawnic-



two PTTK „Kraj”, Warszawa-Kraków.

40. Szyrkiewicz A.(1993): Rozwój zjawisk krasowych i kopalnych dolin rzecznych między Częstochową, Wieluniem a Bełchatowem. Praca doktorska (nie publikowana). Arch. Instyt. Geol. Podst. Uniwersytetu Warszawskiego.
41. Urbańczyk Z., Gólski Z.(1994): Zimowe spisy nietoperzy na Ziemi Lubuskiej w latach 1988-1992. Wyniki oceny skuteczności (red.B.W.Wołoszyn), 149-157. Publikacje Centrum Informacji Chiropterologicznej ISEZ PAN Kraków.
42. Wołoszyn B.W., Gradziński M., Kosiński M., Kozakiewicz K., Postawa T.(1996): Plan ochrony rezerwatu geologicznego „Szachownica”. Centrum Informacji Chiropterologicznej. Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN.
43. Zarządzenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Katowicach z dnia 24 kwietnia 2014 r w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Szachownica PLH240004



### 3. ZAŁĄCZNIKI DO ROZDZIAŁU 10:

- Zał.10.1. Sala Wejściowa (rzut poziomy). Sposób wyznaczania linii do rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.2. Sala Wejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.3. Sala Wejściowa (przekrój 1005-1002). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.4. Sala z Piargami. (rzut poziomy). Rozmieszczenia tymczasowej obudowy podporowej
- Zał.10.5. Sala z Piargami. (przekrój 1006-1008). Rozmieszczenia tymczasowej obudowy podporowej
- Zał.10.6. Sala Złomisk. (rzut poziomy). Rozmieszczenia tymczasowej obudowy podporowej
- Zał.10.7. Sala Złomisk. (przekrój 1024-1025). Rozmieszczenia tymczasowej obudowy podporowej
- Zał.10.8. Sala Przejściowa (rzut poziomy). Sposób wyznaczania linii do rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.9. Sala Przejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.10. Sala Przejściowa (przekrój 1014-1015). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.11. Sala Puchacza (rzut poziomy). Sposób wyznaczania linii do rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.12. Sala Puchacza (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.13. Sala Puchacza (przekrój 1022-1017). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej
- Zał.10.14. Sala Puchacza (przekrój 1019-1021). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej





## 4. ZAŁĄCZNIKI DO ROZDZIAŁU 11:

- Załącznik 11.1. Mały Filar (rzut poziomy). Sposób wyznaczania linii obrysu
- Załącznik 11.2. Mały Filar. Sposób zabudowy stojaków i zbrojenia
- Załącznik 11.3. Słup Podporowy. Sposób wyznaczania położenia
- Załącznik 11.4. Słup Podporowy. Sposób wykonania zbrojenia i zabudowy stojaków
- Załącznik 11.5. Filar Sarkofag. Wyznaczanie obrysu
- Załącznik 11.6. Filar Sarkofag. Sposób wykonania zbrojenia i zabudowy stojaków



## 5. ZAŁĄCZNIKI DO ROZDZIAŁU 12:

- Zał.12.1. Sala Wejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.12.2. Sala Wejściowa (przekrój 1005-1002). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.12.3. Sala Przejściowa. (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.12.4. Sala Przejściowa. (przekrój 1014-1015). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.12.5. Sala Puchacza (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.12.6. Sala Puchacza (przekrój 1022-1017). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.12.7. Sala Puchacza (przekrój 1019-1021). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych



## 6. ZAŁĄCZNIKI DO ROZDZIAŁU 13:

- Zał.13.1. Sala Wejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.13.2. Sala Przejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych
- Zał.13.3. Sala Puchacza (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej oraz otworów iniekcyjnych



## 7. ZAŁĄCZNIKI DO ROZDZIAŁU 14:

- Zał.14.1. Sala Wejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.2. Sala Wejściowa (przekrój 1005-1002). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej, zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.3. Sala z Piargami (rzut poziomy). Rozmieszczenia samodzielnej obudowy kotwowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.4. Sala z Piargami (rzut poziomy). Rozmieszczenia samodzielnej obudowy kotwowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.5. Sala Złomisk (rzut poziomy). Rozmieszczenia samodzielnej obudowy kotwowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.6. Sala Złomisk (przekrój 1024-1025). Rozmieszczenia samodzielnej obudowy kotwowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.7. Sala Przejściowa (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej, zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.8. Sala Przejściowa (przekrój 1014-1015). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej, zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.9. Sala Puchacza (rzut poziomy). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.10. Sala Puchacza (przekrój 1017-1022). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej, zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych
- Zał.14.11. Sala Puchacza (przekrój 1019-1021). Rozmieszczenia kasztów obudowy tymczasowej, zestawów obudowy kotwowo-ciężnowej i kotwi ociosowych



## Z A Ł Ą C Z N I K 8<sup>[1]</sup>

1. K S I Ą Ż K A R A P O R T O W A K O N T R O L I R O B Ó T G Ó R N I C Z Y C H  
P R Z E Z O S O B Y D O Z O R U W Y Ź S Z E G O , K I E R O W N I C T W A ,  
N A D Z O R U I N W E S T O R S K I E G O I A U T O R S K I E G O
2. R A P O R T Z M I A N O W Y
3. E W I D E N C J A W I Z Y T I P O L E C E Ń O S Ó B K O N T R O L U J Ą C Y C H
4. U W A G I I P O L E C E N I A D L A N A S T Ę P N Y C H Z M I A N

<sup>[1]</sup> Opracowano na podstawie Zał. nr 1 do Rozporządzenie 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. Nr 139, poz.1169 z 2006 r. Nr 124, poz.863 oraz z 2010 r. Nr 126, poz.855).



---

**KSIĄŻKA RAPORTOWA KONTROLI ROBÓT GÓRNICZYCH  
PRZEZ OSOBY DOZORU WYŻSZEGO, KIEROWNICTWA,  
NADZORU INWESTORSKIEGO I AUTORSKIEGO<sup>[1]</sup>**

---

Firma: .....

**KSIĄŻKA RAPORTOWA**

**Obiekt: Jaskinia Szachownica**

**Położenie: Województwo Śląskie**

**Gmina: Lipie**

**Współrzędne GPS: N51<sup>0</sup>03'25"; E18<sup>0</sup>48'20"**

**Obejmuje okres od ..... do .....**

**Nadzór Inwestorski (imię, nazwisko, podpis):**

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

**Nadzór Autorski (imię, nazwisko, podpis):**

1. ....
2. ....
3. ....

**Kierownik Robót (imię, nazwisko, podpis):**

1. ....
2. ....





szttygara zmianowego)

### EWIDENCJA WIZYT I POLECEŃ OSÓB KONTROLUJĄCYCH

Data	Stanowisko służbowe i nazwisko osoby kontrolującej, stwierdzenia i polecenia	Termin wykonania	Nazwisko i podpis osoby odpowiedzialnej za wykonanie	Stwierdzenie wykonania polecenia





**U W A G I   I   P O L E C E N I A   D L A   N A S T Ę P N Y C H   Z M I A N**

Data	Polecenie	Podpis		Stwierdzenie wykonania polecenia
		wydającego polecenie	przyjmującego polecenie	



## Z A Ł Ą C Z N I K 9<sup>[1]</sup>

1. K S I Ą Ż K A E W I D E N C J I Z A Ł O G I P R A C U J Ą C E J W J A S K I N I S Z A C H O W N C A I
2. K S I Ą Ż K A E W I D E N C J I W I Z Y T O S Ó B K I E R O W N I C T W A, D O Z O R U W Y Ź S Z E G O, N A D Z O R U I N W E S T O R S K I E G O I A U T O R S K I E G O

<sup>[1]</sup> Opracowano na podstawie Zał. nr 1 do Rozporządzenie 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. Nr 139, poz.1169 z 2006 r. Nr 124,







