

Spis treści

1. Podstawa i cel opracowania	4
2. Przedmiot opracowania.....	5
3. Uwarunkowania prawne projektu wentylacji głównego przewietrzania Obiektu	6
4. Zagrożenia aerologiczne w Obiekcie - dobór sposobu wentylacji	6
4.1 Cel wentylacji Obiektu	6
4.2 Zagrożenie wpływem CO ₂ ze starych zrobów mających kontakt z wyrobiskami Obiektu.....	7
4.3 Zagrożenie pożarem endogenicznym w Obiekcie	7
4.4 Zagrożenie metanowe w Obiekcie.....	12
4.5 Zagrożenie klimatyczne w Obiekcie.....	13
4.6 Zagrożenie pyłowe.....	13
5. Koncepcja przewietrzania Obiektu	13
5.1 Założenia techniczne do koncepcji wentylacji Obiektu.....	13
5.2. Koncepcja rozprzodzenia powietrza w Obiekcie	16
5.3. Obliczenia wentylacyjno – klimatyczne dla wyrobisk podziemnych Obiektu	16
5.4. Koncepcja rozmieszczenia nagrzewnic powietrza.....	24
6. Wentylacja odrębna wyrobisk Obiektu.....	27
7. Doprowadzenie powietrza do sztolni od strony ul. K. Miarki	29
8. Koncepcja monitoringu stanu wentylacji Obiektu.....	30
9. Wstępny projekt wykonania otworu wielkośrednicowego dla odprowadzenia powietrza z obiektu.....	31
10. Wstępny projekt stacji wentylatorów głównych.....	43
10.1. Dobór wentylatorów głównych.....	43
10.2 Dobór urządzeń wentylacyjnych i czujników pomiarowych na stacji.....	45
10.3 Dobór tłumików wylotu powietrza	46
10.4 Koncepcja zasilania i sterowania stacji wentylatorów głównych.....	48
10.5 Projekt wstępny budynku stacji wentylatorów głównych.	49
11. Koncepcja prewencji pożarowej	53
12. Opracowanie mapy zasadniczej S+U+W+E w wersji numerycznej do celów projektowych, opracowanie dokumentacji dendrologicznej.....	56
13. Opracowanie kosztorysów inwestorskich inwestycji przedstawionych w niniejszym opracowaniu.....	56
14. Badania geofizyczne terenu planowanej budowy stacji wentylatorów przewietrzającej wyrobiska rejonu Sztolni Dziedzicznej	56
Podsumowanie	57

Spis tablic

Tablica 1 - Klasyfikacja węgla ze względu na skłonność do samozapalenia

Tablica 2 - Wyniki badań skłonności węgla do samozapalenia

Tablica 3 - Przewidywana temperatura powietrza w wyrobisku o długości 1440 m (wlot powietrza od ul. K. Miarki)

Tablica 4 - Przewidywana temperatura powietrza w wyrobiskach na drodze od szybu Wyzwolenie do połączenia z wyrobiskami, którymi prowadzone jest powietrze od szybu Zabrze II - Zabrze II - Carnall

Tablica 5 - Przewidywana temperatura powietrza w wyrobiskach na drodze od szybu Zabrze II - Zabrze II - Carnall do połączenia z wyrobiskami, którymi prowadzone jest powietrze od szybu Wyzwolenie oraz w odcinku wyrobiska łączącym szyby Zabrze II - Carnall i Wyzwolenie ze sztolnią od ul. K. Miarki

Tablica 6 - Dopuszczalne poziomy hałasu

Spis rysunków

Rys.1 Wyznaczenie grubości krytycznej warstwy węgla z pokładu 510 w przypadku zalegania w stropie i spągu skał

Rys.2 Wyznaczenie dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych dla pokładu 510 o grubości 0,8m w przypadku zalegania w stropie i spągu skał

Rys.3 Wyznaczenie dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych dla pokładu 510 o grubości 1,0m w przypadku zalegania w stropie i spągu skał

Rys.4 Wyznaczenie dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych dla pokładu 510 o grubości 1,2m w przypadku zalegania w stropie i spągu skał

Rys.5 Wyznaczenie punktu pracy wentylatora osiowego napędzanego silnikiem o mocy 15kW współpracującego z siecią wentylacyjną Sztolni Dziedziczna

Rys.6 Wodna nagrzewnica powietrza

Rys.7 Projekt wyrobiska portu Reden (Rys wg projektu firmy Modulator)

Rys.8 Koncepcja doprowadzenia powietrza do Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej od strony ul. K. Miarki i przewietrzania komory ładowania akumulatorów

Rys.9 Schemat przestrzenny - koncepcja przewietrzania wyrobisk Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej wraz z lokalizacją czujników pomiarowych

Rys.10 Otwór wielkośrednicowy wykonany w Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej przy rozwidleniu zachodnim (stacja wentylatorów zlokalizowana na powierzchni)

Rys.11 Profil litologiczny otworu nr P-1/2010

Rys.12 Trójnik - rura wstępna $\phi 1300$ i przewód wentylacyjny $\phi 1000$

Rys.13 Konstrukcja otworu wentylacyjnego

Rys.14 Konstrukcja leja $\phi 1020 / \phi 1500$

Rys.15 Wyznaczenia punktu pracy wentylatora osiowego o mocy silnika 15 kW współpracującego z siecią wentylacyjną Sztolni Dziedziczna

Rys.16 Stacja wentylatorów zlokalizowana pod powierzchnią ziemi (na działce nr 1774/1)

Rys.17 Tłumik wylotu powietrza zabudowany na stacji wentylatorów zlokalizowanych na działce nr 1774/1

Rys.18 Koncepcja zasilania stacji wentylatorów zlokalizowanej na terenie działki nr 1774/1

Rys.19 Projekt stacji wentylatorów na terenie działki nr 1774/1 w Zabrze – projekt zagospodarowania działki

Rys.20 Projekt stacji wentylatorów na terenie działki nr 1774/1 w Zabrze przy ul. Wolności -elewacje.

Rys.21 Projekt stacji wentylatorów na terenie działki nr 1774/1 w Zabrze przy ul. Wolności Rzut- części nadziemna

Rys.22 Projekt stacji wentylatorów na terenie działki nr 1774/1 w Zabrze przy ul. Wolności - Rzut - część podziemna

Rys.23 Projekt stacji wentylatorów na terenie działki nr 1774/1 w Zabrze przy ul. Wolności - przekrój 1-1

Rys.24 Schemat zatłaczania antypirogenów do spękaną calizny węglowej

Rys.25 Prewencja pożarowa w chodniku oddzielonym spękanym filarem węglowym (zabezpieczonym antypirogenem) od nieczynnego wyrobiska.

Rys.26 Przykładowe rozmieszczenie otworów do zatłaczania antypirogeny w stosunku do kierunku spękań calizny węglowej - (rzut poziomy).

Spis załączników

Załącznik 1- Sprawozdanie z badań geofizycznych terenu planowanej budowy stacji wentylatorów w rejonie sztolni Dziedzicznej w Zabrze.

Załącznik 2 – Mapa do celów projektowych S+U+E

Załącznik 3 – Kosztorys inwestorski

1. Podstawa i cel opracowania

W niniejszej dokumentacji przedstawiono zmienioną koncepcję systemu wentylacji Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej i pozostałych połączonych z nią lub przewidzianych do połączenia wyrobisk podziemnych (wyrobiska te w niniejszym opracowaniu nazywane będą Obiektem), koncepcja opracowana została zgodnie z wymaganiami zawartymi w drugiej części opisu przedmiotu zamówienia (znak sprawy: ZP-25/2011) złożonego przez ZKWK „GUIDO” w Zabrze. Podczas opracowania dokumentacji odnoszono się do koncepcji wykonanej uprzednio w kwietniu 2010 roku przez Zabrzeńskie Towarzystwo Techniczne z siedzibą przy ul. Hagera 41 w Zabrzu dotyczącej przewietrzania wyrobisk podziemnych ZKWK „GIUDO”. W okresie po opracowaniu pierwotnej koncepcji zaszły istotne zmiany w planowanej strukturze sieci wentylacyjnej, co spowodowało konieczność opracowania niniejszej zmienionej koncepcji przewietrzania wyrobisk podziemnych. Zmiany te obejmowały w szczególności włączenie w zakres przedsięwzięcia adaptacji chodnika w pokładzie 510, przy jednoczesnej rezygnacji z prac udroźnieniowych w chodniku w pokładzie 509.

W toku realizacji dotychczasowej pracy Zleceniodawcy przedstawiono robocze koncepcje przewietrzania głównego Obiektu.

Zgodnie z życzeniem Zleceniodawcy nie rozpatrywano możliwości zabudowy wentylatorów głównego przewietrzania przy istniejących szybach „Wyzwolenie” lub „Zabrze II - Carnall” wobec spodziewanych utrudnień dla ruchu turystycznego, jakie takie rozwiązania mogłoby powodować.

Rozpatrzono natomiast wstępnie cztery warianty wentylacji Obiektu, z których trzy obejmowały zlokalizowanie stacji wentylatorów głównych w wyrobiskach podziemnych Obiektu, a mianowicie

- ze stacją wentylatorów głównych zlokalizowaną w boczniku wentylacyjnym wykonanym w Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej przy rozwidleniu zachodnim (Wariant 1),
- ze stacją wentylatorów głównych zlokalizowaną w boczniku wentylacyjnym wykonanym na zakręcie Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej około 135m od wylotu na ulicę K. Miarki (Wariant 2),
- ze stacją wentylatorów głównych zlokalizowaną we wnętrzu wykonanej w Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej przy rozwidleniu zachodnim (Wariant 3)

oraz wariant ze stacją wentylatorów zlokalizowaną w budowlu wykonanej bezpośrednio pod powierzchnią gruntu (na działce nr 1774/1) i połączenia tej stacji z siecią wentylacyjną Obiektu za pośrednictwem otworu wielkośrednicowego (Wariant 4).

W wyniku uzgodnień ze Zleceniodawcą przyjęto do realizacji Wariant 4. Wybór tego układu wentylacji wynikał głównie ze względów natury logistycznej (trudności transportowe związane z budową i utrzymaniem stacji wentylatorów w wyrobiskach podziemnych) oraz ze względów bezpieczeństwa – w szczególności, w stosunku do pozostałych rozpatrywanych rozwiązań, wariant 4 ułatwia kontrolę pracy stacji wentylatorów oraz wykonywanie napraw oraz skraca drogi ucieczkowe co ma duże znaczenie dla bezpieczeństwa turystów.

Dokumentacja niniejsza zawiera proponowane wymagania co do systemu wentylacji, obliczenia sieci wentylacyjnej dla wybranego wariantu wentylacji sztolni, założenia układu ogrzewania powietrza, założenia i schemat ideowy monitoringu stanu atmosfery, koncepcję rozwiązania doprowadzenia powietrza świeżego do sztolni od strony ulicy K. Miarki, wentylacji komory portu „Reden”, wykonania otworu wielkośrednicowego i budynku wentylatorów głównego przewietrzania, zasilania stacji wentylatorowej oraz zarys programu profilaktyki prewencji zagrożenia pożarami endogenicznymi.

Wyżej wymienione założenia zostały ustalone w wyniku weryfikacji wartości oporów aerodynamicznych wyrobisk Sztolni przeprowadzonej po udostępnieniu do pomiarów tych wyrobisk w lipcu 2012. Pomiary te potwierdziły prawidłowość przyjętych we wcześniejszym opracowaniu parametrów aerodynamicznych wyrobisk.

Ponadto dla ustalenia dokładnej lokalizacji planowanego otworu wielkośrednicowego wykonano badania geofizyczne.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem projektu jest system wentylacji głównego przewietrzania wyrobisk Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej od wlotu przy ul. Miarki do skrzyżowania z chodnikiem podstawowym w pokładzie 510, szyb „Wyzwolenie”, chodnika podstawowego w pokładzie 510, sztolni południowej oraz wyrobisk przyszybowych przy szybie „Zabrze II - Carnall” i szybu „Zabrze II - Carnall”.

Od strony Szybu „Wyzwolenie” planowane jest połączenie wentylacyjne Obiektu z siecią wentylacyjną podziemnej części Skansenu Górniczego „Królowa Luiza”. Według obecnych zamierzeń sieć wentylacyjna Skansenu będzie przewietrzana niezależnie od sieci rozpatrywanej w niniejszym opracowaniu, a w wyrobisku łączącym obie sieci planowane jest zabudowanie służby wentylacyjnej. Dlatego też wobec niepewności założeń projektowych, wynikających z trwających nadal prac koncepcyjnych i budowlanych, w niniejszym projekcie wyrobiska podziemne i urządzenia wentylacyjne Skansenu „Luiza” traktuje się jako odrębną jednostkę wentylacyjną i generalnie nie uwzględnia się ich przyszłego wpływu na stan wentylacji rozpatrywanego Obiektu.

3. Uwarunkowania prawne projektu wentylacji głównego przewietrzania Obiektu

Przy opracowaniu koncepcji przewietrzania wyrobisk podziemnych Obiektu kierowano się ogólnymi zasadami projektowania wentylacji, uwzględniającymi do specyfikację obiektu, przy czym, jako zasadę, przyjęto regulacje prawne zawarte w następujących przepisach odnoszących się do obiektów górniczych:

- Ustawa „Prawo Górnicze i Geologiczne” z dnia 9 czerwca 2011 r. (Dz.U. z 2011 nr 163 poz. 981),
- 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 oraz z 2006 r. Nr 124, poz. 863).

Ponadto podczas opracowania koncepcji przewietrzania uwzględniono również normy prawne regulujące wymagania względem obiektów budowlanych, w szczególności rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku oraz rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

4. Zagrożenia aerologiczne w Obiekcie - dobór sposobu wentylacji

4.1 Cel wentylacji Obiektu

Celem wentylacji górniczej jest zapewnienie zgodnych z przepisami bezpieczeństwa parametrów i składu powietrza w wyrobiskach kopalni. W szczególności należy utrzymywać zawartość tlenu w powietrzu powyżej 19%, oraz rozrzedzenie gazów szkodliwych dla zdrowia poniżej dopuszczalnych przepisami stężeń (NDS)– w szczególności zawartość CO₂ poniżej 1% i CO poniżej 26ppm oraz zapewnienie minimalnej prędkości przepływu powietrza wymaganej przepisami.

Obliczona dla warunków geometrycznych Obiektu energia ciągu naturalnego e_n jest bardzo mała. Dla najzimniejszego miesiąca w ciągu roku, tj. miesiąca stycznia średnia miesięczna temperatura powietrza jest równa -2,0°C, a stopień zawilżenia $X = 0,0028$ kg pary/kg powietrza suchego. Przy ciśnieniu atmosferycznym na powierzchni $p_0 = 100\ 000$ Pa gęstość tego powietrza jest równa 1,2826 kg/m³. Dla głębokości 46,4 m (szyb Zabrze II - Carnall) ciśnienie powietrza wzrośnie o 557 Pa, a jego temperatura w związku z autokompresją o 0,45°C. Gęstość tego powietrza będzie równa 1,2876 Pa. Zatem dla okresu zimowego wartość depresji naturalnej będzie równa:

$$e_n = gb(\rho_c - \rho_0) = 9,80665 \cdot 46,4(1,2876 - 1,2826) \text{ J/m}^3 = 2,3 \text{ J/m}^3$$

Podobnie, dla najcieplejszego miesiąca roku (lipca) mamy: $t_0 = 17,0^{\circ}\text{C}$, $X_0 = 0,0096$ kg pary/ kg powietrza suchego. Natomiast na dole temperatura powietrza wzrośnie o $0,45^{\circ}\text{C}$. Wówczas

$$e_n = 9,80665 \cdot 46,4 (1,19865 - 1,19375) \text{ J/m}^3 = 2,2 \text{ J/m}^3$$

Z powyższego wynika, że depresja naturalna nie ma istotnego wpływu na przewietrzanie Obiektu i nie może być też wykorzystywana dla wentylacji Obiektu, konieczne zatem jest zastosowanie wentylacji mechanicznej.

4.2 Zagrożenie wpływem CO_2 ze starych zrobów mających kontakt z wyrobiskami Obiektu

Zgodnie z ustaleniami autorów pierwotnej koncepcji wentylacji Obiekt zlokalizowany jest na obszarze dawnej, płytkiej eksploatacji węgla kamiennego prowadzonej przez kopalnię „Zabrze” (wcześniej „Królowa Luiza”) stąd posiada wiele połączeń ze starymi zrobami w pokładach (510, 509, 507, 506/1, 505, i 504) kopalni Bielszowice. Wynika z tego zagrożenie pojawieniem się w powietrzu wentylacyjnym dwutlenku węgla pochodzącego ze zrobów i pokładów węgla. W latach poprzednich pomiary jakości powietrza w wyrobiskach Skansenu Luiza wykonane podczas przerw w przewietrzaniu wykrywały podwyższone stężenia CO_2 i obniżenie zawartości tlenu. Zjawiska takie mogą się powtarzać, szczególnie podczas okresów obniżonego ciśnienia atmosferycznego.

4.3 Zagrożenie pożarem endogenicznym w Obiekcie

Wobec sąsiedztwa zrobów i przecinania przez wyrobiska Obiektu pokładów węgla (pokłady nr 510, 509, 507, 506/1, 505, i 504 oraz kilka niezidentyfikowanych) należy również liczyć się z zagrożeniem pożarem endogenicznym, co skutkuje emisją gazów w szczególności dwutlenku węgla i tlenu węgla do powietrza wentylacyjnego, co z kolei spowoduje konieczność za zamknięcia Obiektu do czasu likwidacji pożaru.

4.3.1 Badania laboratoryjne próbki węgla pobranej z Obiektu

W celu ustalenia poziomu stanu zagrożenia pożarowego w Obiekcie przeprowadzono badania laboratoryjne próbki węgla z pokładu 510 pobranej z wyrobiska podziemnego Obiektu oraz poddano analizie parametry chemiczne węgla z pokładów 509, 507, 506/1, 505, i 504 w sąsiednich rejonach KWK Bielszowice. W ramach badań ustalono wartości wskaźników samozapalności węgla (S_z^a i S_z^a) oraz energii aktywacji utleniania (A) metodą GIG ujętą normą PN-93/G-04558. Metoda ta polega na badaniu intensywności utleniania się próbki węgla o uziarnieniu 0,060 do 0,075mm w warunkach adiabatycznych w dwóch temperaturach: 237°C oraz 190°C . Wskaźnik samozapalności S_z^a reprezentuje szybkość wzrostu temperatury w $^{\circ}\text{C}/\text{min}$, węgla utleniającego się w temperaturze 237°C , a odpowiednio wskaźnik S_z^a w

temperaturze 190 °C. Na podstawie tych dwóch wskaźników oblicza się energię aktywacji reakcji utleniania według wzoru:

$$A = 96,791g \frac{S_{Z^a}}{S_{Z^a'}} , \text{kJ/mol}$$

Wskaźniki samozapalności (S_{Z^a} i $S_{Z^a'}$) oraz energia aktywacji (A) określają skłonność węgla do samozapalenia w miejscu pobrania próbki z danego pokładu. Na podstawie wskaźnika samozapalności S_{Z^a} i energii aktywacji utleniania A przeprowadza się klasyfikację węgla do jednej z 5 grup samozapalności zgodnie z normą PN-93/G-04558.

Tabela 1

Tablica 1 Klasyfikacja węgla ze względu na skłonność do samozapalenia

Wskaźnik samozapalności S_{Z^a} °C/min	Energia aktywacji utleniania węgla A kJ/mol	Grupa samozapalności	Ocena skłonności węgla do samozapalenia
do 80	powyżej 67	I	węgiel o bardzo małej skłonności do samozapalenia
	46 do 67	II	węgiel o małej skłonności do samozapalenia
	poniżej 46	III	węgiel o średniej skłonności do samozapalenia
powyżej 80 do 100	powyżej 42	IV	węgiel o dużej skłonności do samozapalenia
	poniżej 42 lub równe		
powyżej 100 do 120	powyżej 34	V	węgiel o bardzo dużej skłonności do samozapalenia
	poniżej 34 lub równe		
powyżej 120	nie normalizuje się		

W poniższej Tabeli przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych próbek węgla z pokładu 510 oraz, dla porównania, wyniki badań próbek węgla z pokładów przecinających wyrobiska podziemne Obiektu występujących w kopalni „Bielszowice”.

Tablica 2 Wyniki badań skłonności węgla do samozapalenia

Miejsce pobrania próbki węgla	Wilgoć		Popiół	Wskaźnik samozapalności węgla		Energia aktywacji	Grupa samozapalności węgla, Skłonność węgla do samozapalenia	
	przemijająca	w próbce analitycznej		Sza	Sza'			
	Wex,%	Wa,%	Energia aktywacji A ^a ,%	oC/min		A,kJ/mol	grupa	skłonność
Pokład 510 (Guido)	4,50	3,10	10,40	73	15	66	II	mała
Pokład 509	4,15	2,90	8,20	75	16	65	II	mała
Pokład 507	4,30	3,00	8,80	74	16	65	II	mała
Pokład 506/1	3,80	2,70	7,20	76	16	65	II	mała
Pokład 505	3,65	3,15	7,80	77	16	66	II	mała
Pokład 504	3,85	3,70	8,10	78	17	64	II	mała

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono że próbka węgla z pokładu 510 pobrana z wyrobiska podziemnego Obiektu – z chodnika podstawowego w pokładzie 510, podobnie jak próbki z pokładów 509, 507, 506/1, 505, i 504 z kopalni „Bielszowice”, została zakwalifikowana do II grupy samozapalności jako węgiel o małej skłonności do samozapalenia, przy czym charakteryzuje się zawilgoceniem do $W_{\infty} = 4,5\%$ i $W'' = 3,7\%$ i zapopieleniem do $A'' = 10,4\%$;

4.3.2 Ocena zagrożenia pożarowego pokładu 510

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń Zakładu Aerologii Głównego Instytutu Górnictwa stwierdzono zasadność oceny skłonności do samozapalenia węgla z pokładów lub ich części na podstawie długości okresu inkubacji pożaru endogenicznego, obliczonego według procedury opisanej ww normie, do następujących 3 kategorii:

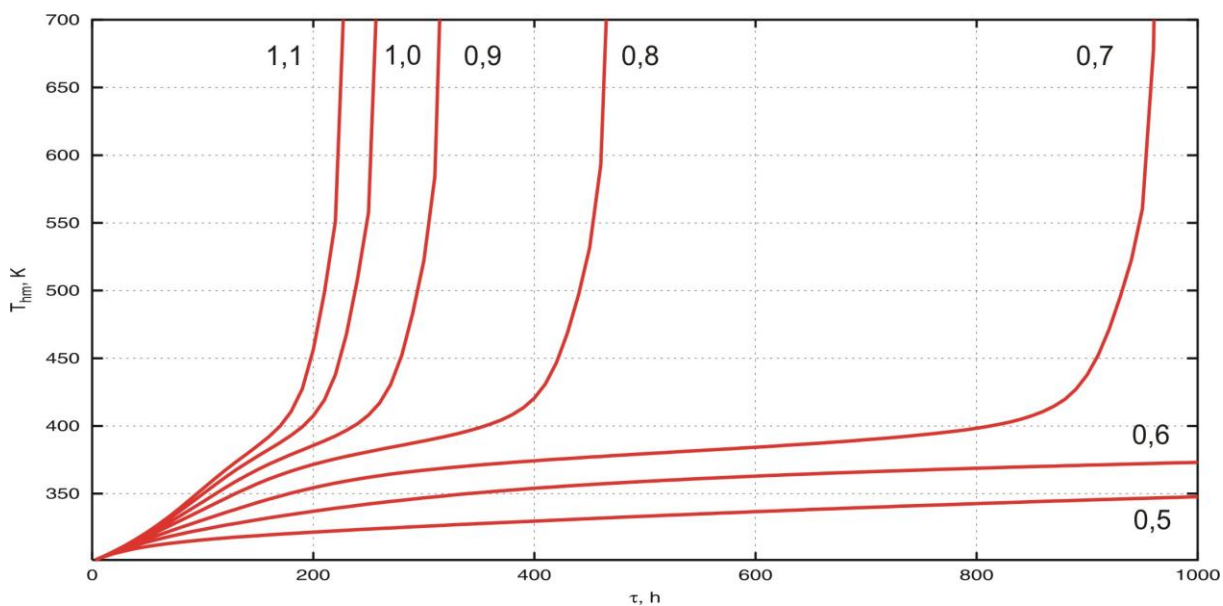
- I o małym zagrożeniu pożarami endogenicznymi, jeżeli obliczony okres inkubacji pożaru jest większy od 80 dni;
- II o średnim zagrożeniu pożarami endogenicznymi, jeżeli obliczony okres inkubacji pożaru jest większy od 50 dni a mniejszy lub równy 80 dni;
- III o dużym zagrożeniu pożarami endogenicznymi, jeżeli obliczony okres inkubacji pożaru jest mniejszy lub równy 50 dni.

Okres inkubacji pożaru endogenicznego wyznaczony dla próbki węgla z pokładu 510 wyniósł 99 dni, co kwalifikuje pokład 510 w Obiekcie jako pokład mało zagrożony pożarami endogenicznymi.

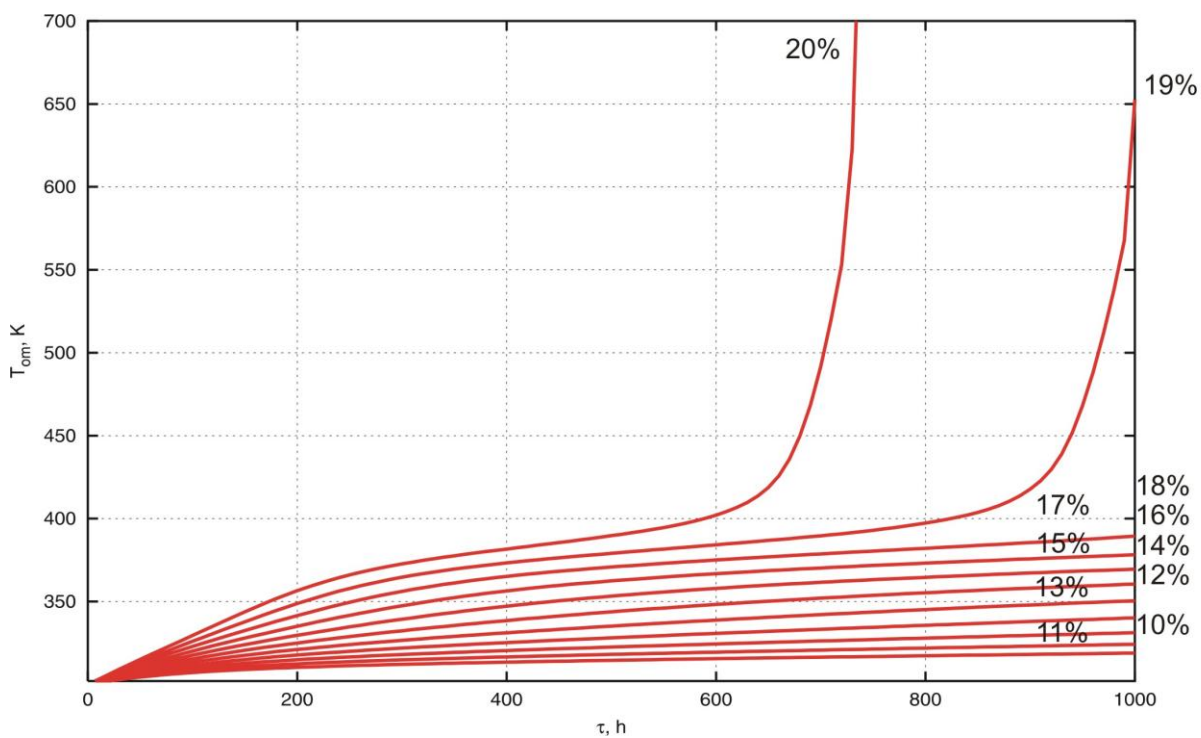
4.3.3 Wyznaczenie grubości krytycznej warstwy węgla

Grubość krytyczną warstwy rozkruszonego węgla dla pokładu 510 (maksymalna grubość warstwy przy której nie zachodzi jeszcze akumulacja ciepła) wyznaczono na podstawie wyników badań prób węgla z w/w pokładu przeprowadzonych w kalorymetrze adyabatycznym dla określenia ciepła reakcji i szybkości reakcji utleniania węgla i wprowadzonych do opracowanego w Zakładzie Aerologii modelu matematycznego procesu samozagrzewania. Na poniższych rysunkach zamieszczono graficzną reprezentację wyników obliczeń grubości krytycznej warstwy węgla, a także dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych przeprowadzonych dla warunków panujących w pokładzie 510 przy założeniu, że rozkruszona warstwa węgla sąsiaduje od stropu i spagu ze skałami.

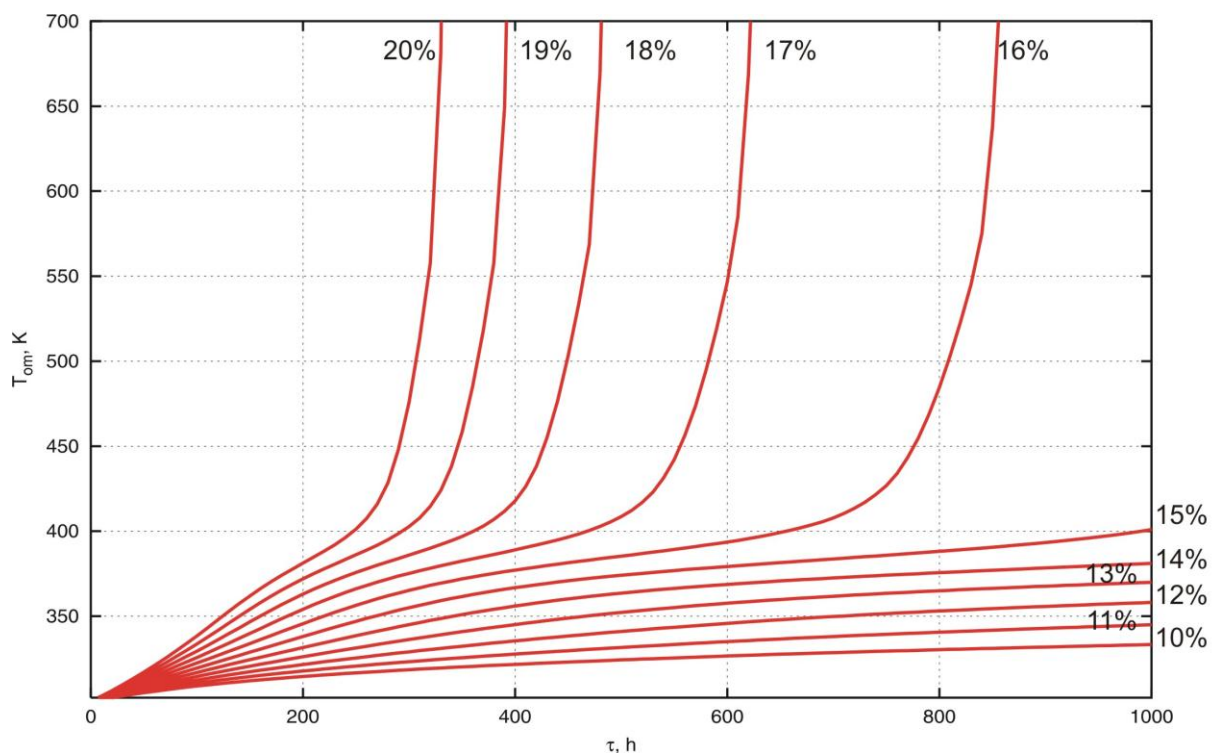
Rys. 1 Wyznaczenie grubości krytycznej warstwy węgla z pokładu 510 w przypadku zalegania w stropie i spągu skał



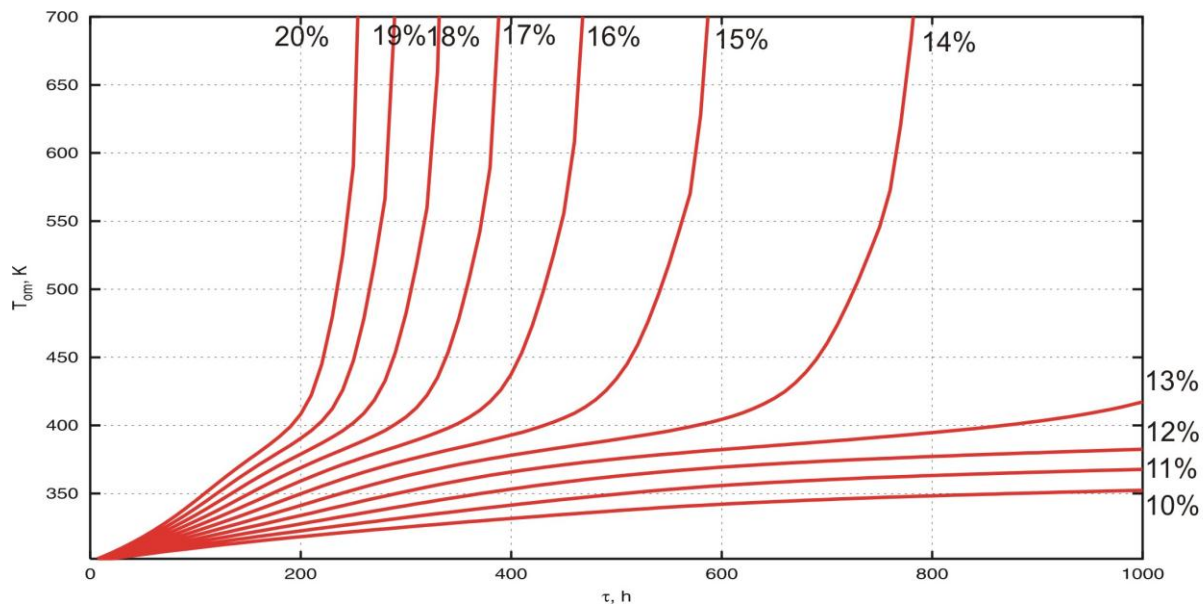
Rys. 2 Wyznaczenie dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych dla pokładu 510 o grubości 0,8m w przypadku zalegania w stropie i spągu skał



Rys.3 Wyznaczenie dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych dla pokładu 510 o grubości 1,0m w przypadku zalegania w stropie i spągu skał



Rys.4 Wyznaczenie dopuszczalnej zawartości tlenu w gazach zrobowych dla pokładu 510 4 o grubości 1,2m w przypadku zalegania w stropie i spągu skał



Z powyższych rysunków wynika, że dla warstwy węgla o grubości powyżej 0,6m istnieje zagrożenie pożarem endogenicznym.

4.3.4 Wnioski z analizy zagrożenia pożarowego Obiektu

Jak wykazano powyżej węgiel z pokładów 510, 509, 507, 506/1, 505, i 504 charakteryzuje się małą skłonnością do samozapalenia (II-ga grupa samozapalności), a okres inkubacji pożaru jest stosunkowo długi i wynosi od 89 do 99 dni. Grubość krytyczna warstwy węgla z pokładu 510 (grubość powyżej której możliwe jest samozapalenie węgla) jest również wysoka i zawiera się w przedziale od 0,5 do 0,6 metra.

Pomimo tego, że parametry charakteryzujące aktywność chemiczną węgla jednej próbki z Obiektu, zapewne spowodowane dużym stopniem zwietrzenia zewnętrznych powierzchni ociosów węglowych w wyrobiskach Obiektu, przy projektowaniu sposobu wentylacji głównej Obiektu należy wziąć pod uwagę zagrożenie pożarami endogenicznymi. Dlatego też przed rozpoczęciem eksploatacji Obiektu zaleca się profilaktykę pożarową polegającą na zatłaczaniu do spękanej calizny węglowej antypirogenów na odcinkach wyrobisk, gdzie następuje przecięcie pokładów węgla oraz na kontaktach ze starymi zrobami, **z wyjątkiem odcinków stanowiących część ekspozycji.**

Należy również prowadzić bieżący monitoring zagrożenia pożarowego zgodnie z odnośnymi przepisami. Stacje pomiarowe dla wykrywania pożarów należy wyznaczyć w przekrojach wylotowych z prądów rejonowych, a ich lokalizacja powinna pokrywać się punktami pomiarowymi systemu monitoringu powietrza (O_2 , CO, CO_2) pokazanymi na rysunku 9.

Należy dodać, że nie można również wykluczyć powstania w wyrobiskach Obiektu pożaru egzogenicznego, spowodowanego awarią urządzeń technicznych czy błędem człowieka. Oznacza to konieczność doboru wentylatorów głównego przewietrzania zapewniających możliwość rewersji wentylacji.

4.4 Zagrożenie metanowe w Obiekcie

Jak dotąd nie zanotowano przypadków migracji metanu z kopalni „Bielszowice” i pokładów węgla na powierzchnię, jednakże po likwidacji pola B możliwa jest migracja metanu pokładami węgla, szczelinami i uskokami ku powierzchni terenu. Proces może się nasilić przy zaprzestaniu pompowania wód dołowych i podnoszeniu się podziemnego zwierciadła (tzw. efekt tłoka) wypychającego gazy ku powierzchni. Wobec tego należy okresowo monitorować skład atmosfery w rejonowych prądach wylotowych na obecność metanu. Po ewentualnym stwierdzeniu zagrożenia metanowego należy podjąć działania zgodne z przepisami górnictwymi.

Przy doborze wentylacji głównego przewietrzania Obiektu należy uwzględnić powyższe zagrożenie, dla zapewnienia zgodnych z odnośnymi przepisami parametrów wentylacji w razie pojawienia się zagrożenia metanowego. W polach metanowych minimalna wymagana

przepisami górnictwami prędkość przepływu powietrza wynosi 0,3 m/s. Wentylatory głównego przewietrzania powinny więc dobrane w taki sposób, aby w razie konieczności zapewnić prędkość przepływu powietrza 0,3 m/s. Ponieważ jest to możliwość jedynie hipotetyczna, układ sterowania wydajnością wentylatorów powinien zapewniać łatwość i dostatecznie szeroki zakres regulacji wydajności. Zasada, którą należy kierować się przy regulacji wentylacji jest utrzymywanie minimalnych parametrów przewietrzania zapewniających zgodne z przepisami i normami warunki klimatyczne i skład powietrza – zbyt intensywna wentylacja jest niekorzystna w aspekcie rozwoju zagrożenia pożarami endogenicznymi i generuje zbyt wysokie koszty, np. związane z ogrzewaniem powietrza.

4.5 Zagrożenie klimatyczne w Obiekcie

W Obiekcie nie prowadzi się żadnych robót górniczych, a jedyne źródło ciepła to silniki akumulatorowe (około 10 kW), które nie są znaczącym źródłem energii cieplnej. Problemy dotyczące klimatyzacji wiązać się mogą jedynie z parametrami powietrza atmosferycznego, które doprowadzane jest do wyrobisk podziemnych Obiektu. Ponieważ temperatura pierwotna górotworu wokół wyrobisk Obiektu wynosi około 8°C w okresie letnim nawet przy temperaturach powietrza wlotowego rzędu 30°C nie należy spodziewać się zagrożenia klimatycznego związanego ze zbyt wysoką temperaturą. Jednakże w okresie zimowym należy liczyć się z temperaturami powietrza znacznie poniżej zera (nawet do -20°C), wobec czego należy zastosować ogrzewanie powietrza wpływającego do Obiektu. W dalszej części opracowania przedstawiono odpowiednie obliczenia klimatyczne oraz koncepcję układu ogrzewania powietrza wentylacyjnego w Obiekcie.

4.6 Zagrożenie pyłowe

Z uwagi na brak eksploatacji węgla zagrożenie pyłem węglowym nie jest przewidziane, natomiast zalecane jest powołanie rzeczoznawcy, który przeprowadzi badania zabezpieczenia pyłu węglowego w celu zaliczenia pokładów lub wyrobisk do klas zagrożenia wybuchem pyłu węglowego. Należy także rozważyć wstępne filtrowanie powietrza z czerpni powietrza świeżego przed cząstkami stałymi (np. liści).

5. Koncepcja przewietrzania Obiektu

5.1 Założenia techniczne do koncepcji wentylacji Obiektu

Reasumując powyższe uwarunkowania wynikające z zagrożeń naturalnych w Obiekcie, uważa się że system przewietrzania powinien spełniać następujące wymagania:

- zastosowanie wentylacji mechanicznej, ssącej,

- zastosowanie wentylatorów osiowych z uwagi na ich stabilność wydatku objętościowego (stroma charakterystyka) oraz łatwość wykonania rewersji w razie sytuacji awaryjnych,
- wielkość wydatku powietrza wymuszana przez wentylację mechaniczną powinna pozwolić na osiągnięcie minimalnej prędkości przepływu powietrza 0,3 m/s we wszystkich bocznicach wentylacyjnych Obiektu, **w razie pojawienia się zagrożenia metanowego**. Jednocześnie, wentylacja powinna zapewnić komfort przebywania w Obiekcie ludziom go zwiedzającym w liczbie około 1000 osób przez 8 godzin dziennie, przy czym należy przyjąć maksymalny okres pobytu każdej z tych osób równy 1,5 godziny,
- tamy wentylacyjne i bezpieczeństwa w Obiekcie wykonane zostaną z materiałów niepalnych,
- połączenie sieci wentylacyjnej Obiektu z wyrobiskami podziemnymi skansenu „Królowa Luiza” zostanie wyposażone w służę wentylacyjną, z urządzeniami do samoczynnego zamykania odzwi tam,
- z uwagi na potencjalne zagrożenie pożarami endogenicznymi zaleca się przy doborze wentylatorów głównego przewietrzania Obiektu kierować się kryterium jak najniższego spiętrzenia całkowitego w punkcie pracy,
- również z uwagi na zagrożenie pożarami endogenicznymi oraz ze względu na minimalizację kosztów wentylacji podczas eksploatacji Obiektu należy dążyć do minimalizacji intensywności przewietrzania,
- wentylacja będzie prowadzona w sposób ciągły (bez wyłączania), natomiast dopuszczalna jest jej regulacja, przy czym w przypadku stwierdzenia negatywnego wpływu wentylacji regulowanej na jakość powietrza wentylacyjnego w Obiekcie, wentylacja regulowana zostanie poddana ponownej analizie,
- w stacji wentylatorów głównych zostaną zabudowane dwa wentylatory, z których jeden będzie rezerwowy, przygotowany do przejęcia pracy w razie awarii wentylatora głównego w czasie do 10 minut, możliwe jest jednak zastosowanie zamiast wentylatora rezerwowego utrzymywanie silnika zapasowego do wentylatora wraz z częściami zapasowymi,
- odcinki wyrobisk mające lub mogące mieć kontakt wentylacyjny ze zrobami i pokładami węgla, **a nie będące częścią ekspozycji**, zostaną uszczelnione i zabezpieczone środkami antypirogennymi zgodnie z odpowiednimi przepisami i sztuką górnictwa,
- monitoring zagrożenia gazowego oraz prędkości powietrza w Obiekcie będzie prowadzony w sposób ciągły,

- w razie pojawienia się zagrożenia metanowego osoby odpowiadające za eksploatację Obiektu podejmą odpowiednie działania zgodne z przepisami górnictwami oraz zawiadomią odpowiednie władze górnicze, w szczególności ustalony zostanie zakres zastosowania metanometrii automatycznej, lokalizacja czujników metanometrycznych, zakres wyłączeń urządzeń elektrycznych przez metanometrię automatyczną,
- na nadszybiu szybu zjazdowego zainstalowane zostanie urządzenie sygnalizujące czerwonym światłem niżkę ciśnienia barometrycznego,
- stacja wentylatorów głównych wyposażona zostanie w przyrządy dokonujące ciągłych pomiarów:
 - podciśnienia statycznego powietrza w kanale wentylacyjnym przed zasuwą (kłapą) i za zasuwą (kłapą),
 - prędkości powietrza w kanale wentylacyjnym,
 - podciśnienia statycznego powietrza w przekroju szybu wydechowego poniżej kanału wentylacyjnego, przy czym pomiary podciśnienia statycznego przed zasuwą i prędkości powietrza w kanale wentylacyjnym automatycznie będą rejestrowane, a wyniki pozostałych pomiarów, o których mowa dokumentowane.
- budynek mieszczący stację wentylatorów głównych zlokalizowany zostanie bezpośrednio pod powierzchnią gruntu na działce nr 1774/1 i wykonany zostanie z materiałów niepalnych oraz wyposażony w łączność telefoniczną z centralą telefoniczną Obiektu oraz wyposażony w stałe i rezerwowe oświetlenie.
- Obiekt będzie posiadać odpowiednio zorganizowaną i wyposażoną służbę przeciwpożarową, sprzęt przeciwpożarowy i ratowniczy oraz środki gaśnicze, plan akcji przeciwpożarowej dla podziemnej części zakładu górnictwa, regulamin organizacji i wyposażenia służby przeciwpożarowej na powierzchni — zakładowej straży pożarnej lub innej jednostki ratowniczej, uzgodniony z właściwą terenowo komendą Państwowej Straży Pożarnej,
- w wyrobiskach podziemnych Obiektu wyznaczone zostaną drogi ucieczkowe, które będą odpowiednio oznakowane,
- w wyrobiskach podziemnych Obiektu niedozwolone będzie posiadanie lub palenie tytoniu oraz posiadanie środków do wznecania ognia,
- wieże szybowe, budynki przyszybowe oraz inne budynki w promieniu 20 m od wlotu do czerpni powietrza świeżego doprowadzanego do Obiektu wykonane zostaną z

materialów niepalnych, czerpnie powietrza powinny być oddalone od dróg publicznych co najmniej o 8m i umiejscowione co najmniej 2m ponad powierzchnią gruntu,

- wloty do szybów, sztolni i upadowych z powierzchni wyposażone zostaną w urządzenia niepalne pozwalające na szybkie i szczelne zamknięcie wyrobisk w razie pożaru na powierzchni,
- w Obiekcie będzie stosowane wczesne wykrywanie pożarów endogenicznych, w sposób określony w załączniku nr 5 do Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz. U. Nr 139, poz. 1169 oraz z 2006 r. Nr 124, poz. 863) oraz monitoring stężenia CO i CO₂ w ustalonych stacjach pomiarowych,
- W Obiekcie prowadzona będzie główna książka przewietrzania służąca do rejestrowania (dokumentowania) wyników kontroli przewietrzania wyrobisk Obiektu.

5.2. Koncepcja rozprowadzenia powietrza w Obiekcie

Powietrze świeże będzie doprowadzone do Obiektu z następujących miejsc:

- od wychodni sztolni przy ulicy K. Miarki, poprzez czerpnię powietrza świeżego;
- od szybu „Wyzwolenie” poprzez budynki przyszybowe;
- od szybu „Zabrze II - Carnall” poprzez budynki przyszybowe,

Powietrze zużyte będzie odprowadzane poprzez pionowy otwór wielkośrednicowy wykonany od sztolni południowej do powierzchni z wylotem na działce nr 1774/1.

5.3. Obliczenia wentylacyjno – klimatyczne dla wyrobisk podziemnych Obiektu

a) Zapotrzebowanie na powietrze doprowadzane do Obiektu

- Wielkość wydatku powietrza konieczna do doboru wentylatora przyjęta została na poziomie pozwalającym na osiągnięcie minimalnej prędkości przepływu powietrza 0,3 m/s we wszystkich bocznicach wentylacyjnych Obiektu w razie pojawienia się zagrożenia metanowego. Dla poszczególnych prądów niezależnych składających się na sieć wentylacyjną Obiektu potrzebne wielkości wydatków powietrza wynoszą odpowiednio:
- Prąd niezależny od szybu „Zabrze II - Carnall” do otworu wielkośrednicowego – $10 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m/s} = 3 \text{ m}^3/\text{s}$

- Prąd niezależny od szybu „Wyzwolenie” do otworu wielkośrednicowego – $10 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \text{ m/s} = 3 \text{ m}^3/\text{s}$
- od stacji kolejki podziemnej przy ul. K. Miarki do otworu wielkośrednicowego – $5,47 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m/s} = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$

Stąd łączne minimalne z uwagi na prędkości powietrza zapotrzebowanie na powietrze wynosi $7,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Minimalna ilość powietrza wynikająca z konieczność zapewnienia każdej osobie przebywającej w wyrobiskach podziemnych Obiektu powietrza w ilości 20 m^3 na godzinę (wg wytycznych podanych w poradniku Reknagel'a). Przyjmując, według oszacowania podanego przez Zleceniobiorcę że w obiekcie przebywać będzie maksymalnie 1000 osób, a długość ich pobytu wyniesie maksymalnie 1,5 godziny, przy czym wyrobiska będą dostępne dla zwiedzających przez 8 godzin dziennie, otrzymujemy minimalną całkowitą wielkość wydatku powietrza potrzebną dla zapewnienia komfortu zwiedzających wynoszącą $1,04 \text{ m}^3/\text{s}$. Przyjmując 20% rezerwę otrzymujemy wielkość około **$1,2 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Z powyższego wynika, że wymagania wiążące się z prędkością powietrza będą głównym kryterium doboru wentylatorów głównego przewietrzania. Wynika również z tego, że system wentylacji głównej Obiektu powinien zapewniać bardzo szeroki zakres regulacji parametrów wentylacji, ponieważ w chwili obecnej nie stwierdza się zagrożeń gazowych w Obiekcie, toteż w zwykłych warunkach intensywność przewietrzania może być znacznie mniejsza.

b) opory aerodynamiczne wyrobisk Obiektu

Opory poszczególnych wyrobisk Obiektu obliczono korzystając ze wzoru dla wyrobisk korytarzowych:

$$R_{roz} = \alpha \frac{B \cdot L}{A^3} \quad (1.1)$$

w którym:

α – współczynnik oporu właściwego, $\text{N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$; jego wartość przyjęto z Poradnika Górnika ($\alpha = 0,008 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$);

B – obwód wyrobiska, m;

L – długość wyrobiska, m;

A – pole powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska, m^2

oraz wzoru dla szybów:

$$R_{sz} = \frac{41,03 \cdot L}{D^{7,541}} \quad (1.2)$$

w którym D oznacza średnicę szybu, m.

Do poniższych obliczeń wentylacyjnych przyjęto wartości parametrów ustalone w wyniku weryfikacji wielkości oporów aerodynamicznych wyrobisk Sztolni przeprowadzonej po udostępnieniu do pomiarów tych wyrobisk w lipcu 2012 i wykonaniu odkrywek. Pomiary te potwierdziły prawidłowość przyjętych we wcześniejszym opracowaniu parametrów aerodynamicznych wyrobisk. Rozpatrywane wyrobiska tworzą trzy niezależne prądy powietrza prowadzące od poszczególnych wlotów Obiektu. Wymiary geometryczne, opory aerodynamiczne i otwory równoznaczne poszczególnych wyrobisk podano poniżej:

od strony wlotu ul. K. Miarki:

$L_1 = 1440 \text{ m}$; $A_1 = 5,47 \text{ m}^2$; $B_1 = 8,291 \text{ m}$; $R_1 = 0,58358 \text{ kg/m}^7$; $A_{R1} = 1,5555 \text{ m}^2$;

Do wymienionej wartości oporu aerodynamicznego należało jeszcze dodać lokalne opory zakrętów oraz opór wlotu liczone według wzoru:

$$R_{lok} = \zeta \frac{\rho}{2A^2} \quad (1.3)$$

gdzie:

ζ – liczba oporu lokalnego,

ρ – gęstość powietrza; przyjęto $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$;

A – pole powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska, m^2 , stąd

$R_{KM} = 0,6317 \text{ kg/m}^7$; $A_{KM} = 1,495 \text{ m}^2$;

od strony szybu Wyzwolenie:

- odcinek szybu:

$L_2 = 42 \text{ m}$; $A_2 = 10 \text{ m}^2$; $R_2 = 0,1176 \text{ kg/m}^7$;

- chodnik podstawowy w pokładzie 510:

$L_3 = 205 \text{ m}$; $A_3 = 8,33 \text{ m}^2$; $B_3 = 10,239 \text{ m}$; $R_3 = 0,02905 \text{ kg/m}^7$;

- odcinek wyrobiska łączący chodnik podstawowy z wyrobiskiem prowadzonym od strony szybu Zabrze II - Carnall:

$L_4 = 65 \text{ m}$; $A_4 = 6 \text{ m}^2$; $B_4 = 8,683 \text{ m}$; $R_4 = 0,02090 \text{ kg/m}^7$.

Całkowity opór aerodynamiczny (wraz z lokalnymi oporami wlotu i zakrętów) jest równy $R_w = 0,18143 \text{ kg/m}^7$; $A_w = 2,7897 \text{ m}^2$;

od strony szybu Zabrze II - Carnall:

- odcinek szybu:

$L_5 = 46,4 \text{ m}$; $A_5 = 10 \text{ m}^2$; $R_5 = 0,13 \text{ kg/m}^7$;

- dwa wyrobiska równoległe o długości 80 m wraz z zakrętami:

$L_6 = 80 \text{ m}$; $A_6 = 6 \text{ m}^2$; $B_6 = 8,683 \text{ m}$; $R_6 = 0,03739 \text{ kg/m}^7$; $A_6 = 6,146 \text{ m}^2$.

- odcinek wyrobiska od wyrobisk równoległych do połączenia z wyrobiskiem prowadzonym od szybu Wyzwolenie:

$$L_7 = 395 \text{ m}; A_7 = 6 \text{ m}^2; B_7 = 8,683 \text{ m}; R_7 = 0,12703 \text{ kg/m}^7;$$

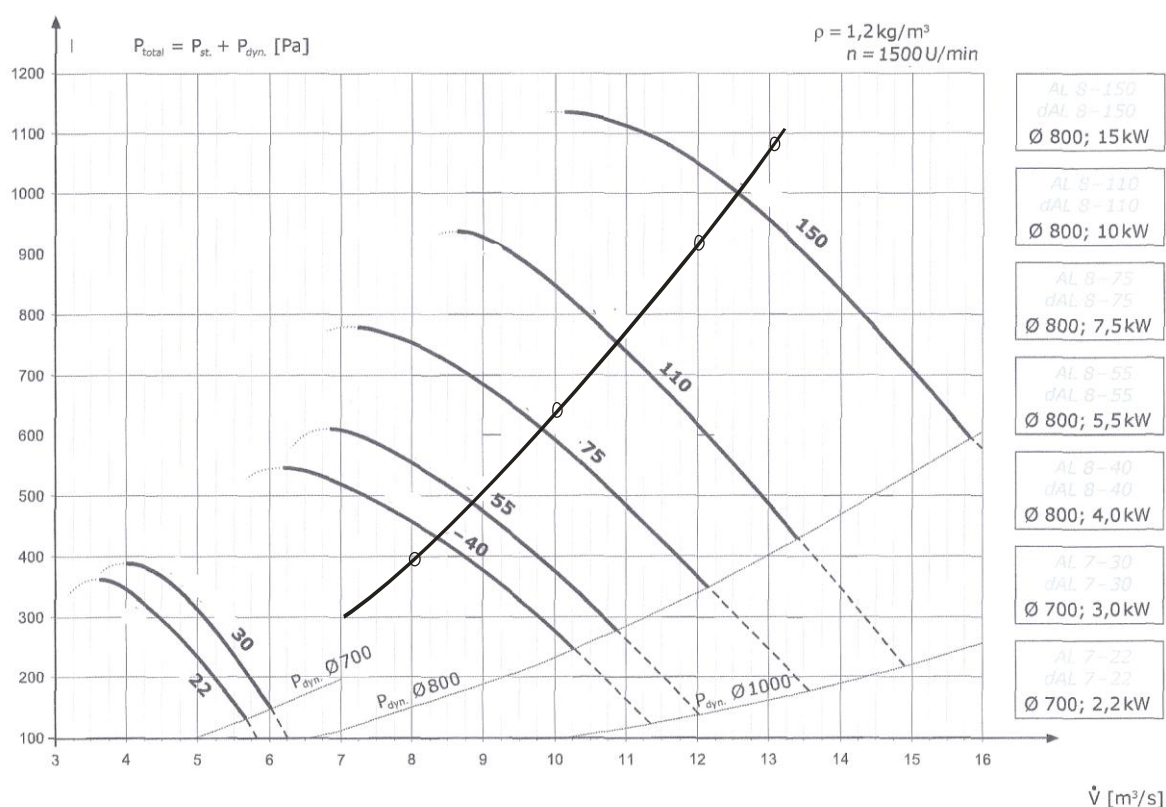
Całkowity opór aerodynamiczny przewodu (wraz z oporami lokalnymi wlotu, zakrętów i połączeń strumieni powietrza) od strony szybu Zabrze II - Carnall jest równy $R_C = 0,3158 \text{ kg/m}^7$, zaś otwór równoznaczny $A_C = 2,114 \text{ m}^2$.

Wypadkowy opór aerodynamiczny wyrobisk, którymi płynie powietrze od szybów Zabrze II - Carnall i Wyzwolenie jest równy $R_{C-W} = 0,4241 \text{ kg/m}^7$, a jego otwór równoznaczny $A_{C-W} = 1,8246 \text{ m}^2$.

Badane wyrobiska tworzą układ bocznic szeregowo – równoległych. Ich wypadkowy opór aerodynamiczny jest równy $R_{ow} = 2,696 \text{ kg/m}^7$. Wymieniona wartość oporu aerodynamicznego uwzględnia opór otworu $\varnothing 1200\text{mm}$, opory lokalne zakrętów i opory aerodynamiczne połączeń bocznic. Aby wyznaczyć parametry punktu pracy wentylatora lutniowego należy dodatkowo uwzględnić opór aerodynamiczny lutni metalowej $\varnothing 1000 \text{ mm}$, opory wlotu i wylotu powietrza, lokalne opory skrętu oraz, co najistotniejsze, opory aerodynamiczne fabrycznego tłumika wentylatora oraz zewnętrznego układu tłumiącego hałas. Wobec tego, że nie jest znany na tym etapie konkretny typ wentylatora oraz parametry układu tłumiącego, przyjęto do obliczeń oszacowane typowe wartości oporu aerodynamicznego stawianego przez elementy tłumiące hałas ($R_{tłumików} = 2 \text{ kg/m}^7$),

Po uwzględnieniu powyższego wielkość całkowitego oporu aerodynamicznego jaki musi pokonać wentylator oszacowana została na około $6,6 \text{ kg/m}^7$. Wobec tego dla zapewnienia żądanej wielkości maksymalnego wydatku powietrza równego około **$9,4 \text{ m}^3/\text{s}$** potrzebne spiętrzenie całkowite wentylatora głównego przewietrzania wyniesie około 600 Pa.

Jednakże na wypadkowy opór aerodynamiczny sieci wentylacyjnej wpływ ma również sposób regulacji poszczególnych prądów rejonowych. Dodatkowo istotnym czynnikiem zmiennym o trudnej do oszacowania wartości jest opór wytwarzany przez kolejkę podziemną poruszającą się po wąskich wyrobiskach sztolni. Dla zgrubnego oszacowania parametrów- koniecznych środków regulacji przeprowadzono wstępne obliczenia rozplywów przy założeniu że w sieci Obiektu pracuje wentylator górniczy lutniowy ssący o charakterystyce podanej na poniższym rysunku (wentylator 150).



Rys. 5 Wyznaczenie punktu pracy wentylatora osiowego napędzanego silnikiem o mocy 15 kW współpracującego z siecią wentylacyjną Sztolni Dziedziczna

Z przecięcia się charakterystyki spiętrzenia wentylatora z charakterystyką oporową Obiektu wynika, że punkt pracy wentylatora oznaczonego 150 (15 kW) miałby następujące parametry:

spiętrzenie – $\Delta p_c \approx 1000 \text{ Pa}$, wydajność $V \approx 12,6 \text{ m}^3/\text{s} \approx 760 \text{ m}^3/\text{min}$

Biorąc pod uwagę łączny strumień powietrza wyprowadzany z kompleksu wyrobisk oraz wartości oporów aerodynamicznych tych wyrobisk, naturalny rozływ powietrza na poszczególne wyrobiska byłby następujący:

- wyrobisko od strony wlotu od ul. K. Miarki o długości $L_1 = 1440 \text{ m}$: $V_{KM} = 5,7 \text{ m}^3/\text{s}$; $w_{KM} = 1,04 \text{ m/s}$;
- wyrobiska od strony szybów Wyzwolenie i Zabrze II - Carnall: $V_{C-W} = 6,9 \text{ m}^3/\text{s}$, $w_{C-W} = 1,15 \text{ m/s}$;
- wyrobiska od strony szybu Wyzwolenie: $V_W = 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$, $w_W = 0,47 \text{ m/s}$;
- wyrobiska od strony szybu Zabrze II - Carnall: $V_C = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $w_C = 0,50 \text{ m/s}$.

Ponieważ przy takim naturalnym rozplywie od strony szybu Zabrze II - Carnall płynęłoby niecałe $180 \text{ m}^3/\text{min}$ powietrza proponuje się, aby na drodze powietrza płynącego od strony szybu Wyzwolenie zabudować tamę o oporze aerodynamicznym równym $0,09 \text{ kg/m}^7$.

Wówczas od szybu Wyzwolenie popłynie $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ powietrza, a od szybu Zabrze II - Carnall $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$. przy takim rozpływie powietrza jego prędkość w każdym z równoległym wyrobisku (o długości 80 m) w pobliżu szybu Zabrze II - Carnall będzie równa $0,28 \text{ m/s}$. Prędkość powietrza w chodniku podstawowym w pokładzie 510 będzie wówczas równa $0,43 \text{ m/s}$, zaś w sztolni od strony wlotu od ul. K. Miarki około 1 m/s .

c) Kryteria doboru wentylatorów głównego przewietrzania Obiektu

Na podstawie powyższych obliczeń, przyjmujemy, że wentylator głównego przewietrzania Obiektu powinien charakteryzować się stabilną pracą w zakresie wydajności od 8 do $14 \text{ m}^3/\text{s}$ przy spiętrzeniu całkowitym w zakresie 600 - 1000 Pa. Jak powiedziano wyżej, jako kryterium doboru potrzebnej wielkości wydatku powietrza oraz wentylatora przyjęto konieczność zapewnienia prędkości powietrza nie mniej niż $0,3 \text{ m/s}$ w każdym wyrobisku Obiektu – na wypadek pojawienia się zagrożenia metanowego w wyrobiskach podziemnych Obiektu. Dlatego też urządzenia głównego przewietrzania Obiektu powinny zapewniać bardzo szeroki zakres regulacji parametrów wentylacji, ponieważ w chwili obecnej nie stwierdza się zagrożenia metanowego w Obiekcie, toteż w zwykłych warunkach intensywność przewietrzania powinna być znacznie mniejsza niż jej maksymalna możliwa do osiągnięcia wielkość wyznaczona powyżej. Regulacja taka powinna być możliwa z możliwie niskimi stratami energetycznymi układu zasilającego wentylator. Można to osiągnąć przy zastosowaniu wentylatorów, które współpracują z układami regulacji wydajności zbudowanymi zwykle na przemiennikach częstotliwości (tzw. falownikach).

Reasumując powyższe, wentylator powinien mieć następujące cechy:

1. Wentylator osiowy,
2. Możliwość rewersji (co najmniej 40% wydajności),
3. Możliwość współpracy z przemiennikiem częstotliwości (falownikiem),
4. Wydajność punktu pracy około $8\text{-}14 \text{ m}^3/\text{s}$,
5. Spiętrzenie całkowite punktu pracy 600-1000 Pa,
6. Sprawność w żądanym punkcie pracy – nie mniejsza niż 55%.
7. Poziom hałasu – poniżej 95dBA (wentylatora bez tłumików).
8. Możliwość zabudowania tłumika.
9. Napięcie 500V.
10. Certyfikat pracy w podziemnym zakładzie górniczym, w polach niemietanowych.

d) Obliczenia klimatyczne

Prognozy klimatyczne wykonano zakładając, alternatywnie sześć wartości temperatury powietrza atmosferycznego na powierzchni, a mianowicie: $+35^\circ\text{C}$, $+25^\circ\text{C}$, $+10^\circ\text{C}$, $+1^\circ\text{C}$, -5°C oraz -20°C . W obliczeniach korzystano z następujących wzorów:

- na współczynnik przejmowania ciepła ze ścian wyrobiska α :

$$\alpha = 6,7016 \frac{w^{0,75}}{r^{0,25}} \quad (2.1)$$

gdzie:

w – prędkość przepływu powietrza, m/s;

r – promień równoważny wyrobiska, m;

- na kryterialną liczbę Biota dotyczącą ruchu ciepła Bi :

$$Bi = \frac{\alpha \cdot r}{\lambda_q} \quad (2.2)$$

gdzie λ_q oznacza współczynnik przewodzenia ciepła skał otaczających wyrobisko, W/(mK);

- na kryterialną liczbę Fouriera dotyczącą ruchu ciepła Fo :

$$Fo = \frac{a_q \cdot \tau}{r^2} \quad (2.3)$$

gdzie:

a_q – współczynnik wyrównywania temperatury skał, m²/s;

τ – czas przewietrzania wyrobiska, s;

- na współczynnik nieustalonej wymiany ciepła pomiędzy skałami a powietrzem (liczba Kirpiczewa) Ks :

$$Ks = 0,5 \frac{Bi^{0,15}}{Fo^{0,2}} \quad (2.4)$$

Nadmienić należy, że wzór (2.4) dotyczy wyrobisk o długim czasie przewietrzania, dla których $Fo > 10$;

- na bezwymiarową długość wyrobiska x_w :

$$x_w = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \lambda_q}{c_p \cdot \rho \cdot V} \quad (2.5)$$

gdzie:

L – długość odcinka wyrobiska, m;

$c_p = 1006$ J/(kgK) - właściwa pojemność cieplna powietrza mierzona przy stałym ciśnieniu,

ρ – gęstość powietrza; w rozważaniach przyjęto $\rho = 1,2$ kg/m³;

V – strumień objętości powietrza płynącego wyrobiskiem, m³/s;

- na pomocnicze współczynniki Ψ i Φ :

$$\Psi = 1 - e^{-Ks \cdot x_w} \quad (2.6)$$

$$\Phi = \frac{\Psi}{Ks \cdot x_w} \quad (2.7)$$

Przyrost temperatury powietrza w odcinku wyrobiska Δt obliczono według wzoru:

$$\Delta t = \Psi(t_{pg} - t) + \Phi \Delta t_z \quad (2.8)$$

gdzie Δt_z oznacza przyrost temperatury powietrza pochodzący od dodatkowych (oprócz górotworu) źródeł ciepła działających w wyrobisku. Wyniki obliczeń klimatycznych dla poszczególnych wyrobisk przedstawiono w tablicach 3, 4 i 5.

Tablica 3 Przewidywana temperatura powietrza w wyrobisku o długości 1440 m (wlot powietrza od ul. K. Miarki)

odległość od początku wyrobiska, m	$t_0 = +35^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +25^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +10^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +1^{\circ}\text{C}$	$t_0 = -5^{\circ}\text{C}$	$t_0 = -20^{\circ}\text{C}$
0	35,0	25,0	10,0	1,0	-5,0	-20,0
100	34,2	24,5	10,0	1,2	-4,6	-19,2
200	33,5	24,1	9,9	1,4	-4,3	-18,4
300	32,8	23,6	9,9	1,6	-3,9	-17,6
400	32,1	23,2	9,8	1,8	-3,5	-16,9
500	31,4	22,8	9,8	2,0	-3,2	-16,2
600	30,7	22,4	9,7	2,2	-2,9	-15,5
700	30,1	22,0	9,78	2,4	-2,6	-14,8
800	29,5	21,6	9,7	2,5	-2,2	-14,1
900	28,9	21,2	9,6	2,7	-1,9	-13,5
1000	28,3	20,8	9,6	2,9	-1,7	-12,9
1100	27,7	20,5	9,6	3,0	-1,4	-12,3
1200	27,2	20,1	9,5	3,2	-1,1	-11,7
1300	26,6	19,8	9,5	3,3	-0,8	-11,1
1400	26,1	19,4	9,5	3,4	-0,6	-10,6
1440	25,9	19,3	9,5	3,5	-0,5	-10,3

Tablica 4 Przewidywana temperatura powietrza w wyrobiskach na drodze od szybu Wyzwolenie do połączenia z wyrobiskami, którymi prowadzone jest powietrze od szybu Zabrze II - Carnall

odległość od początku wyrobiska, m	$t_0 = +35^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +25^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +10^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +1^{\circ}\text{C}$	$t_0 = -5^{\circ}\text{C}$	$t_0 = -20^{\circ}\text{C}$
	35,0	25,0	10,0	1,0	-5,0	-20,0
0	34,9	25,1	10,4	1,5	-4,4	-19,1
100	33,8	24,4	10,3	1,8	-3,8	-17,9
205	32,7	23,7	10,2	2,1	-3,3	-16,8
270	32,0	23,3	10,1	2,3	-3,0	-16,2

Tablica 5 Przewidywana temperatura powietrza w wyrobiskach na drodze od szybu Zabrze II - Carnall do połączenia z wyrobiskami, którymi prowadzone jest powietrze od szybu Wyzwolenie oraz w odcinku wyrobiska łączącym szyby Zabrze II - Carnall i Wyzwolenie ze sztolnią od ul. K. Miarki

odległość od początku wyrobiska, m	$t_0 = +35^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +25^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +10^{\circ}\text{C}$	$t_0 = +1^{\circ}\text{C}$	$t_0 = -5^{\circ}\text{C}$	$t_0 = -20^{\circ}\text{C}$
	35,0	25,0	10,0	1,0	-5,0	-20,0
0	34,9	25,1	10,4	1,6	-4,3	-19,0
80	33,1	24,0	10,3	2,0	-3,5	-17,2
180	32,0	23,3	10,2	2,3	-3,0	-16,1
280	30,9	22,6	10,1	2,5	-2,5	-15,0
380	29,9	21,9	10,0	2,8	-2,0	-13,9
475 ^C	28,9	21,3	9,9	3,0	-1,5	-12,9
475 ^W	32,0	23,3	10,1	2,3	-3,0	-16,2
475*	30,5	22,3	10,0	2,6	-2,3	-14,6
575	29,5	21,7	9,9	2,9	-1,8	-13,6
675	28,5	21,0	9,8	3,1	-1,4	-12,6
775	27,6	20,4	9,7	3,3	-1,0	-11,7
875	26,7	20,3	9,7	3,5	-0,6	-10,8
897	26,5	19,9	9,6	3,6	-0,5	-10,5

Z analizy powyższych tablic wynika, że w zimie podczas silnych mrozów temperatura powietrza w wyrobiskach Obiektu może osiągnąć nawet -20°C . W takim przypadku powietrze świeże wpływające do kopalni musi być ogrzewane.

5.4. Koncepcja rozmieszczenia nagrzewnic powietrza

W rozważaniach przyjęto, że temperatura powietrza na dole kopalni nie powinna dużo różnić się od temperatury średniorocznej, czyli 8°C . Przy takim założeniu i przyjmując ponadto, że strumień objętości powietrza, który wpływa do kopalni od strony ul. K. Miarki jest równy $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$, a strumień powietrza wpływające szybami „Wyzwolenie” i „Zabrze II - Carnall” odpowiednio: $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ i $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$, potrzebne moce grzewcze wynoszą odpowiednio:

- dla wlotu do sztolni od ul. K. Miarki: $Q \approx 200 \text{ kW}$ przy temperaturze powietrza na powierzchni równej -20°C oraz około 90 kW , jeśli temperatura ta będzie równa -5°C ;
- dla wlotu szybem „Wyzwolenie” $Q \approx 120 \text{ kW}$ dla temperatury na powierzchni równej -20°C oraz 55 kW , gdy wspomniana temperatura jest równa -5°C ;
- dla wlotu szybem „Zabrze II - Carnall” $Q \approx 110 \text{ kW}$, jeśli temperatura powietrza atmosferycznego będzie równa -20°C oraz 50 kW , jeśli temperatura ta będzie równa -5°C .

Wstępnie zaproponowano nagrzewnice elektryczne dla wszystkich wlotów. Inwestor jednak stwierdził, że dla ogrzewania szybu „Zabrze II - Carnall” posiada własne rozwiązanie, a do ogrzewania powietrza wpływającego sztolnią od ul. K. Miarki przewiduje ogrzewanie za pomocą nagrzewnic wodnych, ponieważ w tym miejscu posiada kotłownię lokalną. Zatem nagrzewnice elektryczne byłyby zabudowane tylko przy szybie „Wyzwolenie”.

Odnosnie nagrzewnic wodnych zasilanych energią cieplną z kotłowni lokalnej okazało się, że maksymalna moc cieplna tej kotłowni wynosi około 140 kW. Na rynku dostępne są wodne nagrzewnice powietrza o takiej mocy cieplnej. Wobec powyższego proponuje się nagrzewnicę wodną o maksymalnej mocy grzewczej równej 140 kW zabudować w otworze o przekroju $2\text{m} \times 0,6\text{m} = 1,2\text{m}^2$, który zostanie wykonany w obudowie Repliki Wlotu do Sztolni. Nagrzewnica ta będzie zasilana gorącą wodą z lokalnej kotłowni, przy czym parametry cieplne czynnika grzewczego będą wynosiły 120/80°C (lub będą zbliżone). Będzie to nagrzewnica kanałowa z możliwością regulacji mocy grzewczej. Może to być wymiennik ciepła o wymiarach: 2000mm*600mm*190mm wykonany z rur miedzianych z żebrami aluminiowymi o podziałce 2,3mm i średnicy 29mm. Przy zasilaniu 30% roztworem glikolu o parametrach: 120/90°C oraz temperatury powietrza atmosferycznego równej -20°C moc cieplna wymiennika wynosi 178,44 kW. Opór aerodynamiczny dla przepływu powietrza jest równy 39 Pa.

Zabudowa nagrzewnicy wodnej w otworze o przekroju $2\text{m} \times 0,6\text{m} = 1,2\text{m}^2$, który zostanie wykonany w obudowie Repliki Wlotu do Sztolni spowoduje więc wzrost oporu aerodynamicznego odcinka wyrobiska od wlotu powietrza do sztolni od ulicy K. Miarki do węzła, do którego dopływa powietrze od szybów „Wyzwolenie” i „Zabrze II - Carnall”. Opór ten wzrośnie z wartości 0,6317 kg/m⁷ do wartości 3,063 kg/m⁷, zaś otwór równoznaczny przewodu zmniejszy się z wartości 1,495 m² do 0,68 m². Natomiast opór całkowity przewodu ze stacją wentylatorów głównych zmieni się z wartości 6,327 kg/m⁷ do wartości 6,424 kg/m⁷. Parametry punktu pracy wentylatora zmieniają się nieznacznie i będą równe: $\Delta p_c = 1004 \text{ Pa}$, $V = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Rozpływ powietrza będzie wówczas następujący:

od ul. K. Miarki $V_{KM} = 3,4 \text{ m}^3/\text{s}$,

od # „Wyzwolenie” $V_w = 4,7 \text{ m}^3/\text{s}$,

od # „Zabrze II - Carnall” $V_c = 4,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nowy rozpływ powietrza spowoduje zmianę zapotrzebowania mocy cieplnej w okresie mrozów. W przypadku, gdy temperatura powietrza atmosferycznego będzie równa -20°C, potrzebna moc grzewcza wyniesie:

od ul. K. Miarki $Q_{KM} \approx 120 \text{ kW}$,

od # „Wyzwolenie” $Q_w \approx 160 \text{ kW}$,

od # „Zabrze II - Carnall” $Q_C \approx 150$ kW.

W przypadku, gdy temperatura powietrza atmosferycznego będzie równa -5°C , potrzebna moc grzewcza wyniesie:

od ul. K. Miarki $Q_{KM} \approx 50$ kW,

od # „Wyzwolenie” $Q_W \approx 70$ kW,

od # „Zabrze II - Carnall” $Q_C \approx 70$ kW.

Zagadnienie to zostanie szczegółowo rozwiązane w projekcie wykonawczym.



Rys. 6 Elektryczna nagrzewnica do kanałów prostokątnych i okrągłych

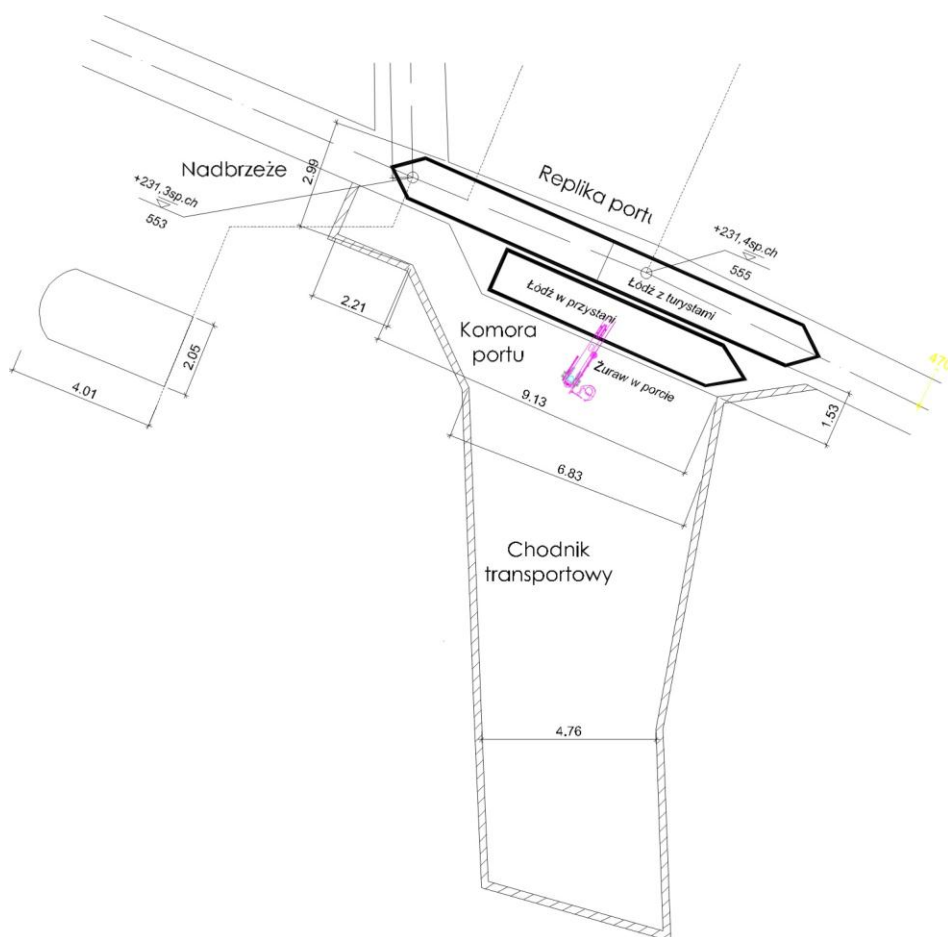
Do ogrzewania powietrza doprowadzanego poprzez budynek przy szybie „Wyzwolenie” zgodnie z początkowymi ustaleniami zaproponowano nagrzewnice elektryczne. Ponieważ na jednym ze spotkań Inwestor zdecydował się na nagrzewnice wodne zasilane z sieci miejskiej, zaproponowano pięć nagrzewnic wodnych o mocy cieplnej 25 kW każda. Na kolejnym spotkaniu Inwestor powrócił do koncepcji nagrzewnic elektrycznych. Proponuje się zatem zabudowę sześć nagrzewnic elektrycznych o mocy cieplnej 27 kW każda, przy czym przyjęto że z każdą z nagrzewnic współpracuje wentylator o wydajności $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Przyrost temperatury przy takiej wydajności wynosi 28°C . Zatem przy temperaturze powietrza atmosferycznego równej -20°C nagrzewnice te ogrzeją to powietrze do temperatury $+8^{\circ}\text{C}$. Przyjęte wymiary pojedynczej nagrzewnicy elektrycznej wynoszą: $400\text{mm} \times 400\text{mm}$.

Należy pamiętać o tym, że potrzebna moc grzewcza zależy od temperatury powietrza atmosferycznego. Dlatego też proponowane nagrzewnice powinny mieć możliwość regulacji mocy cieplnej.

6. Wentylacja odrębna wyrobisk Obiektu

Według przedstawionych zamierzeń Inwestora w zasadzie wszystkie wyrobiska Obiektu przewietrzane będą prądami obiegowymi. Stare wyrobiska, nie wchodzące w skład ekspozycji zostaną wyłączone z sieci za pomocą tam izolacyjnych murowych, których czoła będą oddalone od wyrobisk z prądami obiegowymi maksymalnie o 5m. Jedynym wyjątkiem od tej reguły jest przypadek planowanej ekspozycji w rejonie tzw. portu Reden. Przedmiotowe wyrobisko ślepe łączy komorę portu z przecznicą do pokładu 510. Długość wyrobiska wynosi około 18 m licząc od wlotu do komory portu, a jego szerokość jest zmienna i wynosi od 9,3 m w rejonie wlotu do komory portu do 5,0 m w końcowym fragmencie. Gabaryty wyrobiska zostały ustalone przez projektanta (firmę Modulor) ze względu na możliwość zabudowy eksponatów przewidzianych w tej strefie ekspozycyjnej. W odległości około 13 m od wlotu do komory portu po stronie zachodniej łączy się z przecznicą do pokładzie 510. W końcowej strefie w wyrobisku projektuje się wykonanie komory projektorów i sztucznego rząpia dla odwadniania tego rejonu GKSD w kierunku Skansenu Górniczego „Królowa Luiza”.

Podczas pracy nad koncepcją przewietrzania Obiektu przyjęto zasadę maksymalnej zgodności przyjmowanych rozwiązań z odnośnymi przepisami zawartymi w Rozporządzeniu 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 oraz z 2006 r. Nr 124, poz. 863. Według tych przepisów mało nachylone (do 10°) wyrobiska w polach niemetalowych o długości do 10m można przewietrzać przez dyfuzję, bez stosowania jakichkolwiek urządzeń wentylacyjnych., a przy zastosowaniu pomocniczych urządzeń wentylacyjnych takie wyrobiska można przewietrzać do długości 15 m.



Rys.7 Projekt wyrobiska portu Reden (Rys wg projektu firmy Modulor)

Wyrobisko o takich rozmiarach w świetle przytoczonych przepisów powinno być przewietrzane za pomocą wentylacji odrębnej. Jednakże wobec turystycznego charakteru Obiektu zastosowanie hałaśliwej ciągłej wentylacji mechanicznej byłoby niezasadne. Rozważono kilka podanych niżej wariantów rozwiązania tego problemu:

- zastosowanie pomocniczych urządzeń wentylacyjnych (np. nawiewki z kierownicą od strony wlotu powietrza) i skrócenie długości wyrobiska do wymaganych przepisami wielkości 15m,
- ograniczenie bezpośredniego dostępu turystów do strefy sięgającej w głąb wyrobiska powyżej 10 m poprzez zagrodzenie tej strefy (np. za pomocą kraty), z pozostawieniem bardziej oddalonej części jako części ekspozycji dostępnej bezpośrednio jedynie przeszkolonym pracownikom Obiektu oraz zainstalowanie w tej strefie czujnika zawartości tlenu z progiem alarmowym ustawionym na zawartość 20%,
- zabudowanie czujnika zawartości tlenu w najbardziej odległym odcinku wyrobiska, z sygnalizacją zmniejszenia zawartości tlenu poniżej 20% oraz wentylatora

swobodnego włączanego automatycznie po przekroczeniu progu alarmowego czujnika.

W opracowanej przez nas koncepcji proponujemy rozwiązanie drugie. Rozwiązanie to winno być jednak uzgodnione z właściwym organem nadzoru górniczego.

7. Doprowadzenie powietrza do sztolni od strony ul. K. Miarki

Przedstawiona wyżej koncepcja przewietrzania obejmuje zakłada konieczność doprowadzenia powietrza do sztolni od strony jej wychodni w rejonie ulicy Karola Miarki. Wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, miejsce doprowadzenia powietrza świeżego do czerpni powietrza świeżego powinno być oddalone o co najmniej 8 m w rzucie poziomym od źródeł zanieczyszczenia powietrza, w tym od ulic i zgrupowania miejsc postojowych dla więcej niż 20 samochodów, a odległość dolnej krawędzi otworu wlotowego czerpni od poziomu terenu powinna wynosić co najmniej 2 m. Wymagania takiego nie ma jednak w odniesieniu do obiektów górniczych. Należy również zastosować przyjętą w górnictwie zasadę że wszystkie budynki w promieniu 20 m od wlotu powietrza świeżego doprowadzanego do Obiektu muszą być wykonane z materiałów niepalnych.

Jako rekomendowane w niniejszym projekcie rozwiązanie, spełniające ww warunki przyjmuje się doprowadzenie powietrza świeżego do sztolni poprzez otwór o przekroju $2\text{m} \times 0,6\text{m} = 1,2\text{m}^2$, wykonany w obudowie Repliki Wlotu do Sztolni, z nagrzewnicą zasilaną z lokalnej kotłowni, w postaci wymiennika ciepła o wymiarach: $2000\text{mm} \times 600\text{mm} \times 190\text{mm}$.

Opór aerodynamiczny przepływu powietrza przez wymiennik dla żądanego maksymalnego przepływu powietrza będzie równy 39 Pa. Zabudowa nagrzewnicy wodnej w otworze o przekroju $2\text{m} \times 0,6\text{m} = 1,2\text{m}^2$, który zostanie wykonany w obudowie Repliki Wlotu do Sztolni spowoduje więc wzrost oporu aerodynamicznego na odcinku od wlotu powietrza do sztolni od ulicy K. Miarki do węzła łączącego strumień powietrza płynącego od szybów Zabrze II - Carnall i Wyzwolenie do wartości $3,06 \text{ kg/m}^7$. W takim razie otwór równoznaczny tego odcinka zmniejszy się do $0,68 \text{ m}^2$, zaś opór całkowity przewodu ze stacją wentylatorów zmieni się z wartości $6,33 \text{ kg/m}^7$ do wartości $6,42 \text{ kg/m}^7$. Parametry punktu pracy wentylatora zmieniają się nieznacznie i będą równe: $\Delta p_c = 1004 \text{ Pa}$, $V = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Natomiast rozpyw powietrza będzie następujący:

od ul. K. Miarki $V_{KM} = 3,4 \text{ m}^3/\text{s}$,

od #Wyzwolenie $V_w = 4,7 \text{ m}^3/\text{s}$,

od #Zabrze II - Carnall $V_c = 4,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na rys. 8 przedstawiono koncepcję doprowadzenia powietrza do sztolni od strony ul. K Miarki spełniające w/w wymagania.

Wykonanie czerpni w proponowanym miejscu wiąże się z przeprowadzeniem uzgodnień z:

- pracownią architektoniczną projektującą powstający budynek zajezdni kolejki podziemnej przy ulicy K. Miarki,
- wykonawcą trwających aktualnie robót budowlanych.

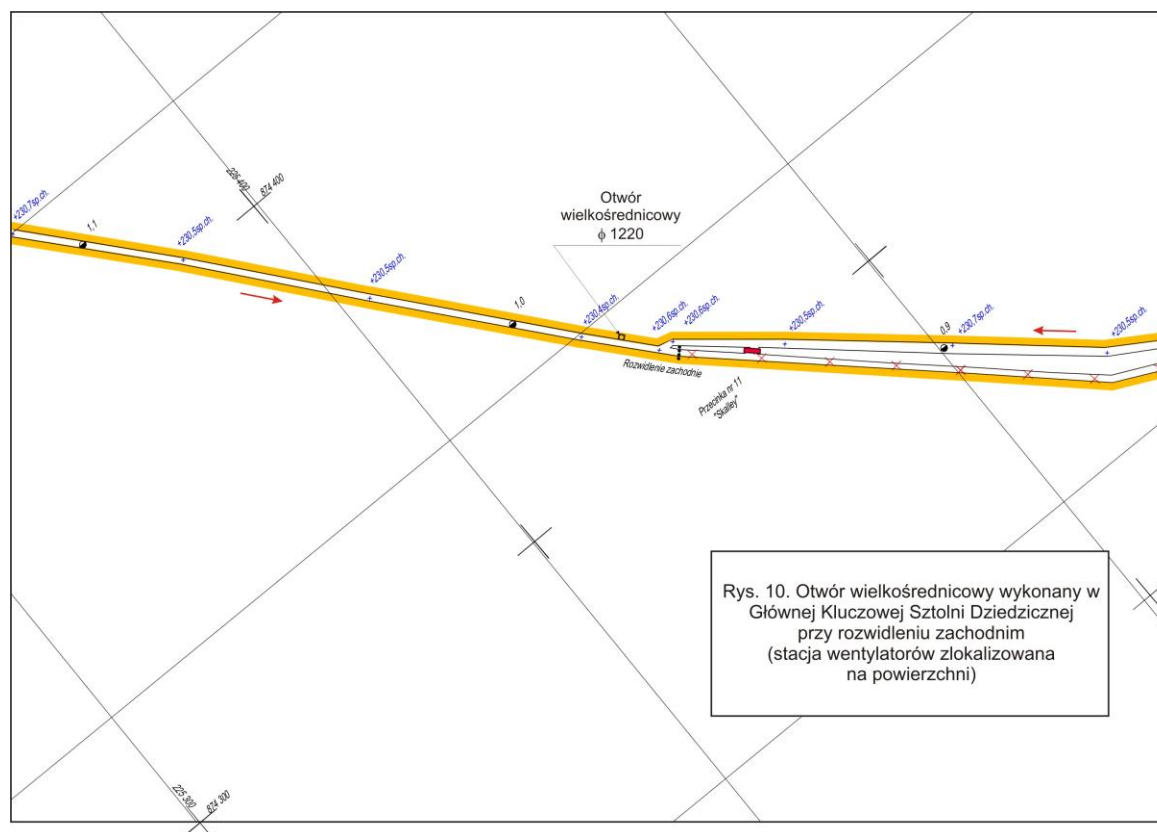
8. Koncepcja monitoringu stanu wentylacji Obiektu

Z uwagi na zagrożenia wentylacyjne w obiekcie, stan przewietrzania wyrobisk podziemnych powinien być kontrolowany za pomocą systemu telemetrycznego z centralą integrującą wskazania czujników monitorujących stan atmosfery w poszczególnych wyrobiskach, w komorze ładowania akumulatorów, komorze przy porcie Reden jak również czujników monitorujących stan pracy stacji wentylatorów głównych. Stacje monitorowania składu powietrza w wyrobiskach trasy turystycznej powinny być wyposażone w czujniki tlenu węgla o zakresie pomiarowym co najmniej do 100 ppm i błędzie pomiarowym do 3 ppm, czujniki zawartości tlenu w pełnym zakresie pomiarowym, czujniki zawartości dwutlenku węgla o zakresie pomiarowym co najmniej do 2 %. Komorę ładowania akumulatorów należy wyposażyć w czujnik wodoru oraz czujnik dymu. Końcową część komory przy porcie „Reden” należy zabezpieczyć przez zainstalowanie czujnika zawartości tlenu z progiem alarmowym ustawionym na 20%.

Proponuje się urządzenie punktów monitorowania stanu atmosfery w przekrojach wylotowych poszczególnych prądów niezależnych sieci wentylacyjnej. Ponadto stacja wentylatorów głównych powinna być wyposażona w czujnik anemometryczny oraz sondy ciśnienia statycznego zabudowane w przekroju dolotowym do stacji wentylatorowej oraz w wentylatorze. Proponowane rozmieszczenie poszczególnych elementów pomiarowych systemu monitoringu pokazano o na Rysunku nr 9.

Należy rozważyć również, dla oceny skuteczności wentylacji oraz komfortu cieplnego turystów i innych osób przebywających pod ziemią, zabudowę czujników wilgotności względnej o zakresie do 100%.

Dla odprowadzenia powietrza z Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej i pozostałych połączonych wyrobisk podziemnych proponuje się odwiercenie z powierzchni wielkośrednicowego otworu technicznego. Otwór ten spełniał będzie rolę szybu wentylacyjnego. Otwór wywiercony z terenu działki nr 1774/1 do sztolni na poziomie 230,4m npm (rys. 10).



Założenia projektowe:

- otwór odwiercony będzie przed wykonaniem budynku stacji wentylatorów głównych,
- otwór łączył będzie powierzchnię terenu z wyrobiskiem dolowym,
- średnica robocza otworu $\phi 1220$ mm,
- zakończenie otworu w wyrobisku dolowym w formie leja.

Przewidywany zakres prac.

Zadanie obejmuje wykonanie fundamentu metodą budowlaną i otworu wielkośrednicowego metodą wiertniczą. Otwór wykonany zostanie z powierzchni do wyrobiska na głębokości 27,1m i w sposób odpowiedni włącznie uzbrojony w rury przewodowe ϕ 40”.

Otwór wiertniczy będzie zarurowany rurami przewodowymi zacementowanymi na całej długości.

Warunki geologiczne i hydrogeologiczne.

Warunki geologiczne na rozpatrywanym obszarze przedstawiono na podstawie materiałów ujętych w Specyfikacji istotnych warunków zamówienia i Programie funkcjonalno-użytkowym oraz przekazanych przez zamawiającego.

W szczególności wykorzystano:

- przekrój geologiczny wzdłuż Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej,
- wyniki badań z otworu badawczego P-1/2010,
- profil otworu P-1/2010 (rys.11).

Budowa geologiczna.

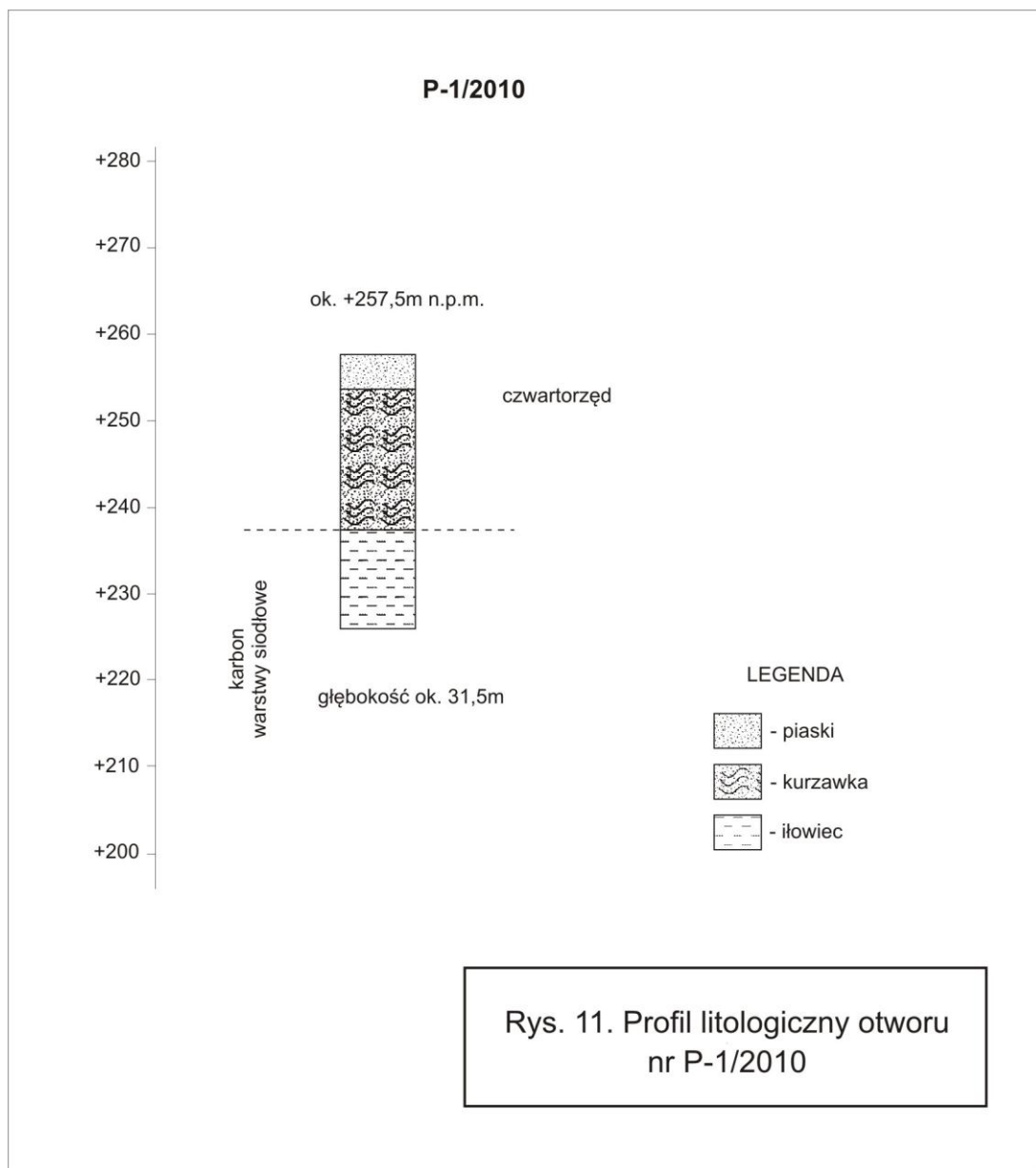
Stratygrafia i litologia.

W profilu pionowym w rejonie projektowanego wiercenia, na odcinku od powierzchni do głębokości około 31,5 m występują (otwór P-1/2010):

utwory czwartorzędowe reprezentowane przez grunty antropogeniczne i utwory dyluwialne (plejstoceny), wykształcone jako piaski. Utwory czwartorzędowe stanowią nakład utworów karbońskich. Piaski czwartorzędowe wykazują okresowe zawodnienie,

utwory karbońskie zalegające poniżej utworów czwartorzędowych. Utwory karbońskie na rozpatrywanym odcinku tj. do głębokości 31,5 m reprezentowane są przez warstwy siódlowe, wykształcone jako ilowce.

Profil stratygraficzno-litologiczny w rozpatrywanym rejonie przedstawiony został na rys. 11.



Tektonika.

Rozpatrywany rejon zlokalizowany jest w północno-zachodniej części niecki głównej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Warstwy karbońskie w rozpatrywanym rejonie zapadają generalnie na południowy-wschód pod kątem $5^{\circ} \div 20^{\circ}$. Utwory czwartorzędowe zalegają niezgodnie na utworach karbońskich.

Tektonika w rejonie Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej jest silnie rozwinięta, górotwór pocięty jest uskokami, nasunięciami i wykazuje znaczące spękanie. W związku z powyższym nie można wykluczyć ucieczki płuczki w trakcie wiercenia na rozpatrywanym odcinku w utworach karbońskich.

Stosunki hydrogeologiczne.

W rozpatrywanym rejonie w górotworze od powierzchni do głębokości 31,5 m występuje piętro wodonośne czwartorzędowe reprezentowane przez jeden horyzont wodonośny występujący w warstwie piasków, które okresowo mogą wykazywać zawodnienie. Ich zawodnienie jest ściśle związane z zasilaniem wodami z opadów atmosferycznych infiltrujących do górotworu.

Ze względu na długotrwały okres drenowania górotworu przez szyby o nieszczelnej obudowie, sztolnię oraz zlikwidowane wyrobiska górnicze, zasoby statyczne warstw wodonośnych nadkładu i stropu karbonu uległy zdrenowaniu. Wody z zasobów dynamicznych (wody opadowe) infiltrują z powierzchni terenu poprzez system szczelin do głębszych partii górotworu, gdzie drenowane są przez zlikwidowane wyrobiska dołowe na niższych poziomach.

Warunki geologiczno-inżynierskie.

W rozpatrywanym rejonie w profilu pionowym od powierzchni do głębokości 31,5 m występują dwie strefy geotechniczne:

I strefa geotechniczna

Od powierzchni terenu do głębokości około 20m ppt. (czwartorzęd) występują luźne utwory piaszczyste. W przypadku zawodnienia tych utworów (okres deszczowy) piaski czwartorzędowe mogą mieć charakter kurzawki.

II strefa geotechniczna

Poniżej utworów czwartorzędowych występują zwarte utwory karbońskie. Utwory te na odcinku stropu karbonu prawdopodobnie są zwietrzałe i wykazują znaczne spękanie.

PROJEKT OTWORU

Lokalizacja otworu.

Współrzędne otworu zostaną określone po ustaleniu ostatecznej lokalizacji stacji wentylatorów głównych na terenie działki 1774/1.

Rzędna powierzchni terenu w rejonie wiercenia otworu wynosi +257,5 m npm.

W związku z małymi gabarytami sztolni, przed ostateczną lokalizacją otworu wielkośrednicowego, należy wykonać otwór badawczy dla potwierdzenia prawidłowości wyboru miejsca wiercenia.

Parametry fundamentu.

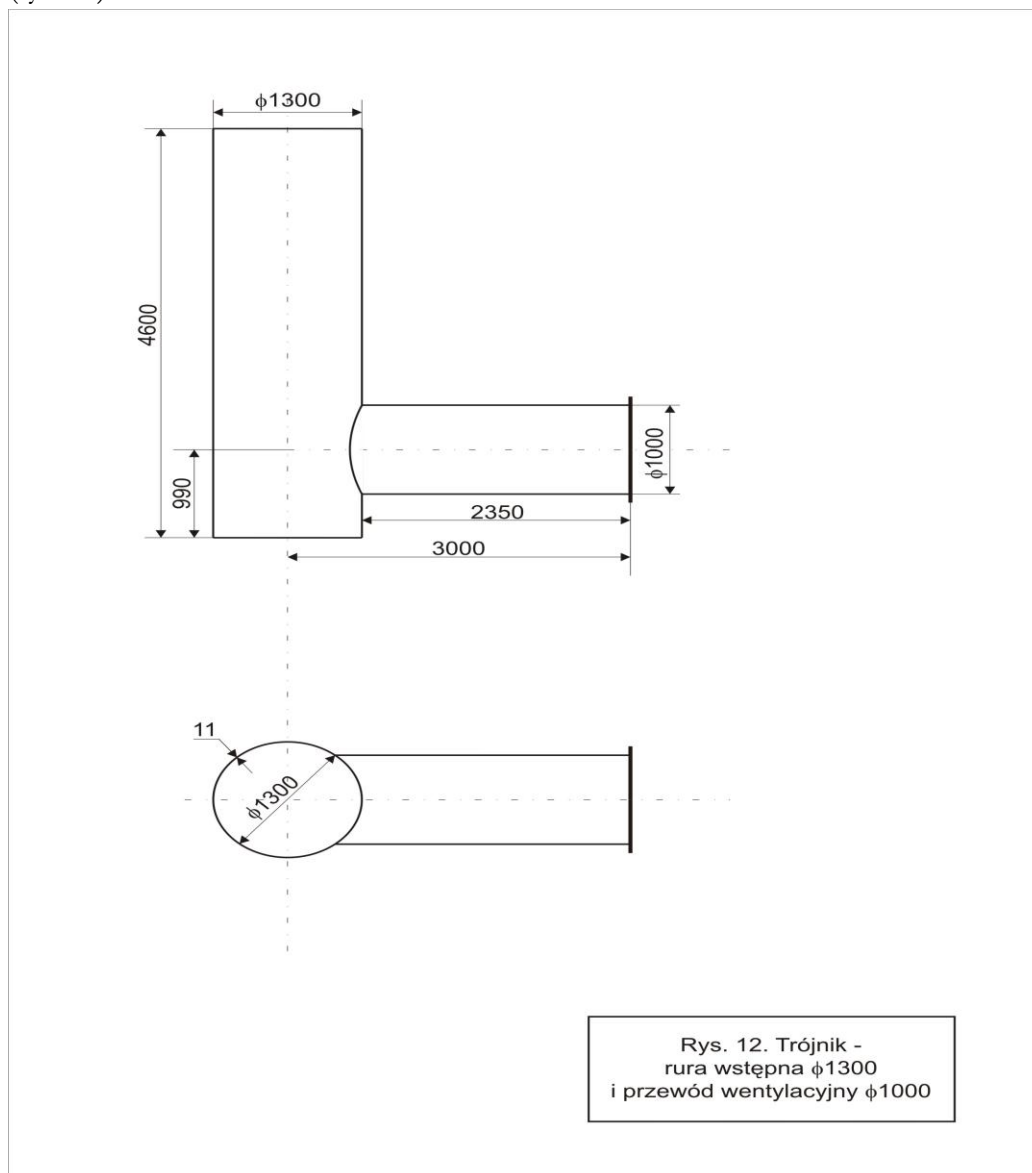
Dane techniczne fundamentu:

długość	6 m
szerokość	3 m

grubość

4,6 m

Fundament należy wykonać z betonu minimum C16/20. Dla wzmocnienia dodatkowo zastosować można zbrojenie wewnętrzne z prętów min. $\phi 12\text{mm}$. Fundament należy tak wykonać, aby jego górna powierzchnia zlokalizowana była 0,1m powyżej powierzchni terenu. W fundamencie osadzony będzie stalowy trójnik wstępny z rury $D_z = 1300\text{mm}$ (grubość ścianki 8mm) o długości 4600mm i rury $D_z = 1000\text{mm}$ (grubość ścianki 8mm) o długości 2350mm (rys. 12).



Parametry projektowanego otworu (rys. 13).

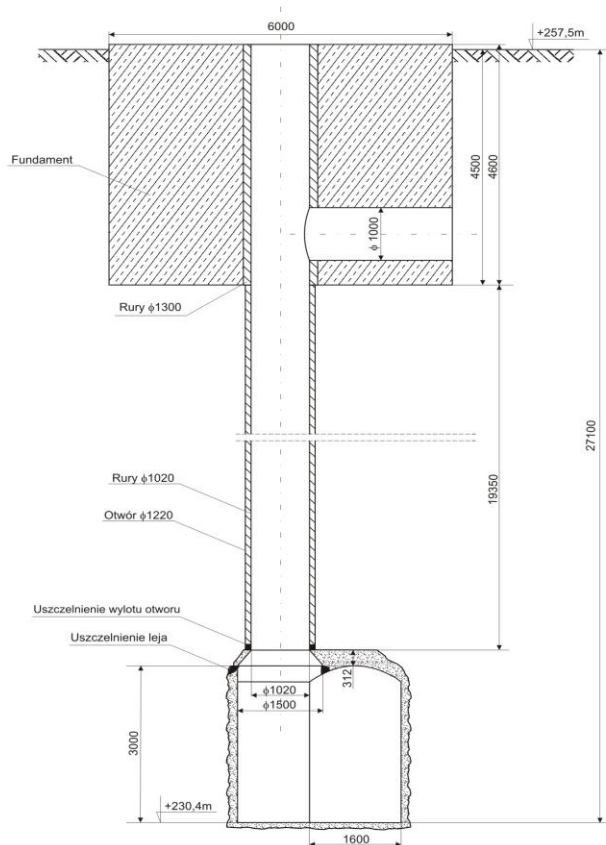
Dane techniczne otworu:

- długość otworu wiertniczego (pilot) 19,4 m
- długość otworu wiertniczego (poszerzanie) 19,4 m
- długość rur przewodowych 24,0 m
- końcowa średnica wiercenia od 4,5 do 22,6m – 1219 mm
- kąt wiercenia - 90°
- sposób wiercenia: pilot obrotowo na płuczkę

lub sprężone powietrze,
poszerzanie obrotowo na sucho.

Wlot otworu wyznaczony zostanie w terenie przez uprawnionego geodetę zgodnie z ustalonymi współrzędnymi.

Wlot i wylot otworu pokazany został na rysunku 13.



Rys. 13. Konstrukcja otworu wentylacyjnego

Konstrukcja otworu

Otwór wielkośrednicowy uzbrojony będzie w rury przewodowe 1020x11,0 wykonane zgodnie z PN-79/H-74244. Masa 1 mb rur wynosi 298 kg. Rury cementowane będą do górnej powierzchni fundamentu.

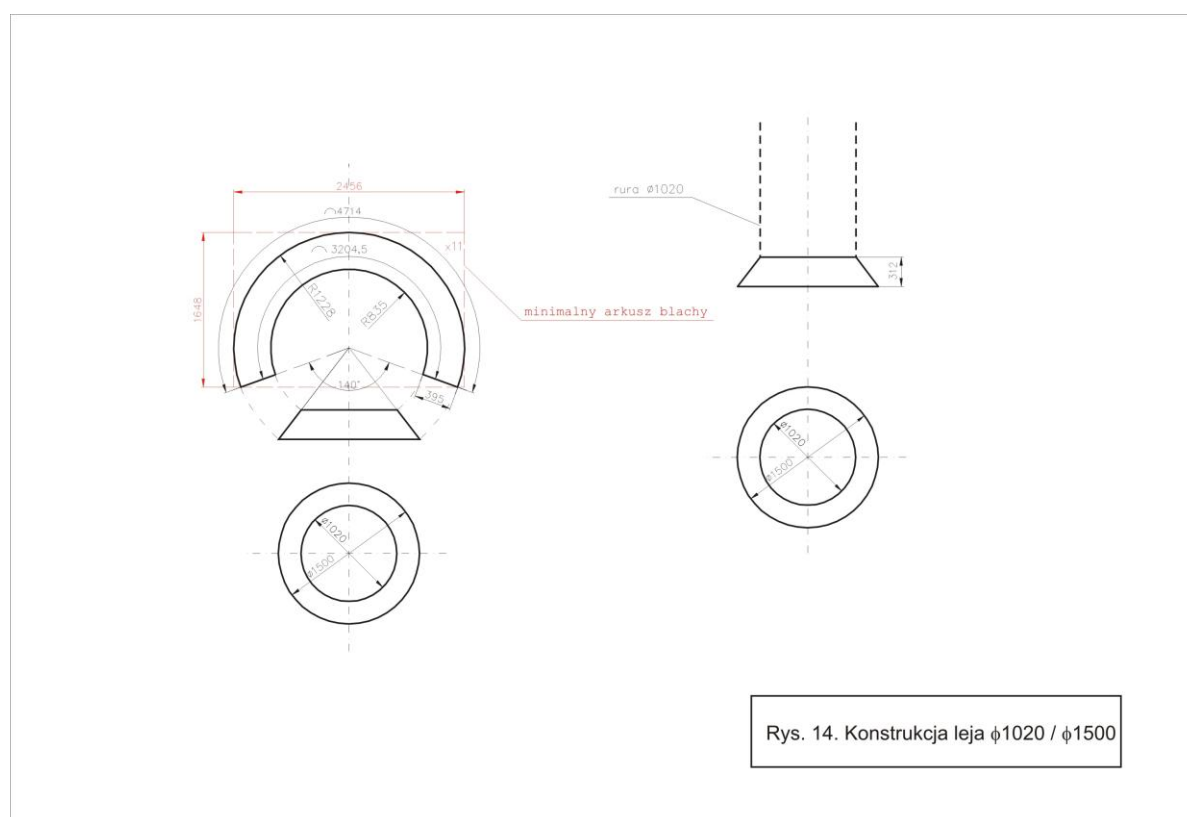
Rury przewodowe $D_z = 1020$ mm zastosowane będą w 6m odcinkach. Odcinki rur łączone będą przy zastosowaniu połączeń spawanych. Stosować należy spoiny montażowe, czołowe, obwodowe z licem wypukłym o grubości $g = 11$ mm.

W ostatnim górnym odcinku rur wykonany będzie otwór dla doprowadzenia powietrza do stacji wentylatorów głównych.

Uzbrojenie otworu na powierzchni i w wyrobisku dołowym.

Po wykonaniu otwór na powierzchni zabezpieczyć należy stalową zaślepką.

W wyrobisku dołowym po zacementowaniu rur wiertniczych przyspawana do nich zostanie końcówka w formie leja stalowego (rys. 14).



Charakterystyka urządzeń wiertniczych.

Urządzenie wiertnicze zastosowane do wykonania otworu powinno charakteryzować się udźwigiem na haku urządzenia równym co najmniej $15T$

i możliwością wiercenia do głębokości co najmniej 30m średnicą $\phi 1220$ mm.

Projekt cementacji rur.

Obliczenie ilości zaczynu cementowego dla uzyskania korka o długości 2,0m.

Obliczenie wykonane zostało według wzoru:

$$V_{zc} = \frac{\pi * (d_o^2 - d_z^2) * \alpha}{4} * l \quad [m^3]$$

gdzie :

α (współ. uwzględniający zwiększenie średnicy otworu ponad nominalną) = 1,2

do (średnica otworu) = 1,219 m

dz (średnica zewnętrzna rury cementowanej) = 1,02m

l (odcinek rur cementowanych - korek) = 2,0m

$$V_{zc} = \frac{\pi * [(1,219^2 - 1,02^2) * \alpha]}{4} * 2,0 = 0,84 \quad [m^3]$$

Obliczenia ilości suchego cementu.

Ilość suchego cementu niezbędną do sporządzenia potrzebnej ilości zaczynu cementowego obliczamy ze wzoru :

$$Q_c = \frac{\gamma_c * \gamma_w}{\gamma_w + m * \gamma_c} * V_{zc} * \beta \quad [T]$$

γ_c (ciężar właściwy suchego cementu) = 3,15 [T/m³]

γ_w (ciężar właściwy wody) = 1 [T/m³]

m (współczynnik wodno-cementowy w/c) = 0,5

β (wsp. uwzgl. straty cementu w czasie transportu i sporządzania zaczynu) = 1,05

$$Q_c = 1,092 \quad [T]$$

Obliczenia ilości wody potrzebnej do sporządzenia wymaganej porcji zaczynu cementowego.

$$Q_w = m * Q_c = 0,546 \quad [m^3]$$

Obliczenie ilości zaczynu cementowego dla pozostałej kolumny rur (od korka do wierzbu) o długości 20,0m.

Obliczenie wykonane zostało według wzoru:

$$V_{zc} = \frac{\pi * (d_o^2 - d_z^2) * \alpha}{4} * l \quad [m^3]$$

gdzie :

α (współ. uwzględniający zwiększenie średnicy otworu ponad nominalną) = 1,2

do (średnica otworu) = 1,219 i 1,284 m

dz (średnica zewnętrzna rury cementowanej) = 1,02m

l (odcinek rur cementowanych) = 15,4 i 4,6m

$$V_{zc} = \frac{\pi * [(1,219^2 - 1,02^2) * \alpha]}{4} * 15,4 + \frac{\pi * [(1,284^2 - 1,02^2) * \alpha]}{4} * 4,6 = 6,467 + 2,637 = 9,104 \quad [m^3]$$

Obliczenia ilości suchego cementu.

Ilość suchego cementu niezbędną do sporządzenia potrzebnej ilości zaczynu cementowego obliczamy ze wzoru :

$$Q_c = \frac{\gamma_c * \gamma_w}{\gamma_w + m * \gamma_c} * V_{zc} * \beta \quad [T]$$

γ_c (ciężar właściwy suchego cementu) = 3,15 [T/m³]

γ_w (ciężar właściwy wody) = 1 [T/m³]

m (współczynnik wodno-cementowy w/c) = 0,5

β (wsp. uwzgl. straty cementu w czasie transportu i sporządzania zaczynu) = 1,05

$$Q_c = 11,694 \quad [T]$$

Obliczenia ilości wody potrzebnej do sporządzenia wymaganej porcji zaczynu cementowego.

$$Q_w = m * Q_c = 5,847 \quad [m^3]$$

Ciężar właściwy zaczynu cementowego

$$\gamma_{zc} = \frac{\gamma_c * \gamma_w * (1 + m)}{\gamma_w + m * \gamma_c} \quad [T]$$

$$\gamma_{zc} = 1,83 \quad [T]$$

W związku ze znacznym spękaniem górotworu należy liczyć się z możliwością ucieczek zaczynu cementowego w spękany górotwór w czasie prowadzenia cementacji. W przypadku tym należy zagęścić zaczyn cementowy.

Wytyczne technologiczne wykonania otworu.

Projektowana kolejność robót.

- zagospodarowanie wiertni,
- wykonanie fundamentu z rurą wstępną (trójnikiem) $\phi 1300$ mm,
- montaż urządzeń na stanowisku wiertniczym,
- wiercenie otworu pilotowego $\phi 216$ mm,
- poszerzanie otworu pilotowego do średnicy 1220 mm,
- zabudowa i cementacja rur $\phi 1020$,
- zabudowa leja stalowego w stropie komory wentylatorów,
- zabudowa na powierzchni zaślepki na rurach i wykonanie tymczasowego ogrodzenia wokół otworu wielkośrednicowego,
- demontaż urządzeń i uprzątnięcie wiertni.

Wykonanie fundamentu z trójnikiem.

Przed przystąpieniem do prac związanych z wierceniem otworu, w miejscu wiercenia wykonany będzie fundament o szerokości 3m, długości 6,0m i grubości $\sim 4,6$ m z betonu min. C16/20. Celem wykonania fundamentu, w pierwszej kolejności wykonany będzie metodą budowlaną przy użyciu sprzętu zmechanizowanego wykop o wymiarach 3,0x6,0 m do głębokości 4,5m.

W wykopie współosiowo z projektowaną osią otworu wielkośrednicowego osadzona zostanie trójnik (rys.12) o średnicy 1300mm i długości 4,6m. Fundament ma wystawać 0,1m powyżej powierzchni terenu, w związku z tym dookoła wykopu na powierzchni terenu wykonać należy szalowanie o wysokości 0,1m. Przestrzeń pomiędzy ścianami wykopu i rurą wstępną wypełnić należy betonem do górnej powierzchni szalowania. Dalsze prace na fundamencie mogą być prowadzone dopiero po związaniu betonu tj. minimum 2 doby. Projektowany fundament z rurą wstępną stanowił będzie zabezpieczenie wierzchnich warstw gruntu będących nasypem po robotach budowlanych oraz utworów piaszczystych, a jednocześnie zapewni stabilność obiektów budowlanych na powierzchni w rejonie wiercenia.

Wiercenie i rurowanie otworu.

Pierwszą czynnością związaną z wierceniem otworu będzie osadzenie w trójniku rury technologicznej $\phi 244$ mm dla wykonania wiercenia otworu pilotowego. Dla zapewnienia szczelnego osadzenia rurę technologiczną wcisnąć należy w grunt gliniasty.

Po zagospodarowaniu wiertni i wykonaniu powyższych czynności przystąpi się do zasadniczego wiercenia otworu, według przedstawionej poniżej technologii.

Jako pierwszy odwiercony zostanie otwór pilotujący świdrem o średnicy $\phi 216$ mm. Zastosowane będzie wiercenie obrotowe na płuczkę lub sprężone powietrze.

Do płukania otworu w trakcie wiercenia stosowana będzie płuczka ilowa. Po odwierceniu otworu pilotującego rury $\phi 244\text{mm}$ zostaną zdemontowane.

Uwaga: w związku z przzerwaniem sklepienia na szerokości otworu, będzie on wymagał wzmocnienia w rejonie wylotu. Niniejsze opracowanie nie obejmuje wzmocnienia wokół wylotu otworu.

Dalszy tok robót polegał będzie na stopniowym poszerzaniu otworu w kierunku z dołu do góry do uzyskania założonej projektem średnicy.

Do kolejnego poszerzania użyte zostaną następujące poszerzacze gryzowe :

- 216 mm / $\phi 450\text{ mm}$,
- 450 mm / $\phi 610\text{ mm}$ / $\phi 813\text{ mm}$,
- 813 mm / $\phi 1016\text{ mm}$ / $\phi 1219\text{ mm}$,

Wszystkie poszerzacze montowane będą na przewodzie wiertniczym w komorze wentylatorów. Poszczególne stopnie poszerzaczy po przetransportowaniu pod otwór montowane będą na spagu wyrobiska, a następnie podnoszone ze spagu i wprowadzane do otworu na przewodzie wiertniczym.

Poszerzanie prowadzone będzie metodą na sucho. Osypujące się z otworu zwierciny składowane będą w wyznaczonym miejscu na spagu wyrobiska i okresowo wytransportowane odstawa, projektowaną dla drażenia komory wentylatorów (objętość całkowita uwzględniająca naddatek ze względu na zwiększenie średnicy otworu ponad nominalną tzn. „nadwylom” ~25 m³).

Bezpośrednio po poszerzeniu otworu średnicą $\phi 1220\text{ mm}$ do otworu zapuszczona zostanie obudowa otworu wykonana z rur stalowych $\phi 1020\text{ mm} \times 11,0\text{ mm}$ w segmentach o długości 6 m łączonych za pomocą spawania. Zastosować należy spoiny montażowe, czołowe, obwodowe z licem wypukłym o grubości $g = 11\text{ mm}$.

Rurowanie odbywać się będzie przy użyciu urządzenia wiertniczego i ścisku wiertniczego zabudowanego na fundamencie podtrzymującego kolumnę rurową zapuszczaną w otworze.

Na rurach należy przyspawać centralizatory ze stalowych płaskowników, na pierwszej rurze i w środku kolumny rurowej tj. po około 9 m. Natomiast na powierzchni kolumnę rur ustawić pionowo i zabezpieczyć w tym położeniu klinami, minimum w 3 punktach na obwodzie.

Cementacja rur

Cementacja rur polega na szczelnym wypełnieniu przestrzeni pierścieniowej pomiędzy ścianą otworu, a zewnętrzną ścianką rur na całej długości kolumny (do górnej powierzchni

fundamentu), zaczynem cementowym, który po związaniu tworząc kamień cementowy stabilizuje rury w górotworze.

Po zabudowaniu rur stalowych w otworze na przewidzianej projektem głębokości wykonana zostanie cementacja kolumny rurowej:

- uszczelnić przestrzeń pierścieniową między górotworem a rurami $\phi 1020\text{mm}$ w stropie wyrobiska komory wentylacyjnej,
- w uszczelnieniu zabudować dwie rurki tłoczne (długości 0,5 m, i 2,0 m) dla wykonania korka cementowego, pierwszą do zatłaczania zaczynu cementowego drugą dla kontroli wysokości zaczynu cementowego w przestrzeni pierścieniowej,
- z wyrobiska dolowego za pomocą pompy cementacyjnej wykonać korek o wysokości 2,0 m powyżej uszczelnienia, który po stwardnieniu utrzyma słup zaczynu cementowego znajdującego się w przestrzeni pierścieniowej cementowanego odcinka, cementację należy przerwać w momencie wypływu zaczynu cementowego rurką długości 2,0 m, dla zestalenia zaczynu cementowego odczekać należy ~ 24 godz.,
- po zestaleniu korka cementowego dalszą cementację prowadzić należy z powierzchni terenu. Zaczyn cementowy podawać poprzez rurkę zapuszczoną do przestrzeni pierścieniowej nad korek. Rurkę do cementacji należy sukcesywnie podciągać podając zaczyn cementowy.

Do cementacji zastosowany zostanie cement portlandzki żuźlowy CEM II/B-S 32,5 R lub cement portlandzki popiołowy CEM II/B-V 32,5 R.

Zabudowa uzbrojenia otworu i ogrodzenia.

Po zacementowaniu w otworze rur przewodowych zabudować należy na ich wylocie w wyrobisku dolowym lej stalowy.

Kolejność prac przy zabudowie leja stalowego:

- zabudowa leja stalowego wykonanego na warsztacie zgodnie z załącznikiem. Lej połączyć z kolumną rurową za pomocą spawania,
- wypełnienie przestrzeni pomiędzy blachą leja, a obudową murową i górotworem za pomocą zaczynu cementowego podawanego za pomocą pompy cementacyjnej. Do uszczelnienia w/w przestrzeni można zastosować alternatywnie pianki rozprężne.

Natomiast celem zabezpieczenia otworu na powierzchni na jego wylocie zabudować należy stalową zaślepkę. Dodatkowo celem zabezpieczenia rejonu otworu wielkośrednicowego wykonać należy wokół fundamentu tymczasowe ogrodzenie (np. słupki i siatka stalowa).

Warunki BHP

1. Przed przystąpieniem do prac brygada musi być zapoznana z warunkami wykonania robót w miejscu pracy i niniejszym opracowaniem.
2. Załoga powinna stosować sprzęt ochrony osobistej (okulary, rękawice, ubranie robocze, ochronniki słuchu itd.).
3. Obsługa urządzeń powinna być wykonywana przez odpowiednio przeszkolonych pracowników posiadających stwierdzone kwalifikacje.
4. Wszystkie prace związane z montażem i demontażem wiertnicy prowadzone będą pod bezpośrednim nadzorem osoby dozoru ruchu specjalności wiertniczej.
5. Załoga wiertnicza zobowiązana zostanie do informowania bezpośredniego przełożonego o wszystkich nieprawidłowościach występujących podczas wiercenia oraz stwierdzonych zagrożeniach.
6. Dla zapewnienia odpowiednich warunków bezpiecznego wykonywania robót wylot otworu wielkośrednicowego na powierzchni (średnica co najmniej 0,5m) w czasie przerw w wierceniu, zabezpieczany będzie pomostem ochronnym drewnianym wykonanym z kantówek i bali. W przypadku konieczności demontażu pomostu prace prowadzone w bezpośredniej bliskości wylotu otworu wykonywane będą w szelkach bezpieczeństwa. Po wykonaniu otworu, wylot rur na powierzchni zabezpieczony będzie stalową zaślepką ażurową.

Nadzór nad robotami

Wiercenie otworu będzie wykonywane przez brygady wiertnicze pod nadzorem osoby dozoru ruchu specjalności wiertniczej.

10. Wstępny projekt stacji wentylatorów głównych

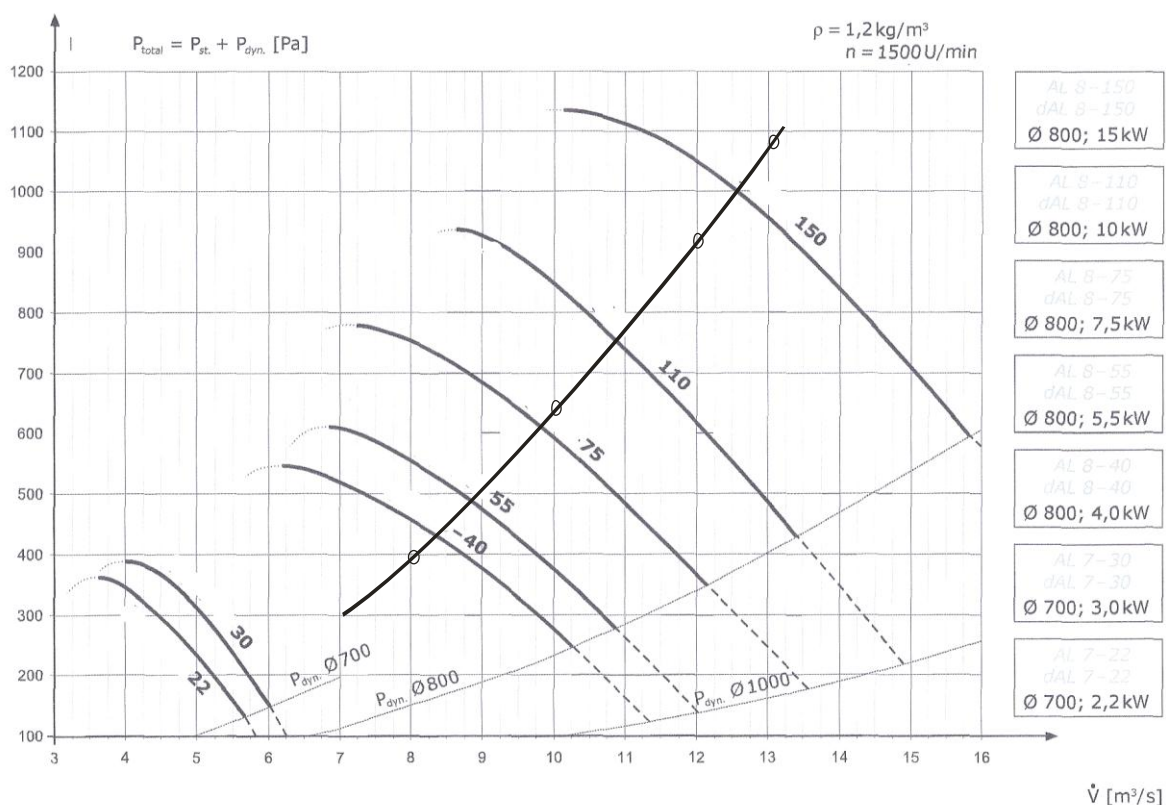
10.1. Dobór wentylatorów głównych

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń, przyjmuje się że wentylator głównego przewietrzania Obiektu powinien charakteryzować się stabilną pracą w zakresie wydajności od 8 do 14m³/s przy spiętrzeniu całkowitym w zakresie 600-1000 Pa. Jako kryterium doboru potrzebnej wielkości wydatku powietrza oraz wentylatora przyjęto konieczność zapewnienia prędkości powietrza nie mniej niż 0,3m/s w każdym wyrobisku Obiektu – na wypadek pojawienia się zagrożenia gazowego w wyrobiskach podziemnych Obiektu. Dlatego też urządzenia głównego przewietrzania Obiektu powinny zapewniać bardzo szeroki zakres regulacji parametrów wentylacji , ponieważ w chwili obecnej nie stwierdza się zagrożenia

gazowego w Obiekcie, toteż w zwykłych warunkach intensywność przewietrzania może być mniejsza niż wielkość wyznaczona powyżej. Regulacja taka będzie możliwa przy możliwie niskich stratach energetycznych. Osiągnię się to przez zastosowanie wentylatorów, współpracujących z układami regulacji wydajności opartymi na przemiennikach częstotliwości (tzw. falownikach).

Reasumując wentylator powinien mieć następujące parametry:

1. Typ wentylatora: wentylator osiowy
2. Możliwość rewersji o skuteczności co najmniej 40% wydajności
3. Możliwość współpracy z przemiennikami częstotliwości (falownikami)
4. Wydajność punktu pracy około 8-14 m³/s
5. Spiętrzenie statyczne w punkcie pracy 800-1000 Pa. Wentylator powinien pracować przy tym spiętrzeniu na prawej opadającej gałęzi charakterystyki przy czym wartość spiętrzenia w punkcie pracy powinna być mniejsza od 0,9 ΔP_{max} (maksymalnego spiętrzenia wentylatora)
6. Sprawność w żądanym punkcie pracy – nie mniejsza niż 55%
7. Poziom hałasu – poniżej 95dB (bez tłumików)
8. Możliwość zbudowania tłumika
9. Napięcie zasilania 500V
10. Certyfikat pracy w podziemnym zakładzie górniczym, w polach niemietanowych.



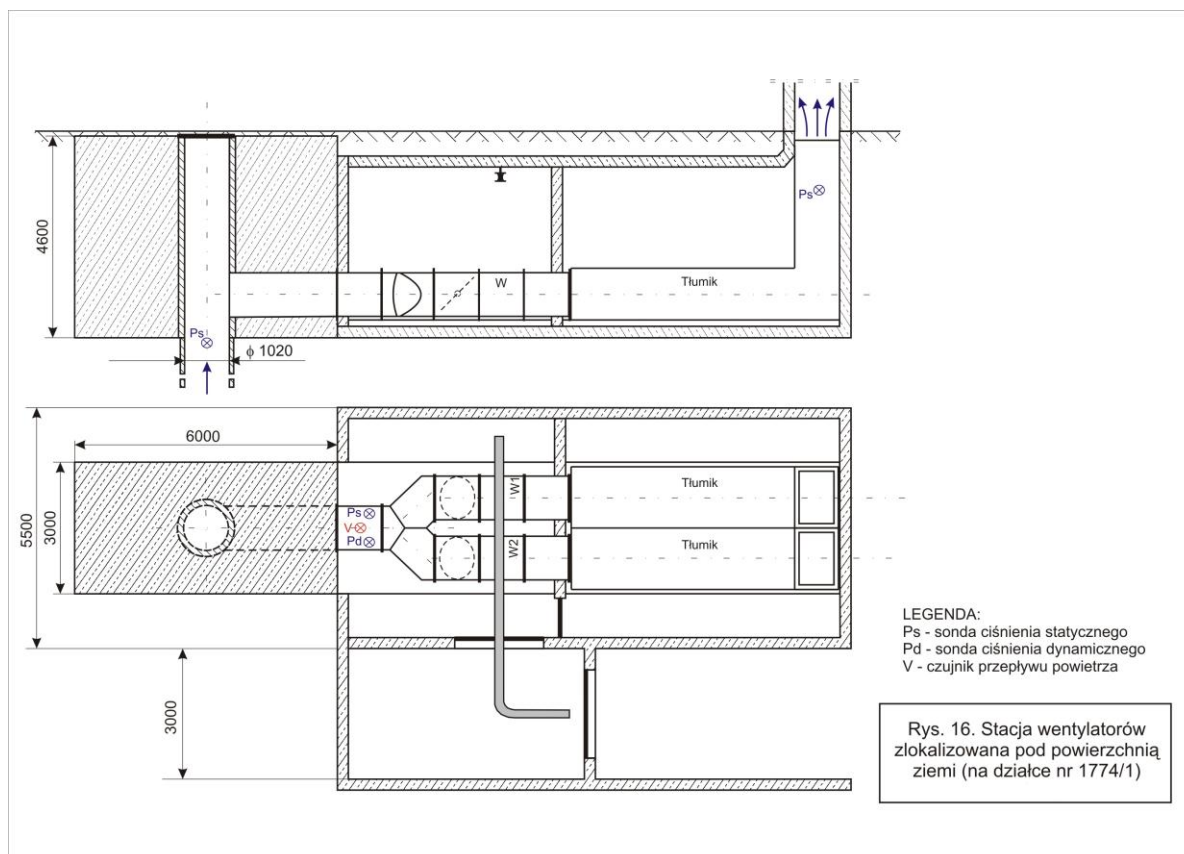
Rys.15 Wyznaczenia punktu pracy wentylatora osiowego o mocy silnika 15 kW współpracującego z siecią wentylacyjną Sztolni Dziedziczna

Na powyższym przedstawiono wyznaczanie parametrów pracy wentylatora 150 (15kW) współpracującego z siecią wentylacyjną Sztolni Dziedziczna.

10.2 Dobór urządzeń wentylacyjnych i czujników pomiarowych na stacji

Na rys (16) przedstawiono schemat urządzeń wentylacyjnych zabudowanych na stacji wentylatorów przy otworze wielkośrednicowym . Są to w kolejności:

- lutnie metalowe kołnierzowe $\phi 1000$ (pomiarowa)
- trójnik metalowy
- lutnie z zasuwaniami odcinającymi
- tłumiki hałasu (wstępne)
- wentylatory
- tłumiki podstawowe



Powietrze wypływa z otworu wielkośrednicowego a następnie poprzez kanał $\phi 1000$ kierowane jest do lutni pomiarowej $\phi 1000$ skąd poprzez trójnik doprowadzone jest do wentylatora osiowego nr 1 lub wentylatora osiowego nr 2. Wentylatory nr 1 i nr 2 połączone są poprzez lutnie metalowe kolnierzowe z tłumikami. Na rys (16) przedstawiono również schemat rozmieszczenia czujników pomiarowych:

- czujnik ciśnienia statycznego ps w otworze wielkośrednicowym poniżej wlotu do kanału
- czujnik ciśnienia statycznego ps, czujnik ciśnienia dynamicznego pd, czujnik prędkości przepływu (ilości) powietrza w lutni pomiarowej (na wlocie do wentylatora)
- czujnik ciśnienia statycznego na wylocie z tłumika podstawowego

Różnica ciśnień statycznych na wlocie i wylocie jest spiętrzeniem wentylatora.

10.3 Dobór tłumików wylotu powietrza

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku określa dopuszczalne poziomy hałasu L_{AeqD} i L_{AeqN} dla terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego oraz terenów w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców jak w poniższej tablicy 6.

Tablica 6 Dopuszczalne poziomy hałasu

Dopuszczalny poziom hałasu w [dB]	
Obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
L_{AeqD} Przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	L_{AeqN} Przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
55	45

Powyższe zarządzenie stawia wysokie wymaganie projektowanej stacji wentylatorów głównych. W przypadku projektowanej stacji wentylatorów głównych istnieją dwa zasadnicze źródła hałasu:

- hałas wydostający się z wylotu wentylatora (głównie hałas aerodynamiczny strumienia powietrza)
- hałas emitowany przez wentylator (hałas wydostający się przez obudowę wentylatora i napęd)

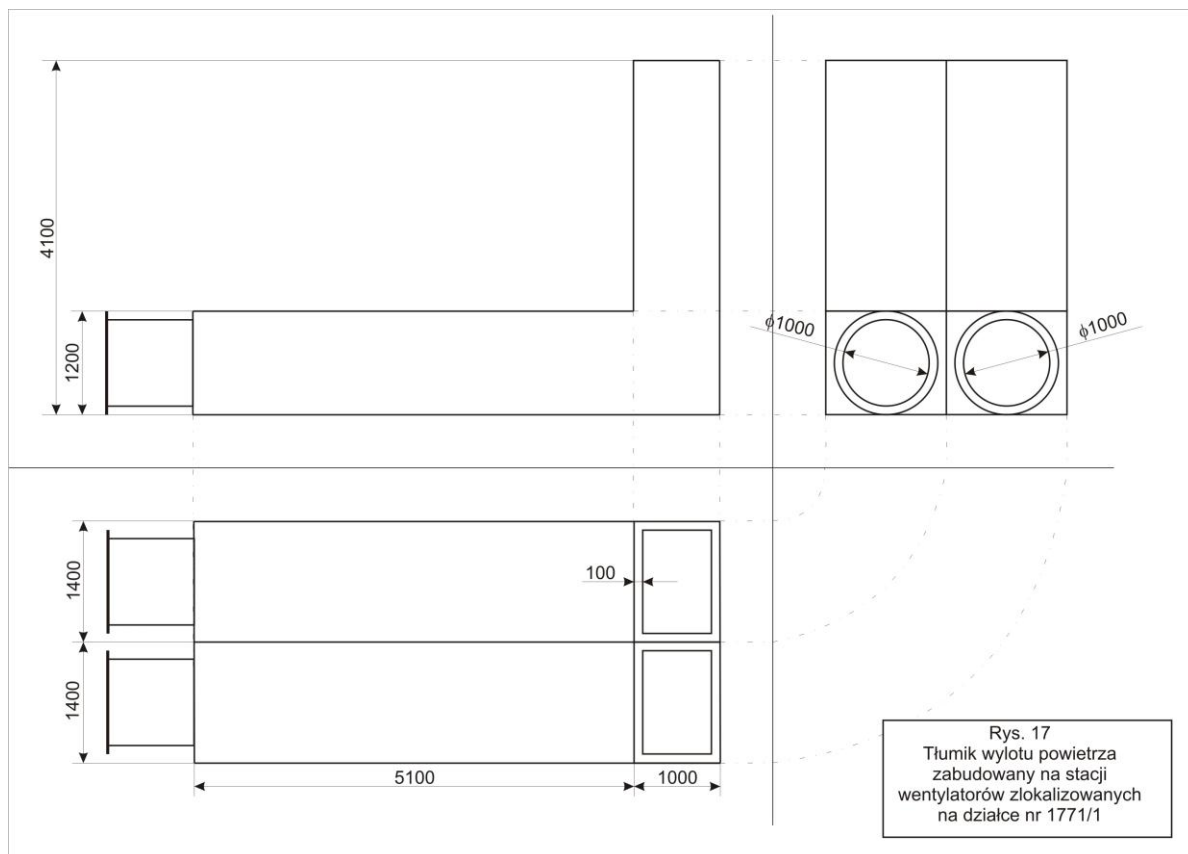
Dla ograniczenia hałasu do wymaganych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska wartości zastosowane zostaną następujące rozwiązania techniczne:

- za budowane zostaną cichobieżne wentylatory emitujące hałas aerodynamiczny na poziomie mniejszym niż 95 dB
- stacja wentylatorów głównych zabudowana zostanie pod powierzchnią i przykryta warstwą ziemi o grubości 0,5m
- do wylotu każdego z wentylatorów zamontowane zostaną dwa tłumiki akustyczne (wstępne i podstawowe)

Tłumiki podstawowe umieszczone będą w jednej wspólnej obudowie i będą między sobą przedzielone przegrody dźwiękochłonna-izolacyjną. Skuteczność akustyczną każdego tłumika szacuje się na ok. 30 dB(A). Obliczone straty ciśnienia w tłumiku wynoszą 400 Pa. Tłumik ograniczy hałas wydostający się z wylotu wentylatora (głównie hałas aerodynamiczny strumienia powietrza). Skuteczność tłumików wstępnych szacuje się na ok. 10dB (A)

Rozwiązanie techniczne

Podstawowe tłumiki wylotu powietrza będą tłumikami absorpcyjnymi —kanałowymi. Dwa kanały w jednej zespolonej obudowie zostaną najpierw poprowadzone na posadzce, a następnie skierowane zostaną w górę w kierunku wylotu powietrza ze stacji wentylatorów. Wymiary tłumika przedstawiono na Rys. 17.



Ściany zewnętrzne tłumików składać się będą z blachy 1,5mm, materiału o właściwościach dźwiękoizolacyjnych i tłumiących drgania blachy, wełny mineralnej o odpowiednio dobranej grubości oraz gęstości, welonu szklanego i blachy perforowanej lub siatki zgrzewanej.

10.4 Koncepcja zasilania i sterowania stacji wentylatorów głównych

Zgodnie z wymogami przepisów górniczych stacja wentylatorów głównych powinna być zasilana energią elektryczną z dwóch niezależnych źródeł. Na Rys 18 przedstawiono zdjęcie satelitarne okolicy działki nr 1774/1 z zaznaczonymi miejscami zabudowy dwóch najbliższych położonych transformatorów.



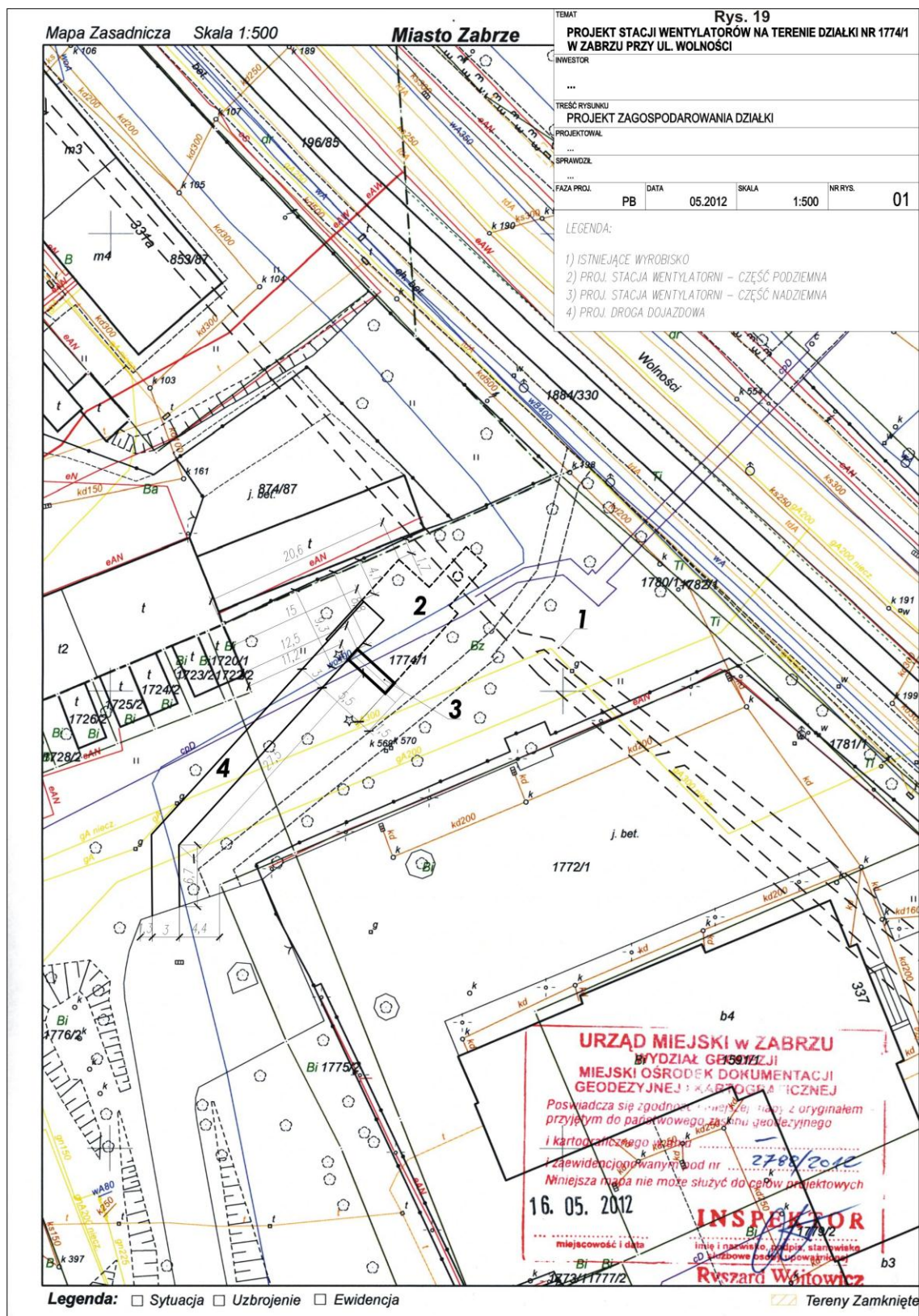
Transformatory te są oznaczone symbolami : Z421 i Z422. Na rys 18 zaznaczono również dostępne linie energetyczne. Linie te mogą służyć do zasilania stacji wentylatorów. W budynku stacji wentylatorów zabudowane zostaną dwa transformatory 400/500V po jednym dla każdego wentylatora.

Sterowanie pracą stacji wentylatorów

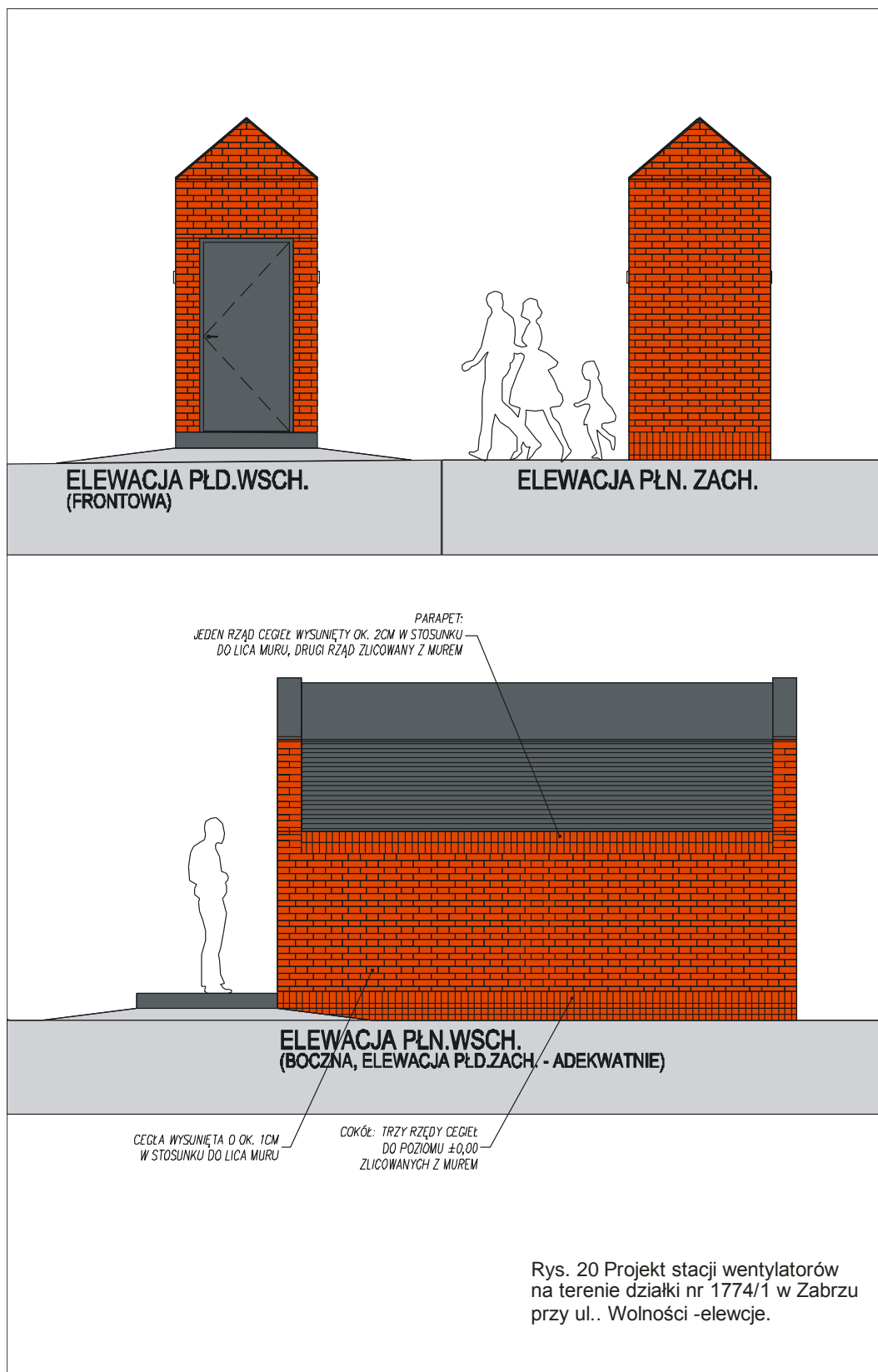
Przyjmuje się , że projektowana stacja będzie stacją bezobsługową. Sterowanie pracą stacji – załączanie i wyłączanie wentylatorów regulacja parametrów pracy, monitorowanie parametrów pracy odbywać się będzie zdalnie z dyspozytorni kopalni Guido .

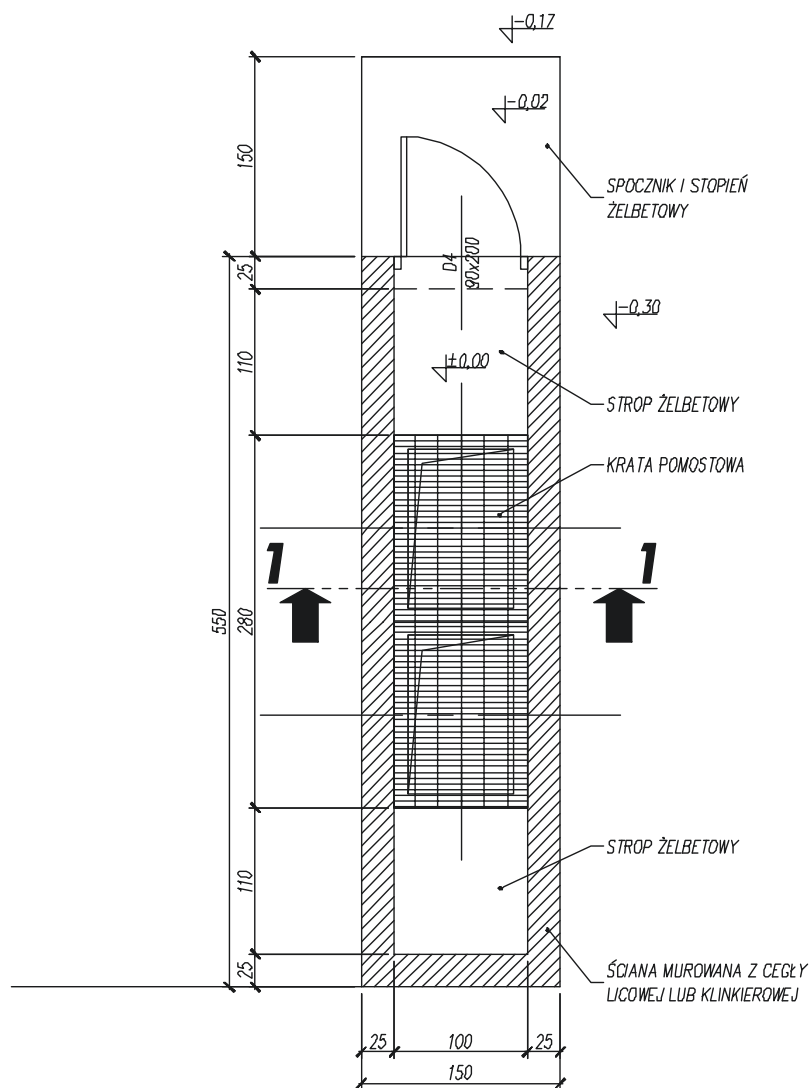
10.5 Projekt wstępny budynku stacji wentylatorów głównych.

Przyjmuje się, że budynek stacji wentylatorów zlokalizowany będzie na terenie działki o numerze 1774/1. Lokalizację stacji na terenie w/w działki pokazano na rys 19.



Stacja wentylatorów wykonana z żelbetonu znajdować się będzie bezpośrednio pod powierzchnią ziemi. Jedynie wyrzutnia powietrza będzie budynkiem naziemnym. Wizualizację wyrzutni przedstawiono na rys. 20. Przekrój części naziemnej wyrzutni pokazano na rys. 21.





Rys. 21 Projekt stacji wentylatorów
na terenie działki nr 1774/1 w Zabrze
przy ul. Wolności Rzut- część nadziemna

Przekrój poziomy projektowanej stacji wentylatorów pokazano na rys. 22.

Przekrój pionowy projektowanej stacji wentylatorów pokazano na rys. 23.

Wymiary budynku pokazane są na rys. 22 i 23.

Budynek stacji składać się będzie z trzech pomieszczeń:

- przedsionek
- pomieszczenie wentylatorów
- pomieszczenie tłumików

W przedsionku będą zabudowane urządzenia elektryczne transformatory i przetworniki częstotliwości (falowniki).

Wszystkie w/w pomieszczenia nie mają bezpośredniego kontaktu z przepływającym przez wentylatory powietrzem w związku z powyższym ciśnienie panujące w w/w pomieszczeniach będzie równe ciśnieniu atmosferycznemu a straty zewnętrzne są praktycznie równe zeru. W związku z faktem, że budynek stacji znajduje się pod powierzchnią ziemi dla uniemożliwienia podtopienia budynku podczas intensywnych opadów atmosferycznych zaprojektowane zostało odwodnienie liniowe. Do budynku doprowadzona zostanie droga szerokości 3m i nachyleniu nie większym niż 20%.

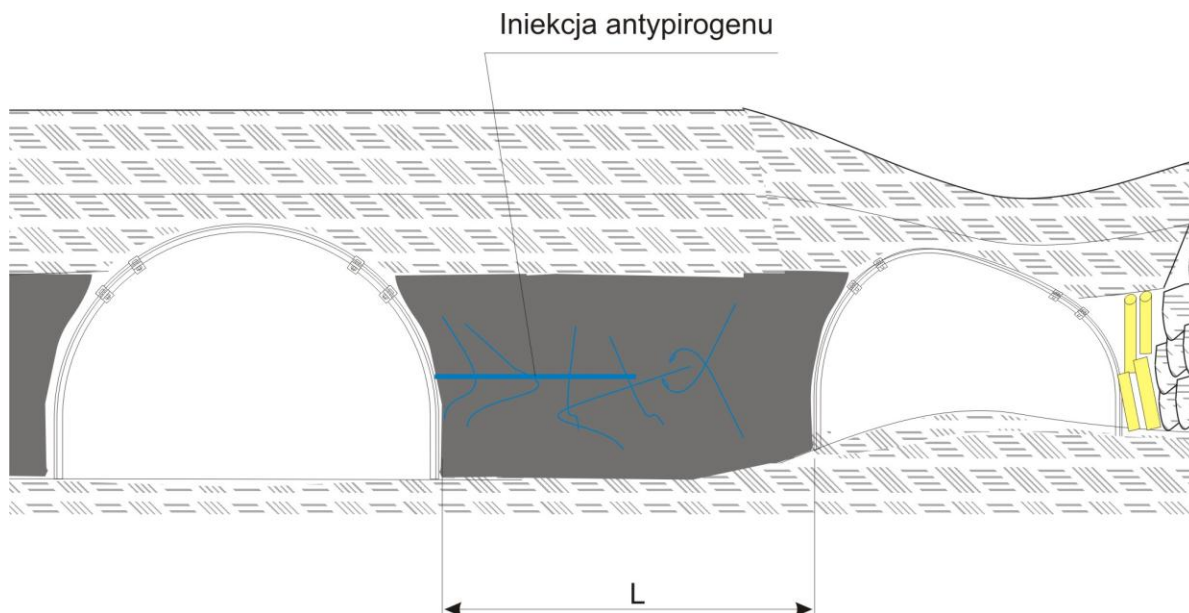
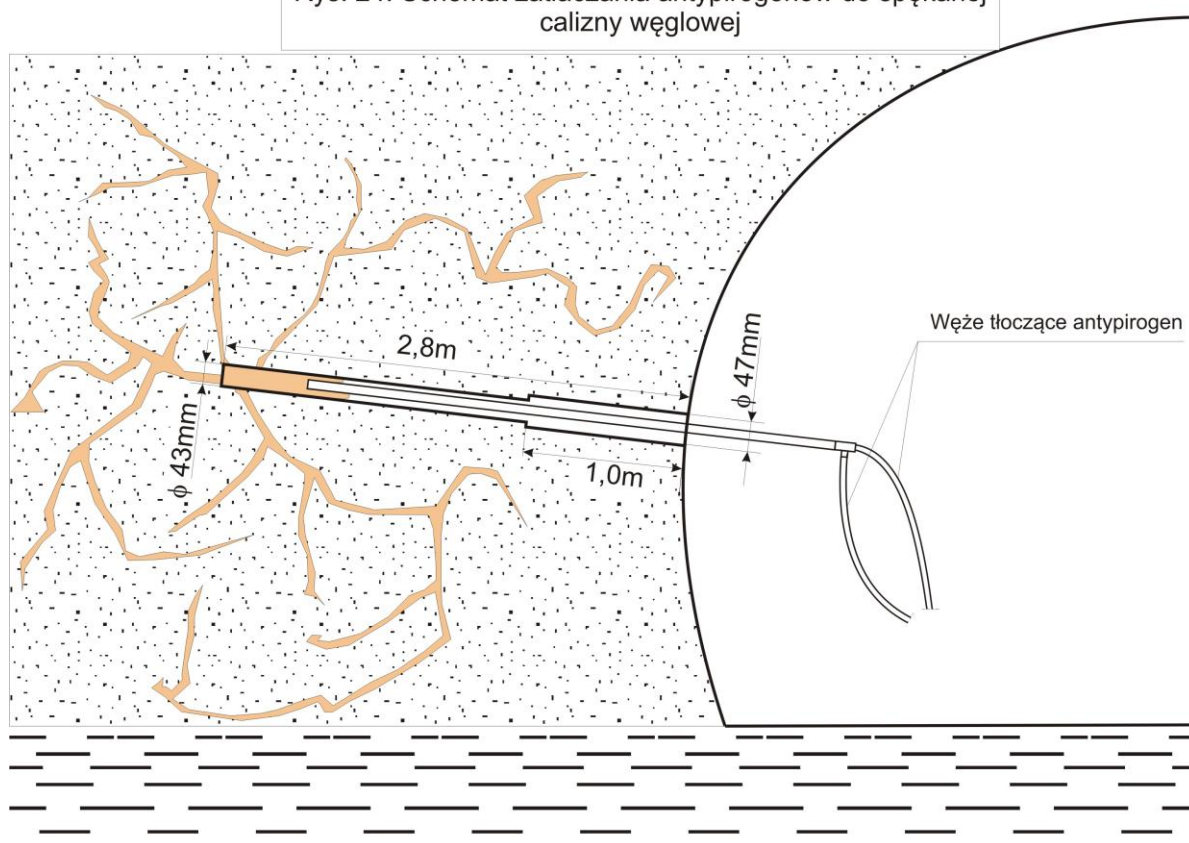
11.Koncepcja prewencji pożarowej

W chodniku podstawowym wykonanym w pokładzie 510 Pochhammer może wystąpić zagrożenie pożarem endogenicznym. W spękanej caliznie ociosów chodnika podstawowego mogą powstać ogniska pożarów szczelinowych.

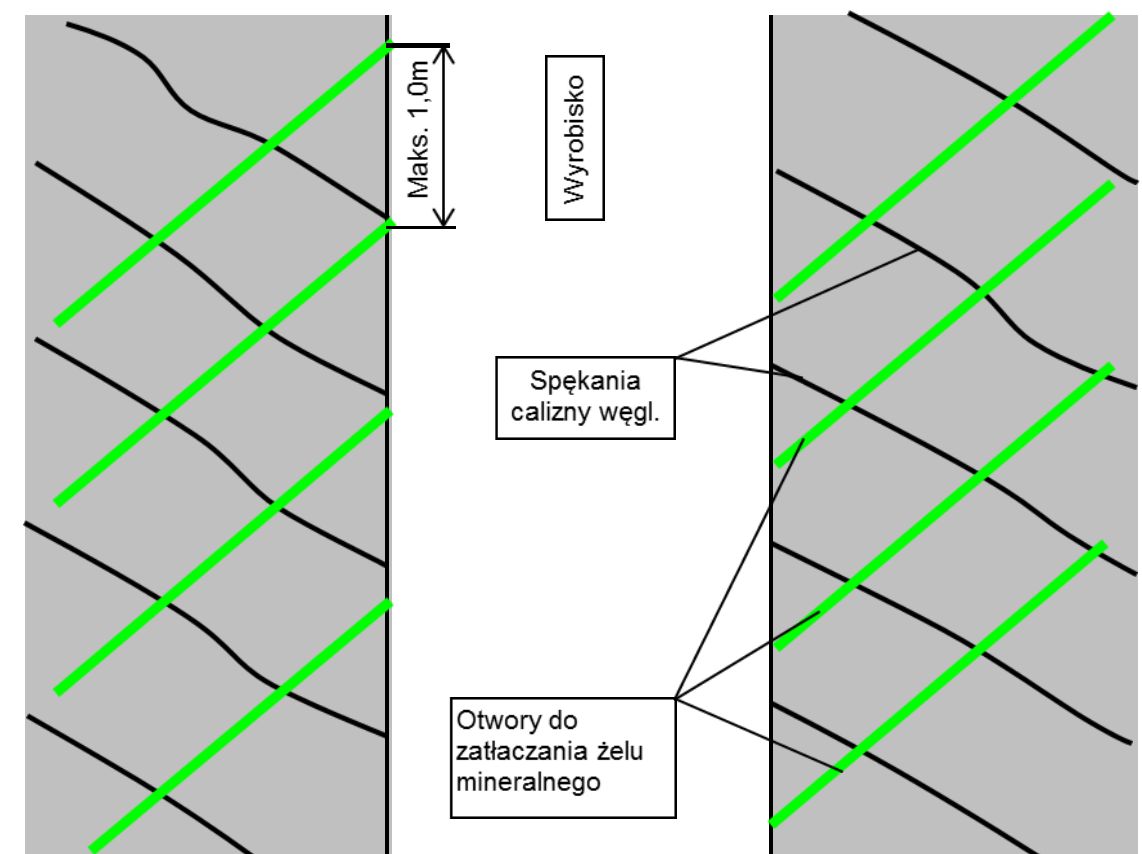
Zagrożenie to będzie tym większa im większa jest możliwość przenikania poprzez filar węglowy powietrza od chodnika podstawowego do starych sąsiadujących wyrobisk.

Optymalnym rozwiązaniem problemu prewencji pożarów w filarach węglowych wydaje się zatłaczenie do szczelin w tych filarach substancji żelujących zawierających antypirogeny np. siarczan sodu, mocznik lub mieszanina : $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3$. Można również zatłaczać do szczelin w filarze nasycone roztwory wodne tych soli (Rys 24, 25 i 26).

Rys. 24. Schemat zatłaczania antypirogenów do spękanego calizny węglowej



Rys. 25 Prewencja pożarowa w chodniku oddzielonym spękanym filarem węglowym (zabezpieczonym antypirogenem) od nieczynnego wyrobiska.



Rys.26 Przykładowe rozmieszczenie otworów do zatłaczania antypirogeny w stosunku do kierunku spękań calizny węglowej - (rzut poziomy).

Szczególną profilaktyką, a także kontrolą należy objąć strefy uskoków, gdzie występują szczeliny i rozkruszony węgiel. Należy dążyć do wyrównywania potencjałów aerodynamicznych wokół zeszczelinowanych filarów węglowych w tym celu służby wentylacyjne powinny wykonywać okresowo pomiary rozkładu potencjału aerodynamicznego w wybranych fragmentach kopalni. Celowe jest również przeprowadzenie okresowych badań ociosów z zastosowaniem kamery termowizyjnej.

12.Opracowanie mapy zasadniczej S+U+W+E w wersji numerycznej do celów projektowych, opracowanie dokumentacji dendrologicznej

Przeprowadzono prace geodezyjne związane z aktualizacją mapy zasadniczej S+U+W+E do celów projektowych dla budynku stacji wentylatorów z przyłączami kablowymi z uwzględnieniem lokalizacji stacji trafo i 30-metrowej opaski oraz opracowano dokumentację dendrologiczną dla terenu działki 1774/1.

W szczególności wykonano następujące prace

- a. -zgłoszenie pracy w Zasobie Geod. Kart. w Zabrzu - uzyskanie danych wyjściowych,
- b. -przeprowadzenie i analiza wywiadów branżowych uzbrojenia terenu.
- c. -odszukanie i uzupełnienie osnowy geodezyjnej,
- d. -wykrycie i pomiar brakującego uzbrojenia terenu.
- e. -nowy pomiar szczegółów terenowych I grupy dokładnościowej,
- f. -pomiar wysokościowy i określenie rzędnych terenu.
- g. -zaktualizowanie mapy zasadniczej S+U+W+E,
- h. -dostarczenie podkładów mapowych do celów projektowych w wersji papierowej wersji elektronicznej.
- i. -opracowanie dokumentacji dendrologicznej.

Wyniki w/w prac stanowią załącznik nr 2 do niniejszego opracowania.

13. Opracowanie kosztorysów inwestorskich inwestycji przedstawionych w niniejszym opracowaniu

Wykonano kosztorys inwestorski: System Wentylacji Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej i pozostałych połączonych z nią lub przewidzianych do połączenia wyrobisk podziemnych zlokalizowany na działce nr 1774/1.

W/w kosztorys stanowi załącznik nr 3 do niniejszego opracowania.

14.Badania geofizyczne terenu planowanej budowy stacji wentylatorów przewietrzającej wyrobiska rejonu Sztolni Dziedzicznej

Badania przeprowadzono w lipcu 2012 po udostępnieniu wyrobisk Sztolni Dziedziczna. Celem badań było dokładne określenie przebiegu wyrobisk Sztolni Dziedzicznej pod działką nr 1774/1 na której wybudowana ma być stacja wentylatorów. Z uwagi na niewielkie wymiary sztolni (szerokość ok. 1,6m) niezbędna jest precyzyjna lokalizacja miejsca wiercenia otworu wielkośrednicowego, który połączy sztolnię ze stacją wentylatorów. Z kolei z lokalizacją otworu wielkośrednicowego wiąże się usytuowanie na działce budynku stacji wentylatorów i drogi dojazdowej. Badania wykonano metodą elektrooporową z zastosowaniem wariantu metody ciała naładowanego. Opis metodyki badawczej a także wyniki badań zamieszczono w

załączniku 1. W wyniku badań stwierdzono, że w oparciu o w/w metodykę nie jest możliwe jednoznaczne określenie przebiegu Sztolni Dziedziczna pod powierzchnią działki 1774/1. Przedstawiono jedynie trzy możliwe lokalizacje w/w sztolni. Dla uzyskania dokładnej jednoznacznej lokalizacji przebiegu Sztolni Dziedziczna pod powierzchnią działki 1774/1 niezbędne jest wykonanie z powierzchni serii otworów badawczych co wykracza poza zakres niniejszej pracy.

Podsumowanie

Przedstawiono koncepcję wentylacji Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej i pozostałych połączonych z nią lub przewidzianych do połączenia wyrobisk podziemnych. Zgodnie z opracowaną koncepcją powietrze świeże dopływać będzie do sztolni i połączonych z nią wyrobisk szybami Wyzwolenie, II Zabrze II - Carnall oraz sztolnię od strony ul.K.Miarki. Przyjmuje się możliwość regulacji dopływającego powietrza od 8 do 14 m³/s w zależności od potrzeb. Powietrze zużyte odprowadzane będzie otworem wielkośrednicowym do stacji zlokalizowanej na działce nr 1774/1 przy ul. Wyzwolenia.

Takie rozwiązanie jest najlepsze spośród rozpatrywanych koncepcji przewietrzania ze względu na bezpieczeństwo osób przebywających pod ziemią ponieważ skraca do minimum długość dróg ucieczkowych co ma duże znaczenie w przypadku zaistnienia pożaru podziemnego. Powyższe rozwiązanie umożliwia też łatwy dostęp do stacji a tym samym szybkie usunięcie ewentualnych awarii. Dla obniżenia poziomu emitowanego hałasu a tym samym zmniejszenia uciążliwości pracy stacji wentylatorów w środowisku miejskim proponuje się zabudowanie tej stacji w budynku znajdującym się pod powierzchnią gruntu oraz zastosowanie do każdego wentylatora układu dwóch tłumików.

Przewiduje się możliwość płynnej regulacji parametrów pracy wentylatorów głównych poprzez zastosowanie przemienników częstotliwości (falowników). Stacja monitorowana i sterowana będzie zdalnie z dyspozytorni.

W okresie zimowym przewiduje się ogrzewanie powietrza dopływającego do wyrobisk Obiektu. W tym celu na każdym z wymienionych trzech wlotów zabudowany będzie układ kilku nagrzewnic o mocy cieplnej 22-30kW każda.