



G Ł Ó W N Y
I N S T Y T U T
G Ó R N I C T W A

- **Dane teleadresowe:** Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice
telefon: 32 258 16 31 ÷ 9, fax: 32 259 65 33, e-mail: gig@gig.eu, www.gig.eu
- **Rachunek bankowy:** BRE Bank S.A.
nr 05 1140 1078 0000 3018 1200 1001
- **Regon:** 000023461 **NIP:** 6340126016 **KRS:** 0000090660
Główny Instytut Górnictwa jest płatnikiem podatku VAT

EGZEMPLARZ nr 6

Zakład Aerologii Górniczej

DOKUMENTACJA pracy badawczo - usługowej

Zleceniodawca: ZKWK Guido

Tytuł dokumentacji:

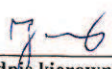
Zadanie 2. Wykonanie dokumentacji projektowej niezbędnej do przeprowadzenia remontu, zabezpieczenia i adaptacji dla ruchu turystycznego szybu Wyzwolenie wraz z podszybiem przy ul. Sienkiewicza 43 w Zabrzu

Projekt techniczno-wykonawczy przebudowy systemu wentylacji wyrobisk - projekt powinien opisywać zakres i sposób wykonania przebudowy istniejącej w wyrobiskach instalacji wentylacyjnej oraz zakres jej przebudowy wynikający z dostosowania obiektu do wymogów ustawy PGIG.

Nr komputerowy pracy w GIG:

581 41911 - 111

Data zakończenia pracy: październik 2012


podpis kierownika pracy

KIEROWNIK
Zakładu Aerologii Górniczej
Głównego Instytutu Górnictwa
dr inż. Janusz Cysankiewicz
pieczęćka i podpis kierownika zakładu



Słowa kluczowe:

Obszar badań	Dziedzina badań	Przedmiot badań	Rodzaj zjawiska (zdarzenia)	Rodzaj wyniku badań
aerologia		sieć wentylacyjna	Współpraca wentylatorów	

Zespół Autorski:

Stopień - imię i nazwisko

mgr inż. Jacek Morys

mgr inż. Dariusz Gapiński

mgr inż. Lucjan Świerczek

(podpis)

Streszczenie: Opracowanie ma charakter pracy rozwojowej polegające na wykonaniu dokumentacji projektowej niezbędnej do przeprowadzenia remontu i dostosowania do wymogów Ustawy prawo geologiczne i górnicze części podziemnej Skansenu Górniczego „Królowa Luiza” przy ul Sienkiewicza 43 wraz z wyposażeniem znajdującym się w obiekcie. Projekt techniczno-wykonawczy przebudowy systemu wentylacji wyrobisk - projekt opisuje zakres i sposób wykonania przebudowy istniejącej w wyrobiskach instalacji wentylacyjnej oraz zakres jej przebudowy wynikający z dostosowania obiektu do wymogów ustawy PGIG. Instalacja wentylacji wyrobisk powinna stanowić system odrębny w stosunku do instalacji wentylacyjnej szybu Wyzwolenie i wyrobisk kompleksu Europejskiego Ośrodka Kultury Technicznej i Turystyki Przemysłowej.

W odniesieniu do niniejszej dokumentacji Główny Instytut Górnictwa zastrzega sobie autorskie prawa majątkowe w zakresie publikacji, wynalazczości i wdrożeń.

Stopień ochrony dokumentacji:*)

Ogólnodostępna	do wykorzystania w zakładach GIG	Do wykorzystania za zgodą kier.zakładu	Do wykorzystania za zgodą N.Dyr. lub Z-cy N.Dyr.	Do wykorzystania za zgodą zleceniodawcy

*) niepotrzebne skreślić

Dokumentację otrzymali:

1. Zleceniodawca, 2 egz. Nr 1, 2
2. Archiwum Zakładu N-B, 2 egz. Nr 3, 4

Wypełnia Archiwum Zakładu N-B:

Ilość:

str/kart	zał.	Tab.	Rys.	fot.

Exemplarz dokumentacji jest przechowywany w archiwum Zakładu

Nr inwentarzowy:

Spis treści

1. Wstęp, cel opracowania
2. Zagrożenia naturalne
 - 2.1 Zagrożenie pożarowe i gazowe
 - 2.2 Zagrożenie klimatyczne
- 2.3 Pozostałe zagrożenia wentylacyjne
- 3 Projekt systemu wentylacji Skansenu Królowa Luiza
 - 3.1 Struktura sieci wentylacyjnej
 - 3.2 Stacje wentylatorów
 - 3.3 Miejsca doprowadzenia powietrza do wyrobisk
- 4 Obliczenie wydatku powietrza koniecznego do przewietrzania wyrobisk Skansenu
 - 4.1 Założenia przyjęte do obliczeń
 - 4.2 Obliczenia dla przyjętych założeń
 - 4.3 Model matematyczny wentylacji Obiektu
- 5 Dobór wentylatorów
- 6 Środki regulacji sieci wentylacyjnej oraz zabezpieczenia wyrobisk
- 7 Założenia monitoringu stanu wentylacji
- 8 Poziom III – przewietrzanie wentylacją odrębną
- 9 Przewietrzanie pomieszczeń karczmy "Guibald" i sanitariatów
- 10 Przewietrzanie pompowni
- 11 Wnioski
- 12 Literatura

Spis rysunków i załączników

- Rys 1 Mapa wyrobisk górniczych Skansen „Królowa Luiza”
- Rys 2 Połączenia pokładów węgla z GKSD
- Rys 3 Schemat przewietrzania Skansen „Królowa Luiza”
- Rys 4 Schemat kanoniczny sieci wentylacyjnej Skansen „Królowa Luiza”
- Rys 5 Schemat lokalizacji nowych wlotów powietrza i stacji wentylatorów głównego przewietrzania Skansenu „Królowa Luiza”
- Rys 6 Poz. III – przewietrzanie wentylacją odrębną (WLE- 400)
- Rys 7 Projekt przewietrzania karczmy Guibald i sanitariatów
- Rys 8 a i b Charakterystyki pracy wentylatorów WLE 605 AM/1/SK i ES 6-110
- Rys 9 Projekt przewietrzania pompowni

Spis tablic

- Tablica 1 Zestawienie rozplywów powietrza
- Tablica 2 Zestawienie materiałów i urządzeń instalacyjnych dla pomieszczeń karczmy „Guibald” i sanitariatów

1. Wstęp, cel opracowania

Celem opracowania jest stworzenie projektu systemu wentylacji części podziemnej Skansenu „Królowa Luiza” w Zabrzu przy ul. Sienkiewicza 43, podczas jej normalnej eksploatacji oraz dobór parametrów wentylatorów do potrzeb sieci wentylacyjnej Skansenu. Podczas opracowywania projektu korzystano z informacji udostępnionych przez pracowników Skansenu.

Opis obiektu

Cześć podziemna Skansenu zlokalizowana w rejonie dawnego szybu „Wilhelmina” kopalni „Królowa Luiza”. Składa się z dwóch układów wyrobisk: „starej” sieci wyrobisk kopalni „Królowa Luiza” z początku XIX wieku, zaadoptowanych dla potrzeb ruchu turystycznego oraz sieci „nowej” – zespołu współczesnych wyrobisk i sztolni szkoleniowych, powstałych w latach osiemdziesiątych XX w. z inicjatywy KWK „Zabrze–Bielszowice”. Obie sieci wyrobisk połączone są wytyczną wschodnią (rys. 1).

Łączna długość wyrobisk obu sieci wynosi około 1560 m. Chodniki i wyrobiska połączone pochylniami, znajdują się na różnych poziomach, wyrobiska schodzą na maksymalną głębokość około 15 m pod powierzchnią gruntu.

2. Zagrożenia naturalne

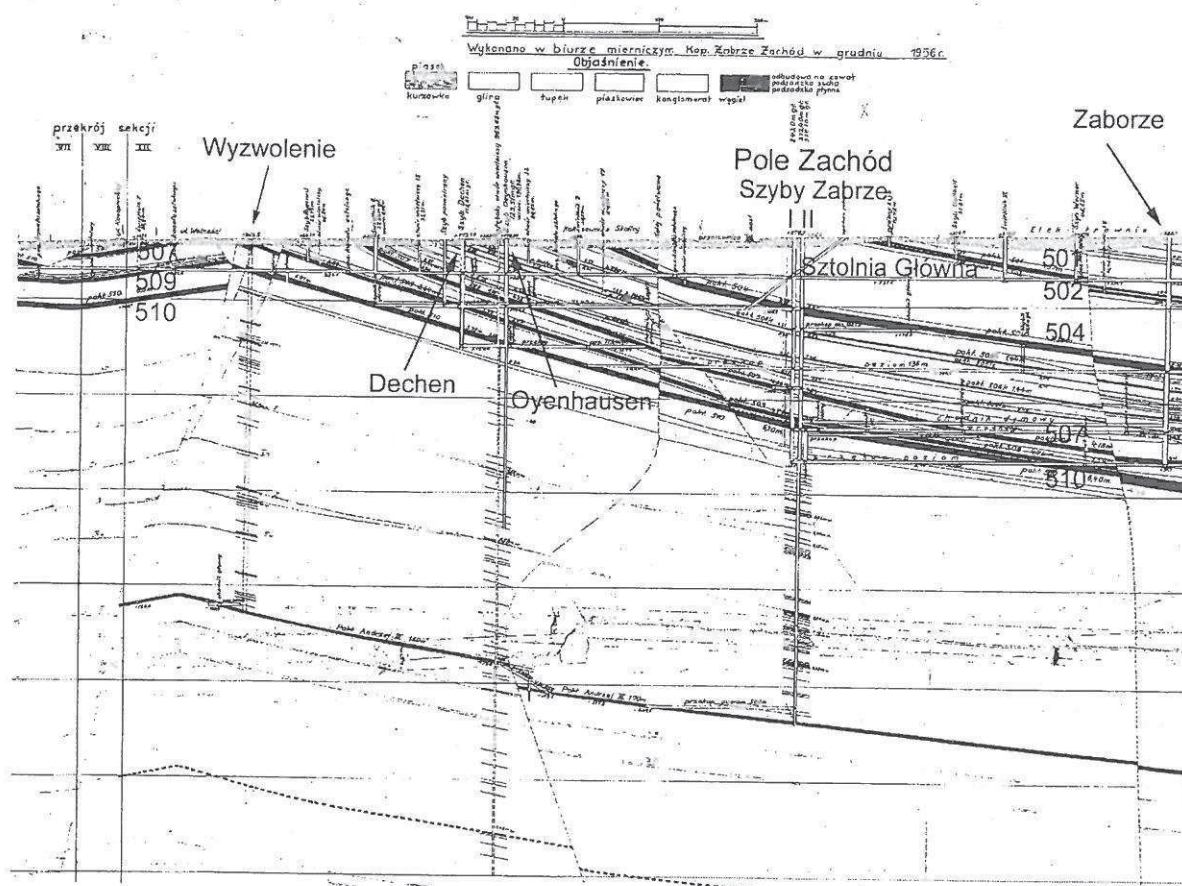
Zadaniem wentylacji podziemnych kopalń węgla kamiennego jest doprowadzenie świeżego powietrza do miejsc przebywania ludzi w celu zapewnienia im komfortu i bezpieczeństwa wobec zagrożeń naturalnych występujących w kopalniach. Poniżej omówiono poszczególne zagrożenia naturalne mogące wystąpić w podziemnej części skansenu, które mogą mieć wpływ na techniczny sposób realizacji przewietrzania części podziemnej Skansenu.

2.1 Zagrożenie pożarowe i gazowe

W kopalniach węgla wyróżnia się dwa rodzaje pożarów podziemnych: egzogeniczne, będące najczęściej wynikiem niewłaściwych zachowań człowieka lub niesprawnego działania maszyn i urządzeń oraz pożary endogeniczne

wynikające ze skłonności węgla do samozagrzewania się. Podczas kontaktu z tlenem, węgiel zalegający w zrobach utlenia się i może w pierwszej kolejności prowadzić do wytwarzania dwutlenku węgla, a następnie po zaistnieniu samozagrzania resztek węgla w zrobach lub w szczelinach calizny węglowej - do wydzielania tlenu węgla i innych gazów, w tym szkodliwych i wybuchowych. Obecność tlenu węgla w strumieniu powietrza obiegowym powyżej określonego stężenia oznacza pożar endogeniczny.

Wobec bliskości zalegania wychodni pokładów węgla w obszarze części podziemnej Skansenu „Królowa Luiza” należy liczyć się istnieniem połączeń wyrobisk z pokładami węgla i starymi zrobami (Rys.2).



Rys 2 Połączenia pokładów węgla z GKSD

W latach 2003-2008 podczas pomiarów jakości powietrza w wyrobiskach Skansenu Luiza, przy braku przewietrzania, wykrywano znaczące stężenia CO₂(powyżej 5% obj.), przy znacznym obniżeniu stężenia tlenu (około 10% obj.).

Wskazuje to, że podczas eksploatacji obiektu, w okresach zniżek barometrycznych, można się spodziewać podwyższonego wydzielania CO₂ pochodzącego ze starych zrobów sąsiadujących z wyrobiskami Skansenu. Ponadto, pomimo zwietrzenia ociosu węglowego nie można wykluczyć zaistnienia przypadków rozwoju samozagrzania węgla i wydzielania do wyrobisk skansenu tlenku węgla i innych gazów będących produktami utleniania węgla. Wobec powyższego, przed rozpoczęciem użytkowania wyrobisk Skansenu Luiza zasadne jest opracowanie planu przeciwdziałania zagrożeniu pożarowemu i gazowemu. Plan taki obejmować powinien sposób kontroli zagrożenia oraz metody likwidacji zagrożenia. W planie tym powinny być ustalone w szczególności:

- sposób rozmieszczenia czujników gazometrii automatycznej - czujników CO i dymu,
- w przypadku niezastosowania czujników gazometrycznych minimalna częstotliwość i sposób kontroli stanu odkrytego ociosu węglowego - rekomendujemy okresowe (comiesięczne) kontrole stanu ociosu - np. za pomocą kamery termowizyjnej, okresowe (comiesięczne) pobieranie próbek gazowych ze szczelin w ociosie węglowym oraz z prądu wylotowego powietrza i poddawanie ich analizie chemicznej dla wykrycia tlenku węgla, wodoru, etylenu, propylenu lub acetyleny.

Ponadto ociosy i strop wyrobisk na odcinkach sąsiadujących ze starymi zrobami oraz miejsca przecięcia pokładów węgla nieprzeznaczone do ekspozycji powinny zostać uszczelnione poprzez izolację dostępnymi środkami ew. zastosowanie odpowiednich środków chemicznych (tzw. antypirogenów) w obszarze zrobów i połączeń z pokładami węgla (**Rys.2**).

Dobór odpowiedniego sposobu wentylacji jest istotny szczególnie w aspekcie zapobiegania i zwalczania zagrożenia pożarami endogenicznymi. Aby ograniczyć dostęp tlenu do zrobów oraz rozrzedzić do dopuszczalnego poziomu

zawartość dwutlenku węgla i innych szkodliwych gazów w powietrzu wentylacyjnym należy :

- zastosować wentylację Skansenu w układzie ssącym, z możliwością rewersji,
- prowadzić ciągłą wentylację wszystkich wyrobisk,
- do wymuszenia wentylacji zastosować wentylatory osiowe,
- prowadzić obserwację zmian ciśnienia atmosferycznego wraz z sygnalizacją zniżek barycznych (zostało wykazane, że na obszarze dawnej płytkiej eksploatacji wpływy CO₂ ze starych zrobów do wyrobisk następują przy tendencji zniżkowej ciśnienia atmosferycznego [Wrona 2005],
- przy zastosowaniu zmiennej regulacji wentylacji mechanicznej powinna ona być prowadzona wraz z obserwacją zmian stężeń dwutlenku węgla w powietrzu płynącym wyrobiskami Obiektu. W razie zauważenia negatywnego wpływu regulacji wentylacji mechanicznej na skład powietrza należy zaniechać takiej regulacji i zastosować wentylację o ustalonych parametrach.

2.2 Zagrożenie klimatyczne

Wobec nieznaczącej głębokości obiektu poniżej powierzchni gruntu (maksymalnie do 15 m) nie należy się spodziewać zagrożenia klimatycznego, natomiast należy rozważyć zastosowanie ogrzewania powietrza wpływającego do Obiektu. Zasady projektowania instalacji do ogrzewania powietrza wdechowego zostały przedstawione w PN-G-05014:1997 „Szyby górnicze. Ogrzewanie powietrza wdechowego. Zasady projektowania instalacji”. Należy także rozważyć wstępne filtrowanie powietrza w celu usunięcia niepożądanych zanieczyszczeń w powietrzu doprowadzanym do wyrobisk (np. liści, insektów).

2.3 Pozostałe zagrożenia wentylacyjne

Zagrożenie metanowe w omawianym rejonie obecnie nie występuje, w związku z powyższym nie rozpatrywano wpływu zagrożenia metanowego na

sposób wentylacji wyrobisk Skansenu. Obecnie zawartość metanu kontrolowana jest za pomocą metanomierzy ręcznych.

Z uwagi na brak eksploatacji węgla nie należy spodziewać się również zagrożenia ze strony pyłu węglowego.

3. Projekt wentylacji Skansenu Królowa Luiza

3.1. Struktura sieci wentylacyjnej

Wobec fizycznego wyodrębnienia dwóch układów wyrobisk na obszarze podziemnym Skansenu zaproponowano analogiczny podział wyrobisk Skansenu w aspekcie ich przewietrzania na dwie niezależne sieci wentylacyjne umownie nazwanych „starą” i „nową” siecią. Konsekwencją takiego rozdziału będzie konieczność oddzielenia ww sieci wyrobisk tamą śluzową zlokalizowaną **wytycznej wschodniej**, będącej miejscem połączenia obu sieci.

3.2. Stacje wentylatorów

Ponadto w układzie jak opisano powyżej konieczna jest zabudowa dwóch stacji dwu-wentylatorowych z zastosowaniem wentylatorów osiowych zabudowanych w układzie równoległym. W każdej ze stacji jeden z wentylatorów będzie pracował w sposób ciągły, a drugi pełnić będzie rolę wentylatora rezerwowego. W razie wystąpienia zagrożenia pożarowego lub gazowego daje to możliwość włączenia obydwóch wentylatorów na maksymalnych parametrach pracy dla szybkiego przewietrzenia i usunięcia dymów i szkodliwych substancji z zagrożonej podsieci - w układzie równoległym wydatki powietrza generowane przez każdy z wentylatorów sumują się.

Stacje wentylatorów zlokalizowane będą:

- w komorze podziemnej – **filar zabytkowy**-połączonej ze świetlikiem nr 5 otworem o przekroju (500 x 500) (rys.1, 5) (sieć wentylacyjna „stara”);
- w przekopie wentylacyjnym Wyzwolenie, połączonym kanałem wentylacyjnym z atmosferą. (rys.1, 5) (sieć wentylacyjna „nowa”).

3.3. Miejsca doprowadzenia powietrza do wyrobisk

Zaproponowane umiejscowienie stacji wentylatorów w oddzielonych wentylacyjnie sieciach wentylacyjnych będzie wymaga wykonania dwóch nowych dolotów świeżego powietrza:

- wlot powietrza świeżego do sieci wentylacyjnej „starej”, poprzez wykonanie otworu o przekroju 1000 x 1000 mm do łącznika łączącego szymb Wyzwolenie z chodnikiem kierunkowym do szybu Wyzwolenie. Konieczne będzie w związku z tym wykonanie tam wentylacyjnych oddzielających łącznik od szybu Wyzwolenie dla umożliwienia ruchu turystycznego (rys..1)
- proponowany wlot powietrza świeżego do sieci wentylacyjnej „nowej” poprzez wejście wykonane w przodku nie przewietrzanej obecnie **Pochylni granicznej** (w której znajduje się eksponat „kombajn chodnikowy Alpinie AM 50”) poprzez wykonanie otworu o przekroju 2500 x 1500 (łączącej powierzchnię z tą pochylnią. (rys. 5). Otwór ten proponuje się wykonać od strony przejścia dla turystów. Takie rozwiązanie umożliwi przewietrzanie Pochylni granicznej a także umożliwi zabudowę tamy śluzowej oddzielającej sieć „starą” od sieci „nowej” w Wytycznej wschodniej na odcinku pomiędzy Przekopem głównym poz. I a skrzyżowaniem Pochylni IIIw z Wytyczną wschodnią. Rozwiązanie to poprzez przedstawione powyżej umiejscowienie śluz wentylacyjnej umożliwi bezkolizyjny przejazd kolejką szynową Wytyczną wschodnią (rys. 1, rys 4,rys.5).

4. Obliczenie wydatku powietrza koniecznego do przewietrzania wyrobisk Skansenu

4.1. Założenia przyjęte do obliczeń:

1. Liczba prądów powietrza niezależnych:
 - w sieci „starej” – 3 prądy niezależne;

- w sieci „nowej” – 4 prądy niezależne.
2. Opór aerodynamiczny układu wyrobisk
- w sieci „starej” 4,8 Bd,
 - w sieci „nowej” 0,45 Bd.
- (Dane według pomiarów sieci wentylacyjnej wykonanych w lutym 2012)
3. Maksymalna liczba osób przebywających jednocześnie w wyrobiskach tworzących jeden prąd niezależny zarówno w sieci w wyrobiskach sieci „starej” jak i „nowej” wynosi - 200 osób.
4. Dla zapewnienia właściwego składu powietrza oraz komfortu zwiedzających Skansen, przyjęto, że na każdą osobę przebywającą w wyrobiskach podziemnych Skansenu w powinno przypadać 20 m³/h [Reknagel 94/95].

4.2. Obliczenia dla przyjętych założeń

Przy powyżej podanych założeniach, że wydatek powietrza potrzebny dla jednego prądu niezależnego wynosi: 200 osób x 20 m³/h /osobę = 4000 m³/h. Wobec tego potrzebne wielkości wydatku w poszczególnych częściach obiektu wynoszą:

- Wydatek powietrza potrzebny w „starej” sieci wentylacyjnej wynosi:
$$4000 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 = 12\,000 \text{ m}^3/\text{h} = 3,33 \text{ m}^3/\text{s}$$
- Wydatek powietrza potrzebny w „nowej” sieci wentylacyjnej wynosi:
$$4000 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 = 16\,000 \text{ m}^3/\text{h} = 4,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3. Model matematyczny wentylacji Obiektu

Regulacja systemów przewietrzania traktowana jest jako jedno z prostszych zagadnień wentylacyjnych. Ma to rzeczywiście miejsce jeśli „a priori” znany jest żądany rozpływ powietrza w całej sieci wentylacyjnej. Dlatego jednym z celów niniejszej pracy jest przedstawienie sposobu wykonania modelu matematycznego systemu wentylacji służącego do obliczeń sieci wentylacyjnej z uwzględnieniem grafiki i wizualizacji wyników obliczeń sieciowych (lub innych wielkości i danych)

wraz z odwzorowaniem sieci wentylacyjnej jako sieci uaktywnionej, tzn. z uwzględnieniem ciągów naturalnych.

Osiągnięcie postawionego celu wymaga zrealizowania następującego zakresu prac:

- analiza przestrzennego schematu przewietrzania, map i innych materiałów dotyczących sieci oraz opracowanie racjonalnego graficznego modelu komputerowego
- zebranie tzw. danych stałych dotyczących geometrii poszczególnych odcinków (bocznicy) oraz pomiary parametrów wentylacyjnych powietrza w wybranych istotnych przekrojach rozpatrywanej sieci;
- wyznaczenie rozplywu powietrza i rozkladu spadków potencjału aerodynamicznego oraz obliczenia oporów aerodynamicznych poszczególnych elementów (bocznicy) tworzących sieć wentylacyjną i ciągów naturalnych dla określonych bocznicy aktywnych;
- opracowanie charakterystyk wentylatorów zabudowanych w stajach wentylatorów głównego przewietrzania w ujęciu numerycznym zgodnie z wymaganiami;
- założenie komputerowej bazy danych wejściowych do systemowych obliczeń rozplywu powietrza i pola potencjału aerodynamicznego, tj. założenie zbioru parametrów wentylacyjnych bocznicy (zawierającego m.in. opory aerodynamiczne poszczególnych bocznicy i ciągi naturalne generowane w niektórych bocznicy oraz strukturę topologiczną całej sieci w niektórych bocznicy oraz strukturę topologiczną całej sieci wentylacyjnej), jak również zbioru charakterystyk spiętrzenia i sprawności poszczególnych wentylatorów; utworzenie cyfrowego modelu komputerowego dla obecnego stanu sieci wentylacyjnej obejmujące: wykonanie systemowych obliczeń rozplywu powietrza i pola potencjału aerodynamicznego w sieci dla założonej bazy danych wejściowych, analizę uzyskanych wyników obliczeń sieciowych, ocenę ich zgodności z rzeczywistością stwierdzoną bezpośrednimi pomiarami i

odpowiednie tzw. wyrównanie (skorygowanie) określonych danych wejściowych.

Opracowany model systemu wentylacji umożliwia wykonywanie systemowych kompleksowych obliczeń tzw. parametrów wentylacyjnych bocznic tworzących daną sieć wentylacyjną (tj. oporów aerodynamicznych, ciągów naturalnych, potencjałów aerodynamicznych i innych wielkości) na podstawie wyników pomiarów wentylacyjnych wykonanych „in situ”, a w odniesieniu do oporów aerodynamicznych również w oparciu o tzw. geometrię wyrobisk. Dla zrealizowania takich obliczeń konieczne jest założenie (utworzenie) trzech komputerowych zbiorów danych wejściowych, tj. zbiorów zawierających wyniki pomiarów parametrów powietrza i powietrza wlotowego (wyniki pomiarów na powierzchni) oraz zbioru tzw. danych stałych o bocznicach (zawierającego m.in. długości, pola powierzchni przekroju poprzecznego, wysokości geodezyjne, rodzaj obudowy). W efekcie zrealizowania obliczeń otrzymuje się zbiór na wyjściu, tj. zbiór parametrów wentylacyjnych bocznic. Zbiór ten, jak już wspomniano, zawiera m.in. opory aerodynamiczne i ciągi naturalne, przy czym wygenerowanie tych wielkości (wyznaczenie) jest praktycznie niezbędne dla utworzenia cyfrowego modelu sieci wentylacyjnej z uwzględnieniem jej aktywności. Podkreślić należy, że tak opisane oprogramowanie umożliwia łatwe wykonywanie szybkich obliczeń dowolnie wybranego parametru wentylacyjnego dotyczącego pojedynczego elementu sieci (bocznicy lub węzła), w tym m. in. również oporu aerodynamicznego (na podstawie pomiarów lub geometrii bocznicy) - R_b , ciągu naturalnego - e_n i potencjału aerodynamicznego - ϕ_v . Prezentowane oprogramowanie jest przydatne przede wszystkim do bieżącej aktualizacji i przygotowania różnych projektowanych lub symulowanych stanów sieci wentylacyjnej. W oprogramowaniu, wykorzystane są wzory i zależności wynikające ze znanej metody H. Bystronia opisanej w pracy , a mianowicie:

opór aerodynamiczny R_b m⁴ :

$$R_b = \left(\frac{\rho_m}{\rho_n} \right)^2 \frac{l_f}{V_n^2} \quad (1.1)$$

gdzie:

$\rho_n = 1,2 \text{ kg/m}^3$ – gęstość powietrza suchego w warunkach uważanych za normalne (stała gazowa $R_a = 287,04 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, ciśnienie $p_n = 101\,325 \text{ Pa}$, temperatura $t_n = 20^\circ\text{C}$);

ρ_m – gęstość średnia powietrza w bocznicy określana jako średnia arytmetyczna gęstości powietrza w przekrojach krańcowych dopływowym (d) i wypływowym (w) danej bocznicy: $\rho_m = 0,5(\rho_d + \rho_w)$, przy czym gęstości te obliczane są z termicznego równania stanu gazu na podstawie pomiarów temperatury i ciśnienia powietrza, kg/m^3 ;

V_n – strumień objętości normalnej powietrza w bocznicy wyznaczony jako średnia geometryczna: $V_n = \sqrt{V_{nd} \cdot V_{nw}}$, m^3/s ;

V_{nd}, V_{nw} – strumień objętości normalnej powietrza mierzony w przekrojach krańcowych bocznicy, m^3/s ;

l_f - zdyssypowana energia w danej bocznicy obliczana według wzoru:

$$l_f = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{1}{\rho_d} \left[p_w \left(\frac{p_d}{p_w} \right)^{\frac{1}{n}} - p_d \right] - \frac{1}{2} (w_w^2 - w_d^2) - g \cdot (z_w - z_d); \text{J/kg}$$

(1.2)

w którym:

$g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ – miejscowe przyspieszenie siły ciężkości,

p_d, p_w – ciśnienie statyczne (bezwzględne) powietrza mierzone w przekrojach krańcowych bocznicy, Pa;

w_d, w_w – prędkość średnia powietrza w przekrojach krańcowych danej bocznicy, m./s ;

z_d, z_w - wysokość geodezyjna odnośnych przekrojów krańcowych (pomiarowych), m;

n - wykładnik politropy obliczany dla poszczególnych bocznic jako:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{p_w}{p_d}\right)}{\ln\left(\frac{\rho_w}{\rho_d}\right)} \quad (1.3)$$

energia ciągu naturalnego e_n , J/kg:

$$e_n = \frac{\kappa \cdot p_0}{(\kappa - 1)\rho_0} \left(\frac{p_d}{p_0}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \left[\left(\frac{p_w}{p_d}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right] - \frac{n \cdot p_d}{(n-1)\rho_d} \left[\left(\frac{p_w}{p_d}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (1.4)$$

gdzie:

p_0, ρ_0 = odpowiednio ciśnienie statyczne (bezwzględne) i gęstość powietrza atmosferycznego (wlotowego);

$\kappa = 1,4$ wykładnik izentropy powietrza suchego.

potencjał aerodynamiczny ϕ , J.kg:

$$\Phi = \frac{\kappa \cdot p_0}{(\kappa - 1)\rho_0} \left[\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right] + g \cdot (z - z_0) + \frac{\alpha}{2} (w^2 - w_0^2) \quad (1.5)$$

gdzie:

w_0, z_0 – odpowiednio prędkość powietrza atmosferycznego i wysokość geodezyjna przekroju wlotu powietrza z powierzchni,

p, w, z - odpowiednio ciśnienie statyczne (bezwzględne), prędkość powietrza i wysokość geodezyjna w przekroju krańcowym danego węzła sieci wentylacyjnej,

$\alpha = 1,08$ – średni współczynnik Coriolisa.

Zgodnie z powyższym energia ciągu naturalnego e_n i potencjał aerodynamiczny ϕ odnoszone są do 1 kg powietrza. W praktyce jednak, wielkości te są odnoszone do 1m³ powietrza, tzn. wyrażane są w J/m³ lub w mm H₂O, przy czym prezentowany model matematyczny pozwala na obliczanie tych wielkości zarówno w J/kg, jak również w J/m³ i w mm H₂O.

Obliczenia wentylacyjne według prezentowanego modelu sieci wentylacyjnej kończą się uzyskaniem wartości oporów aerodynamicznych, energii ciągu naturalnego oraz potencjału aerodynamicznego dla określonych elementów sieci wentylacyjnej, które to wielkości są obliczane na podstawie danych wejściowych zgodnie z wzorami (1.1), (1.4) i (1.5).

Zasadnicze oprogramowanie modelu umożliwia obliczenia rozplywu powietrza i pola potencjału aerodynamicznego dla różnych projektowanych i symulowanych stanów sieci wentylacyjnej przy stanie bezawaryjnym i awaryjnym (pożar).

Oprogramowanie bazuje na znanej iteracyjnej metodzie Crossa, przy czym sieć wentylacyjna jest traktowana jako uaktywniona, tzn.:

$$I_f = \phi_d - \phi_w + e_n \quad (1.6)$$

Plansze wynikowe (plansze do przeglądania na monitorze lub wydruki komputerowe) w ogólności każdorazowo powinny zawierać:

- zespół danych wejściowych tworzących model cyfrowy sieci, tj. jednoznaczną numerację elementów sieci (węzłów i bocznic) – strukturę sieci, opory aerodynamiczne i energie ciągu naturalnego w poszczególnych bocznicach, jak również uwzględnione w modelu charakterystyki spiętrzenia $\Delta p_c(V)$ i ewentualnie charakterystyki sprawności $\eta_{uw}(V)$ urządzeń wentylatorów działających w tej sieci;
- rozplyw powietrza i opcjonalnie pole potencjału aerodynamicznego obliczone dla rozpatrywanego stanu sieci wentylacyjnej;
- parametry punktu pracy poszczególnych wentylatorów działających w danym stanie sieci wentylacyjnej, tj. wydajność objętościowa V i spiętrzenie całkowite Δp_c , jak również – w przypadku uwzględnienia w modelu charakterystyk sprawności urządzeń wentylatorowych η_{uw} i moc N_s pobierana przez poszczególne urządzenia wentylatorowe;
- otwory równoznaczne A_e oraz opcjonalnie wypadkowe energie ciągu naturalnego generowane w poszczególnych częściach sieci związanych z szybami.

Uwzględnienie w modelu również charakterystyk sprawności $\eta_{uw}(V)$ urządzeń poszczególnych wentylatorów umożliwia systemowe wyznaczanie (obliczanie) poboru mocy N_s przez te urządzenia w różnych rozpatrywanych stanach sieci wentylacyjnej dzięki procedurze wiążącej pobór mocy N_s z parametrami punktu pracy V , Δp_c i sprawnością η_{uw} urządzenia wentylatorowego zależnością:

$$N_s = \frac{N_w}{\eta_{uw}} = \frac{V \cdot \Delta p_c}{\eta_{uw}}, W \quad (1.7)$$

gdzie:

V , Δp_c odpowiednio wydajność objętościowa, m^3/s i spiętrzenie całkowite Pa (J/m^3) w punkcie pracy wentylatora;

$N_w = V \cdot \Delta p_c$ - moc na wyjściu układu silnik – wentylator, W;

η_{uw} sprawność urządzenia wentylatorowego w danym punkcie pracy.

W prezentowanym modelu matematycznym sieci wentylacyjnej poza jednoznaczną numeracją węzłów sieci wentylacyjnej, również poszczególne bocznicę sieci mają nadaną jednoznaczną numerację. Poprzez taką numerację wprowadzoną do zbioru parametrów wentylacyjnych bocznic, uzyskuje się jednoznaczne i czytelne zarazem odwzorowanie struktury topologicznej sieci wentylacyjnej, przy czym na modelach graficznych numery poszczególnych bocznic umieszczane są w okręgach. Ponadto rozróżnia się trzy typy bocznic oznaczonych w zbiorze parametrów wentylacyjnych indeksami +1, 0 oraz -1. Bocznicom, w których znajdują się wentylatory (główne lub pomocnicze) nadaje się indeks +1. Bocznicom, dla których przyjmowane są „a priori” stałe ilości powietrza ($V = idem$), przydziela się indeks -1. Są to tzw. bocznicę stałoprzepływowe. Wykorzystywanie takich bocznic umożliwia łatwe przeprowadzanie regulacji rozplywu powietrza w sieci, „wycinanie” określonych rejonów z danej sieci i prowadzenie oddzielnych obliczeń dla rejonu, symulowanie zlikwidowania poszczególnych bocznic za pomocą tam izolacyjnych. pozostałym bocznicom sieci nadaje się indeks 0, przy czym indeks ten dotyczy większości bocznic tworzących model cyfrowy istniejącej sieci wentylacyjnej. Dla wspomnianych bocznic stałoprzepływowych (z indeksem -1)

obliczany jest ich opór aerodynamiczny (lub spiętrzenie wentylatora pomocniczego) potrzebny dla uzyskania w nich założonej „a priori” ilości powietrza V (ilości powietrza zadawanych do zbioru parametrów wentylacyjnych bocznic łącznie z indeksem -1).

Korzystając z przedstawionego oprogramowania wyznacza się opory aerodynamiczne i energie ciągu naturalnego dla określonych bocznic sieci wentylacyjnej.

W celu stworzenia możliwości wszechstronnego wykorzystania komputerowych systemów obliczeniowych konieczne jest opracowanie modelu sieci wentylacyjnej. Przez model sieci rozumie się tu nie tylko strukturę topologiczną tej sieci, lecz również cały zespół danych wejściowych do obliczeń maszynowych. W szczególności danymi takimi są: opory aerodynamiczne bocznic i charakterystyki wentylatorów głównych (oraz ewentualnie wentylatorów pomocniczych).

Przy generowaniu danych wejściowych korzysta się z graficznego odwzorowania struktury sieci wentylacyjnej (schematu przestrzennego kopalni).

Struktura sieci wentylacyjnej związanej z projektowaną strukturą będzie utworzona z 7 bocznic przy 5 węzłach. Do sporządzenia zestawu parametrów wejściowych dla oprogramowania „System Wentylacja”, którego użyto do obliczeń sieciowych. Należy zaznaczyć, że sieć potraktowano jako pasywną tzn. przyjęto, że gęstość powietrza w całej sieci jest stała. Zgodność otrzymanego rozplywu powietrza z wartościami występującymi w rzeczywistości świadczyć będzie o prawidłowym wyznaczeniu parametrów wentylacyjnych elementów sieci. Otrzymane modele sieci mogą więc służyć do rozwiązywania zagadnień przepływowych dla stanów projektowanych.

Wyniki obliczeń komputerowych dla projektowanego stanu podano w tablicy 1.

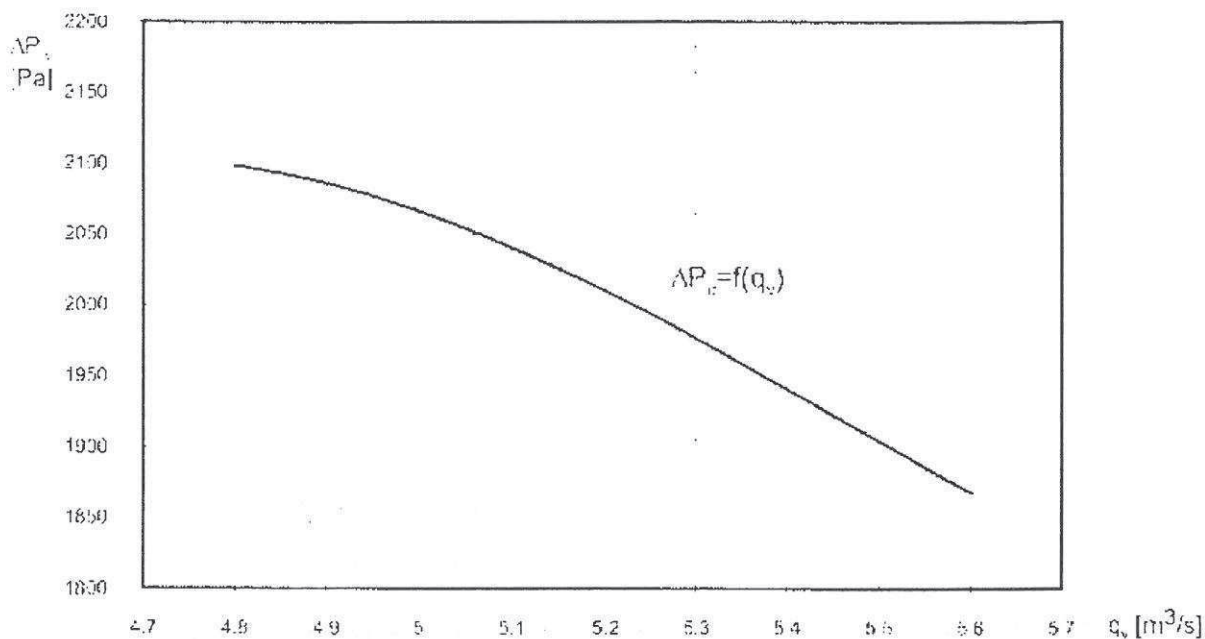
5. Dobór wentylatorów głównego przewietrzania

Biorąc pod uwagę powyższe obliczenia, uwarunkowania techniczne odnoszące się do stanu zagrożeń wentylacyjnych oraz wymiary wyrobisk którymi odprowadzane będzie powietrze z części „starej” i „nowej” przeprowadzono poszukiwania dostępnych na rynku polskim wentylatorów, których parametry pracy odpowiadałyby tym uwarunkowaniem. Wobec nietypowych warunków pracy wentylatorów, co wynika m.in. z niskiej wartości wypadkowego oporu aerodynamicznego dla obu sieci, możliwe było jedynie znalezienie i zaproponowanie rozwiązań kompromisowych, przedstawionych poniżej.

5.1 Część „stara”

Dla części „starej”, której wypadkowy opór aerodynamiczny wynosi 4,8 Bd zaproponowano zabudowanie dwóch wentylatorów lutniowych z tłumikami hałasu, połączonych w układ równoległy z klapami zapobiegającymi recyrkulacji, przy czym jeden z wentylatorów będzie pracował w sposób ciągły, a drugi stanowić będzie jednostkę rezerwową. Taki zestaw wentylatorów zabudowany zostanie w filarze zabytkowym i połączony odcinkiem lutni redukcyjnej do otworu o przekroju prostokątnym (o wymiarach 500mm x 500mm) prowadzącego do świetlika nr 5 na powierzchni (Rys. 5).

Proponuje się zbudować opisany układ z dwóch wentylatorów osiowych lutniowych jednostopniowych typu WLE 605 AM/1/SK o wydajności 5 m³/s przy spiętrzeniu 2060 Pa, zasilanych silnikiem elektrycznym o napięciu 500 V. Wentylatory takie należą do grupy I kategorii M2 zgodnie z dyrektywą UE nr 94/8/WE. Poniżej przedstawiono charakterystykę pracy (z materiałów producenta). Wynika z niej, że dobrane wentylatory mają łagodną charakterystykę, co pozwala na regulację wydajności przepływu w relatywnie szerokim zakresie (4,9 do 5,8 m³/s) – ma to znaczenie dla przewietrzania Obiektu, ponieważ podczas jego eksploatacji należy się spodziewać wystąpienia konieczności minimalizacji przepływu dla zapewnienia komfortu turystom.



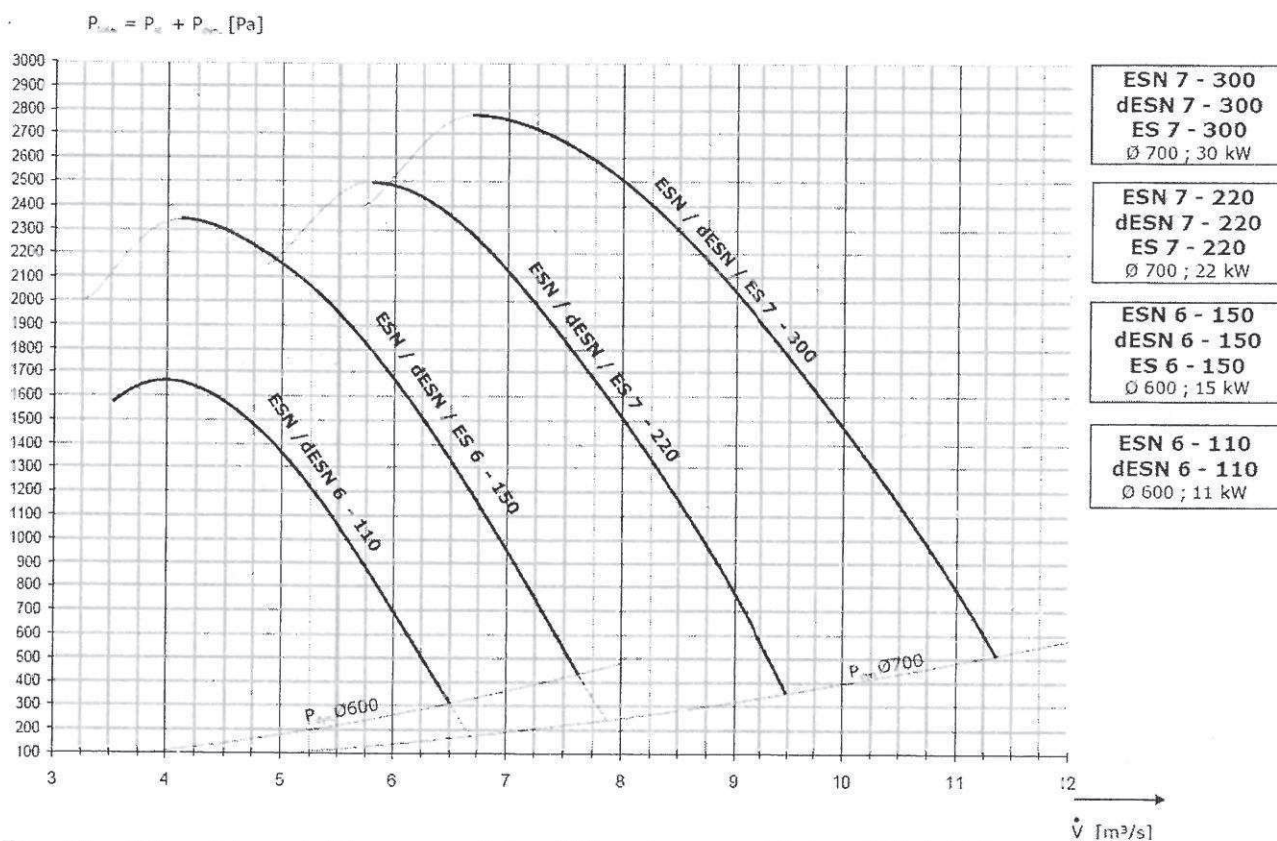
Rys. 8a . Charakterystyka pracy wentylatora WLE 605 AM/1/SK

5.2 Część nowa

Analogicznie, dla sieci wentylacyjnej części „nowej”, charakteryzującej się znacznie mniejszą wartością wypadkowego oporu aerodynamicznego, zaproponowano zbudowanie urządzeń głównego przewietrzania w postaci układu dwóch średniosięrzeniowych wentylatorów lutniowych z tłumikami hałasu, połączonych w układ równoległy z klapami zapobiegającymi recyrkulacji, przy czym jeden z wentylatorów będzie pracował w sposób ciągły, a drugi stanowić będzie rezerwę. Taki zestaw wentylatorów umiejscowiony będzie w przekopie wentylacyjnym „Wyzwolenie” i połączony odcinkiem lutni do kanału wentylacyjnego szybu „Wyzwolenie”. Zaproponowano zastosowanie dwóch jednakowych jednostek: lutniowych wentylatorów osiowych o napędzie elektrycznym typu ES 6 -110 i średnicy wewnętrznej 600 mm. (Rys. 5). Wentylatory te zasilane są napięciem 500/1000 V (przełączalne), dostępne są w wykonaniu przeciwwybuchowym zgodne z dyrektywą ATEX 94/9/WE. Charakteryzują się one niewielkimi wymiarami, relatywnie cichą pracą, możliwością zmiany prędkości w sposób ciągły oraz możliwością kierunku

przepływu. Poniżej przedstawiono charakterystykę rodziny wentylatorów ES, wśród nich również ES 6-110.

Pogrubione części krzywej charakterystyk reprezentują obszary stabilnej pracy wentylatorów. Z rysunku 8b wynika, że obszar stabilnej pracy wentylatora ES 6-110 mieści się w zakresie 4-6 m³/s, co zapewni żądany wydatek powietrza w sieci wentylacyjnej sieci „nowej” po jej odpowiedniej regulacji.



Rys. 8b . Charakterystyki pracy rodziny ES, w tym wentylatora ES 6-110

Rekomendujemy również wyposażenie stacji wentylatorów w urządzenie dodatkowe, pozwalające na bezpieczną regulację pracy wentylatorów dla dostosowania jej do zmiennych parametrów sieci, oraz zwiększające komfort pracy przy obsłudze stacji. Wentylatory ES mogą współpracować z następującymi urządzeniami:

a. System startu bezpośredniego

Przełącznik ochronny typu ZAŁ/WYŁ bez stanów pośrednich.

b. Przełącznik gwiazda-trójkąt

Zewnętrzny system łączeniowy umieszczony w szafie elektrycznej klasy ochronnej IP 54. Służy do redukcji przeciążeń prądowych w czasie rozruchu

wentylatora.

Redukuje moc o około 30% w stosunku do systemu startu bezpośredniego, co powoduje redukcję przeciążenia prądowego o około 27%.

c. Urządzenie do zmiany biegunowości

Zewnętrzny system łączeniowy umieszczony w szafie elektrycznej klasy ochronnej IP 54. Urządzenie to umożliwia uzyskanie kilku stanów mocy, zależnie od liczby aktywnych par biegunów silnika.

d. Przekształtnik częstotliwości

Zewnętrzny system łączeniowy umieszczony w szafie elektrycznej klasy ochronnej IP 54. Umożliwia regulację prędkości w sposób ciągły. Urządzenie przeznaczone jest do pracy w temperaturze otoczenia od -10 do +35 °C. Urządzenie zawiera szafkę sterowniczą wraz z ogrzewaniem, systemem kontroli wilgotności w szafce, wskaźniki świetlne, wyłącznik bezpieczeństwa i potencjometrami nastawnymi.

e. Soft-starter

Zewnętrzny system łączeniowy umieszczony w szafie elektrycznej klasy ochronnej IP 54. Urządzenie powoduje stopniowe zwiększanie prądu rozruchowego umożliwiając łagodny start bez przeciążeń prądowych.

f. Tłumiki hałasu typu SDSK

Tłumik rurowy do efektywnej redukcji hałasu, głównie przeznaczony do stosowania z wentylatorami o przepływie osiowym o dużych prędkościach przepływu. Wyścielenie wykonane z ognioodpornego izolatora mineralnego w specjalnej osłonie. Nie wprowadza żadnego dodatkowego spadku ciśnienia.

6. Środki regulacji sieci wentylacyjnej oraz zabezpieczenia wyrobisk

Zalecamy zastosowanie następujących środków zabezpieczających prawidłową pracę systemu wentylacji oraz jego regulację:

- Zabudowana zostanie tama wentylacyjna w łączniku łączącym szyb Wyzwolenie z chodnikiem kierunkowym do szybu Wyzwolenie;
- Zabudowana zostanie tama śluzowa oddzielająca sieć wentylacyjną „stara” od sieci wentylacyjnej „nowej”;
- Wykonane zostanie wejście w przodku nie przewietrzanej obecnie **Pochylni granicznej** (w której znajduje się eksponat „kombajn chodnikowy Alpinie AM 50”) poprzez wykonanie otworu o przekroju 2500 x 1500 (łączącej powierzchnię z tą pochylnią., będący jednocześnie wlotem powietrza świeżego do tej sieci wentylacyjnej;
- Wszystkie odcinki wyrobisk turystycznych mogące mieć kontakt ze starymi zrobami i pokładami węgla powinny zostać uszczelnione i zabezpieczone środkami izolującymi od atmosfery zewnętrznej, w tym za pomocą inhibitorów utleniania (tzw „antypirogenów”, zgodnie z odpowiednimi przepisami i wiedza górnictw);
- Odślonięte części pokładów węgla będą pokryte środkiem izolującym węgiel od atmosfery zewnętrznej, z wyjątkiem części przeznaczonej dla ekspozycji.
- Zastosowana zostanie wentylacja mechaniczna pracująca w sposób ciągły (bez wyłączania), przy czym dopuszczalna jest regulacja wydajności instalacji wentylacyjnej;
- Monitoring zagrożenia gazowego oraz prędkości powietrza będzie prowadzony w sposób ciągły, z częstotliwością dostosowaną do aktualnych potrzeb;

- W razie zaistnienia zagrożeń kierownik działu wentylacyjno-górniczego lub Kierownik Ruchu Zakładu podejmie odpowiednie działania zgodne z przepisami górnictwa oraz zawiadomi odpowiednie władze górnicze;
- Zapewnione zostaną parametry klimatyczne zgodne z przepisami górnictwa, (powietrze będzie wpływać do sieci wentylacyjnych przez czerpnie powietrza wraz z nagrzewnicami i ewentualnie z odpowiednimi filtrami).

7. Założenia monitoringu stanu wentylacji

Monitoring stanu wentylacji w wyrobiskach podziemnych Skansenu jest wymagany ze względu na:

- możliwość wystąpienia zagrożenia gazowego i pożarowego,
- kontrolę ilości przepływającego powietrza.

Założenia monitoringu aerologicznego wynikają z przepisów górnictwa. W szczególności czujniki do pomiaru dwutlenku węgla zabudowuje się w drażonych wyrobiskach korytarzowych oraz głębionych szybach bezpośrednio w przodku, na wysokości do 1 m od spągu, próg alarmowy czujników ustawiony powinien być na poziomie 1% dwutlenku węgla. Przy przekroczeniu progu alarmowego niezwłocznie wycofuje się ludzi.

W rejonowych prądach powietrza wypływających z zagrożonych wyrobisk zabudowuje się urządzenia dla automatycznych pomiarów zawartości, dwutlenku węgla i tlenu węgla w powietrzu z rejestracją wskazań w dyspozytorni.

W celu wykrycia procesów samozagrzewania węgla i kontrolowania ich przebiegu w wyrobiskach górnictwa w wyznaczonych stacjach pomiarowych wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych, pobiera się próby powietrza i prowadzi analizę jego składu. Stacje pomiarowe lokalizuje się (wg normy PN-G-06102:1996):

- 1) przy zrobach w chodniku wentylacyjnym dla powietrza wpływającego ze zrobów lub pobieranego za pomocą rur bądź węży próbobiorczych zainstalowanych w zrobach,

- 2) przy tamach izolacyjnych, wyznaczonych przez kierownik działu wentylacyjno-górniczego, dla pobierania prób powietrza spoza tych tam,
- 3) w innych miejscach wyznaczonych przez kierownik działu wentylacyjno-górniczego.

Szczegółowa lokalizację wszystkich stacji pomiarowych ustala kierownik działu wentylacyjno-górniczego.

Na podstawie wyników pomiarów dokonuje się obliczeń odpowiednich wskaźników pożarowych wg 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

W systemach CO-metrii automatycznej do wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych stosuje się:

- 1) czujniki lub analizatory kontrolujące zawartość tlenu węgla w powietrzu kopalnianym,
- 2) czujniki prędkości powietrza lub przepływomierze pozwalające mierzyć ilość powietrza w miejscu ich zainstalowania,
- 3) czujniki temperatury,
- 4) analizatory gazów pożarowych oraz dymu.

Wielkości fizyczne mierzone przez przyrządy, o których mowa, powinny być wskazywane i rejestrowane w dyspozytorni CO-metrii automatycznej.

Lokalizację czujników i analizatorów, o których mowa, ustala kierownik działu wentylacyjno-górniczego.

Na stacjach pomiarowych, na których wykonuje się pomiary tlenu węgla za pomocą czujników lub analizatorów, nie wymaga się pobierania prób powietrza do analizy, jeżeli na tych stacjach stężenie tlenu węgla nie przekracza wartości 10 ppm (0,0010%).

System monitoringu powinien składać się z trzech poziomów:

Poziom dyspozytorski

W skład poziomu dyspozytorskiego wchodzi komputer z oprogramowaniem umożliwiającym:

- wizualizację danych z urządzeń kontrolno pomiarowych,
- dostęp do danych zgromadzonych w bazach danych,
- wykonywanie raportów i zestawień,
- udostępnianie gromadzonych danych do innych systemów wyższego poziomu nadzoru dyspozytorskiego

Poziom stacyjny

Składa się z centrali telemetrycznej stanowiącej punkt przesyłu danych pomiędzy częścią podziemną, a powierzchnią (poziomem dyspozytorskim)

Poziom urządzeń kontrolno pomiarowych

W skład tego poziomu wchodzi: czujniki CO₂, CO, O₂ czujniki różnicy ciśnień oraz anemometry.

Miejsce stacji pomiarowych powinno być dobrane przez kierownika działu wentylacyjno-górniczego lub przez Kierownika obiektu w taki sposób, by ruch turystyczny nie zakłócał pracy czujników (wolny, w miarę szeroki przekrój wyrobiska).

8. Przewietrzanie wentylacją odrębną - Poziom III

Pochylnia IVz ma charakter wyrobiska ślepego, gdzie konieczne będzie zastosowanie wentylacji odrębnej. Do przewietrzenia tej pochylni proponuje się zastosowanie wentylatora lutniowego z typoszeregu 400 WLE-400 oraz lutni ϕ 400 poprowadzonych do przodka pochylni IVz. Wentylator WLE-400 powinien być umieszczony w pochylni IIIz poniżej chodnika podstawowego. (rys. 1, rys 6.). Po przewidzianej zmianie charakteru wyrobiska na wyrobisko z dodatkowym połączeniem wentylacyjnym – połączenie chodnikiem łączącym pochylnie IVz z pochylnią IIIz należy rozpatrzyć pozostawienie wentylacji odrębnej w opisanej powyżej lokalizacji.

9. Przewietrzanie pomieszczeń karczmy „Guibald” i sanitariatów

Z uwagi na wymogi sanitarno - epidemiologiczne oraz specyficzną funkcję pomieszczeń karczmy „Guibald”, a także związanych z nią sanitariatów, wentylacja winna odpowiadać warunkom technicznym jakie muszą spełniać tego rodzaju obiekty na powierzchni (rys.7, tablica 2).

9.1 Karczma „Guibald”

Wentylacja nawiewna karczmy wraz z zapleczem kuchennym

Nawiew powietrza świeżego realizowany będzie poprzez doprowadzenie powietrza poprzez otwory nawiewne z systemu ogólnego wentylacji Skansenu.

Wentylacja wywiewna karczmy wraz z zapleczem kuchennym:

Przyjęto następujące założenia:

- ilość osób przebywających w karczmie - 40
- jednostkowa ilość powietrza/ osobę - $20 \text{ m}^3/\text{h} = 0,33 \text{ m}^3/\text{min}$
- wentylacja wywiewna $V = 800 \text{ m}^3/\text{h} = 13,33 \text{ m}^3/\text{min}$

Projektuje się wykonanie kanału wywiewnego usytuowanego pod stropem wzdłuż pomieszczeń sali jadalnej i kuchni wyprowadzonego nad teren. Przewód wylotowy wywiewny zlokalizowany będzie w terenie zielonym i wyprowadzony na wysokość 2,8 m. Celem dostosowania do charakteru pozostałych elementów zagospodarowania przewiduje się obudowę przewodu, uzgodnioną z f-mą projektującą obiekt nadziemny i sposób zagospodarowania terenu: „Brus, Lachowicz – Architekci”.

Na głównym kanale wywiewnym należy zabudować wentylator kanałowy osiowy cichobieżny o następujących parametrach technicznych: średnica króćców $D_n 315$, wydajność $Q = 800 \text{ m}^3/\text{h}$ wys. podn. $H = 400 \text{ Pa}$, $N = 255 \text{ W}$, $IN=1,2$ (230 V).

Wentylator winien być zlokalizowany w istniejącym wydzielonym z kuchni pomieszczeniu pomocniczo-magazynowym, w celu ograniczenia głośności.

Zaleca się zastosowanie kanału wywiewnego wykonanego w następujący sposób:

- z blachy stalowej ocynkowanej o gabarytach 400 x 200 mm po stronie ssącej wentylatora,

- z rur wentylacyjnych typu Spiro D_n 315 za wentylatorem do stropu
- z rury stalowej D_n 300 powyżej stropu i wyprowadzonej na powierzchnię do wysokości ok. 3,0 m i zabezpieczonej daszkiem przed opadami,

Dodatkowe wyposażenie kanału wywiewnego stanowić będą anemostaty wywiewne blaszane o średnicy D_n 200.

9.2 Sanitariaty

Wentylacja nawiewna sanitariatów

- Doprowadzenie powietrza poprzez otwory nawiewne z systemu ogólnego wentylacji Skansenu

Wentylacja wywiewna sanitariatów

Przyjęta wydajność wentylacji wywiewnej = $4 \times 50 = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 3,33 \text{ m}^3/\text{min}$

Uzgodniono zastosowanie kanału wywiewnego usytuowanego pod stropem, wyprowadzonego nad teren. Kanał winien być wyposażony w anemostaty wywiewne blaszane D_n 150. Na kanale należy zabudować wentylator osiowy kanałowy o parametrach technicznych:

- średnica króćców D_n 150, wydajność $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ wys. podn. $H = 380 \text{ Pa}$, $N = 100 \text{ W}$, $IN=0,44$ (230 V)

Projektuje się wykonanie kanału wywiewnego:

- z rur wentylacyjnych typu Spiro D_n 150 w obrębie sanitariatów do stropu
- z rury stalowej D_n 150 powyżej stropu i wyprowadzonej na powierzchnię do wysokości 2,8 m

i zabezpieczonego daszkiem przed opadami

Ponadto z urządzenia przetłaczającego ścieki sanitarne (ujętego w oddzielnym opracowaniu) należy wyprowadzić nad teren z zastosowaniem:

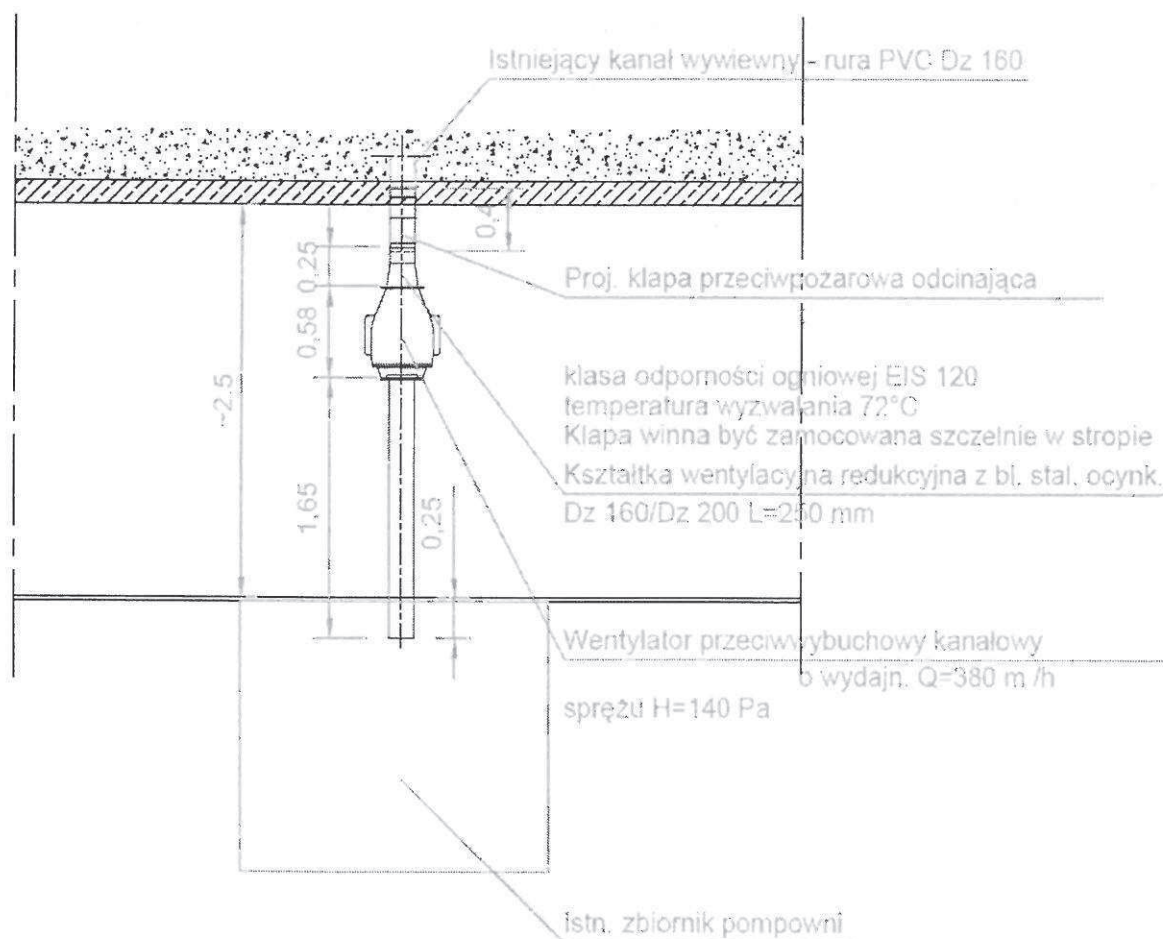
- rury wywiewnej PE Dz 63 w obrębie pomieszczenia pompowni do stropu
- rury stalowej D_n 50 powyżej stropu i wyprowadzonej na powierzchnię do wysokości ok. 3,0 m W tablicy 2 przedstawiono zestawienie materiałów i urządzeń instalacyjnych dla pomieszczeń karczmy „Guibald” i

sanitariatów. Na załączonym rys 7. przedstawiono projekt przewietrzania karczmy „Guibald” i sanitariatów.

10. Przewietrzanie pompowni

Zbiornik pompowni Skansenu Luiza przewietrzany będzie w sposób podany na rysunku nr 9 zamieszczonym poniżej. Konieczne parametry wentylatora współpracującego z istniejącym kanałem wywiewnym nad zbiornikiem są następujące:

spęż: 140 Pa, wydajność: 380 m³/h. Na wylocie wentylatora należy zabudować klapę przeciwpożarową odcinającą. Kłapa powinna zapewniać co najmniej dwugodzinną szczelność i izolacyjność ogniową (PN EN 1366-2) oraz zapewniać samoczynne odcięcie przepływu przy temperaturze wyzwania mechanizmu odcinającego w zakresie 70-100°C.



Rys. 9 Projekt przewietrzania pompowni

11. Wnioski

11.1. Koncepcja systemu wentylacji zakłada podział na dwie niezależne sieci wentylacyjne wyrobisk Skansenu umownie nazwanych „stara” i „nowa” oddzielonych tamą śluzową zlokalizowaną w **wytycznej wschodniej** na odcinku pomiędzy Przekopem głównym poz. I a skrzyżowaniem Pochylni IIIw z Wytyczną wschodnią.

11.2. Rozdział sieci stwarza konieczność lokalizacji dwóch stacji dwu wentylatorowej z zastosowaniem wentylatorów osiowych połączonych równolegle, zabudowanych w:

- sieć wentylacyjna „stara” w komorze podziemnej – **filar zabytkowy** połączonej ze świetlikiem nr 5 otworem o przekroju 0,5 m x 0,5 m.
- sieć wentylacyjna „nowa” w przekopie wentylacyjnym Wyzwolenie, połączonym kanałem wentylacyjnym z atmosferą.

11.3. Umieszczenie stacji wentylatorów w oddzielonych wentylacyjnie sieciach wentylacyjnych będzie skutkowało wykonaniem dwóch nowych dolotów świeżego powietrza:

- sieć wentylacyjna „stara” – proponowany wlot powietrza świeżego poprzez wykonanie połączenia otworem o przekroju minimalnym 1000 x 1000 łącznikiem łączącym szyb Wyzwolenie z chodnikiem kierunkowym do szybu Wyzwolenie. Konieczne będzie w związku z tym wykonanie tam wentylacyjnych oddzielających łącznik od szybu Wyzwolenie umożliwiających ruch turystyczny.
- sieć wentylacyjna „nowa” proponowany wlot powietrza świeżego poprzez wejście wykonane w przodku nie przewietrzanej obecnie **Pochylni granicznej** (w której znajduje się eksponat „kombajn chodnikowy Alpinie AM 50”) poprzez wykonanie otworu o przekroju 2500 x 1500 (łączącej powierzchnię z tą pochylnią).

- 11.4. Dla warunków Skansenu Królowa Luiza przyjęto następujące ilości powietrza:
- zapotrzebowanie na powietrze w „starej” sieci wentylacyjnej:
 $4000 \times 3 = 12000 \text{ m}^3/\text{h} = 3,33 \text{ m}^3/\text{s}$
 - zapotrzebowanie na powietrze w „nowej” sieci wentylacyjnej:
 $4000 \times 4 = 16000 \text{ m}^3/\text{h} = 4,44 \text{ m}^3/\text{s}$
- 11.5. Dla obu stacji wentylatorów głównego przewietrzania Skansenu Królowa Luiza w obu sieciach dobrano po dwa jednakowe wentylatory osiowe z tłumikami w układzie równoległym (pracujący i rezerwowi), przy czym dla sieci wentylacyjnej „starej” zaproponowano dwa wentylatory jednostopniowe typu WLE 605 AM/1/SK, dla sieci nowej dwa wentylatory typu ES 6-110.
- 11.6. Po osiągnięciu docelowego układu wyrobisk w Skansenie i zabudowaniu stacji wentylatorowych, należy przeprowadzić ostateczną regulację sieci wentylacyjnej dla równomiernego rozprowadzenia powietrza w wyrobiskach poprzez zabudowanie tam regulacyjnych oraz dostosowanie wydajności stacji wentylatorów głównych do parametrów sieci wentylacyjnej.
- 11.7. W celu zapewnienia komfortu zwiedzającym Skansen w sezonie zimowym na dolotach powietrza świeżego w obu sieciach wentylacyjnych należy zabudować nagrzewnice powietrza.
- 11.8. Pomieszczenia znajdujące się w części „starej” – Karczma „Guibald” wraz zapleczem kuchennym należy przewietrzać poprzez doprowadzenie powietrza poprzez otwory nawiewne z systemu ogólnego wentylacji Skansenu. Wentylacja wywiewna natomiast poprzez wykonanie kanału wywiewnego usytuowanego pod stropem wzdłuż pomieszczeń sali jadalnej i kuchni wyprowadzonego nad teren. Przewód wylotowy wywiewny zlokalizowany będzie w terenie zielonym i wyprowadzony na wysokość 2,8 m. Celem dostosowania do charakteru pozostałych elementów zagospodarowania przewiduje się obudowę przewodu.

- 11.9. Pomieszczenia sanitariatów oraz przepompownia powinny być przewietrzane niezależnie poprzez doprowadzenie powietrza poprzez otwory nawiewne z systemu ogólnego wentylacji Skansenu. Wentylacja wywiewna sanitariatów przewietrzana będzie z zastosowaniem kanału wywiewnego usytuowanego pod stropem, wyprowadzonego nad teren. Kanał winien być wyposażony w anemostaty wywiewne blaszane D_n 150. W kanale tym należy zabudować wentylator osiowy kanałowy.
- 11.10. Proponowana koncepcja monitoringu wentylacyjnego wyrobisk Skansenu przewiduje o rozmieszczenie odpowiednich czujników dla monitorowania intensywności przepływu i jakości powietrza w stacjach pomiarowych i podłączenie ich do urządzenia rejestrującego dane pomiarowe. Miejsca zabudowy czujników oraz częstotliwość pomiarów należy dostosować do bieżącego poziomu zagrożenia. Proponowane jest zastosowanie urządzeń stosowanych w przemyśle górniczym.
- 11.11. Do przewietrzania pochylni IVz proponuje się zastosowanie wentylatora lutniowego z typoszeregu 400 WLE-400 oraz lutni ϕ 400 poprowadzonych do przodka pochylni IVz. Wentylator WLE-400 powinien być umieszczony w pochylni IIIz poniżej chodnika podstawowego. Po przewidzianej zmianie charakteru wyrobiska na wyrobisko z dodatkowym połączeniem wentylacyjnym – połączenie chodnikiem łączącym pochylnie IVz z pochylnią IIIz należy rozpatrzyć pozostawienie wentylacji odrębnej w opisanej powyżej lokalizacji.
- 11.12. Do przewietrzania pompowni proponujemy zastosować wentylator o sprężu 140 Pa i wydajności :380 m³/h wyposażony w klapę odcinającą, o co najmniej dwugodzinnej szczelności i izolacyjności ogniowej.

12. Literatura

- „Poradnik górnika t.3” Wydawnictwo Śląsk, Katowice, 1972
- „Poradnik Ogrzewanie – Klimatyzacja Recknagel 94/95
- 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)
- PN-62/G-04025 „Powietrze kopalniane. Pobieranie próbek powietrza z wyrobisk górniczych”
- PN-73 G-60101 „Przewietrzanie wyrobisk górniczych -- Tamy wentylacyjne -- Zasady projektowania i wykonania”
- PN-73/G-60105 „Tamy bezpieczeństwa -- Zasady projektowania i wykonania”
- PN-G-05014:1997 „Szyby górnicze. Ogrzewanie powietrza wdechowego. Zasady projektowania instalacji”
- PN-G-06102:1996 „Podziemne wyrobiska zakładów górniczych -- Stacje pomiarowe powietrza”
- PN-G-05024:1999 „Przewietrzanie wyrobisk górniczych, Wytyczne obliczania niezbędnej ilości powietrza”
- Ustawa "Prawo Górnicze i Geologiczne" z dnia 9 czerwca 2011 r. (Dz.U. z 2011 nr 163 poz. 981),

Tablica 1

ZESTAWIENIE ROZPLYWOW POWIETRZA, ZDYSSYPOWANEJ ENERGII, DEPRESJI I OPOROW W SIECI WENTYLACYJNEJ																
sieć wentylacyjna Skansen Królowa Luiza																
I	NR	OD	DO	NATEZENIE PRZEPLYWU	DEPR. NATURALNA	ZDYSSYPOWANA ENERGIA	OPOR									
I	BOCZ	I	I	(M3/S)	(M3/MIN)	(J/M3)	(MM H2O)	(MIURG)	(KG/M7)							
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I							
I	1	I	2	I	277.00	I	.0	I	.8	I	.08	I	3.763	I	.03690	I
I	2	I	21	I	106.69	I	.0	I	180.3	I	18.39	I	5815.051	I	57.02708	I
I	3	I	81	I	99.74	I	.0	I	.1	I	.02	I	5.455	I	.05350	I
I	4	I	81	I	106.69	I	.0	I	.7	I	.07	I	21.424	I	.21010	I
I	5	I	8	I	65.45	I	.0	I	.2	I	.02	I	20.476	I	.20080	I
I	6	I	911	I	30.00	I	.0	I	423.7	I	43.21	I	172826.400	I	1694.87500	I
I	7	I	81	I	16.96	I	.0	I	.1	I	.02	I	1119.671	I	10.98040	I
I	8	I	3	I	170.31	I	.0	I	745.7	I	76.04	I	9438.211	I	92.55870	I
I	9	I	4	I	191.19	I	.0	I	.0	I	.00	I	.082	I	.00080	I
I	10	I	4	I	191.19	I	.0	I	.0	I	.00	I	.051	I	.00050	I
I	11	I	5	I	188.96	I	.0	I	.0	I	.01	I	.510	I	.00500	I
I	12	I	5	I	2.23	I	.0	I	.0	I	.00	I	2039.421	I	20.00021	I
I	14	I	71	I	-79.81	I	.0	I	-.1	I	-.01	I	3.193	I	.03131	I
I	15	I	71	I	20.36	I	.0	I	54.0	I	5.51	I	47824.180	I	469.00240	I
I	16	I	71	I	-59.45	I	.0	I	-575.4	I	-58.67	I	59754.930	I	586.00500	I
I	17	I	61	I	2.23	I	.0	I	.0	I	.00	I	697.954	I	6.84470	I
I	18	I	61	I	2.23	I	.0	I	.0	I	.00	I	916.506	I	8.98800	I
I	19	I	10	I	231.17	I	.0	I	.2	I	.02	I	1.163	I	.01141	I
I	20	I	14	I	227.20	I	.0	I	2.7	I	.28	I	19.225	I	.18854	I
I	21	I	14	I	3.97	I	.0	I	4.1	I	.42	I	94839.320	I	930.07080	I
I	22	I	11	I	73.61	I	.0	I	2.9	I	.29	I	194.426	I	1.90670	I
I	23	I	11	I	49.63	I	.0	I	.0	I	.00	I	.490	I	.00481	I
I	24	I	13	I	144.00	I	.0	I	55.0	I	5.60	I	972.823	I	9.54029	I
I	25	I	13	I	136.80	I	.0	I	55.0	I	5.60	I	1077.921	I	10.57096	I
I	27	I	16	I	280.80	I	.0	I	.6	I	.06	I	2.938	I	.02881	I
I	28	I	17	I	304.77	I	.0	I	.2	I	.02	I	.909	I	.00891	I
I	29	I	6	I	167.19	I	.0	I	4.6	I	.47	I	60.050	I	.58890	I
I	30	I	12	I	280.80	I	.0	I	92.5	I	9.44	I	430.870	I	4.22546	I
I	31	I	11	I	23.97	I	.0	I	149.5	I	15.24	I	95500.480	I	936.55470	I
I	32	I	17	I	304.77	I	.0	I	1.5	I	.15	I	5.993	I	.05877	I
I	33	I	1	I	274.77	I	.0	I	605.9	I	61.78	I	2945.884	I	28.88971	I
I	34	I	8	I	41.24	I	.0	I	470.0	I	47.93	I	101448.700	I	994.88740	I
I	35	I	31	I	20.36	I	.0	I	45.2	I	4.60	I	39998.320	I	392.25580	I
I	36	I	3	I	-20.88	I	.0	I	-94.6	I	-9.65	I	79637.420	I	780.98870	I
I	37	I	6	I	24.00	I	.0	I	-564.4	I	-57.55	I	-359704.500	I	-3527.55200	I
I	38	I	15	I	276.83	I	.0	I	1.4	I	.14	I	6.562	I	.06435	I

cd Tablica 1

WENTYLATORY															
NR I BOCZ I	OD I	DO I	NATEZENIE PRZEPLYWU I	SPIETRZENIE I	DEPR. NATURALNA I	AE I	ISPRAWNOSCI I	MOC I	(M3/S) I	(M3/MIN) I	(J/M3) I	(MM H2O) I	(MM H2O) I	(M2) I	(KW) I
13 I	611 I	1 I	4.12 I	247.00 I	760.00 I	77.50 I	.0 I	.18 I	.00 I	.00 I	.00 I	.18 I	.00 I	.00 I	.00 I
29 I	18 I	1 I	5.08 I	304.77 I	760.00 I	77.50 I	.0 I	.22 I	.00 I	.00 I	.00 I	.22 I	.00 I	.00 I	.00 I

CHARAKTERYSTYKI WENTYLATOROW W BOCZNICACH (ODPOWIEDNIO: ILOSC POWIETRZA , SPIETRZENIE , SPRAWNOSC)

NR BOCZNICY - 13	
7.500	780.00 .00 8.000 760.00 .00 9.000 690.00 .00 10.000 600.00 .00
11.000	480.00 .00 12.000 380.00 .00
NR BOCZNICY - 29	
7.500	780.00 .00 8.000 760.00 .00 9.000 690.00 .00 10.000 600.00 .00
11.000	480.00 .00 12.000 380.00 .00

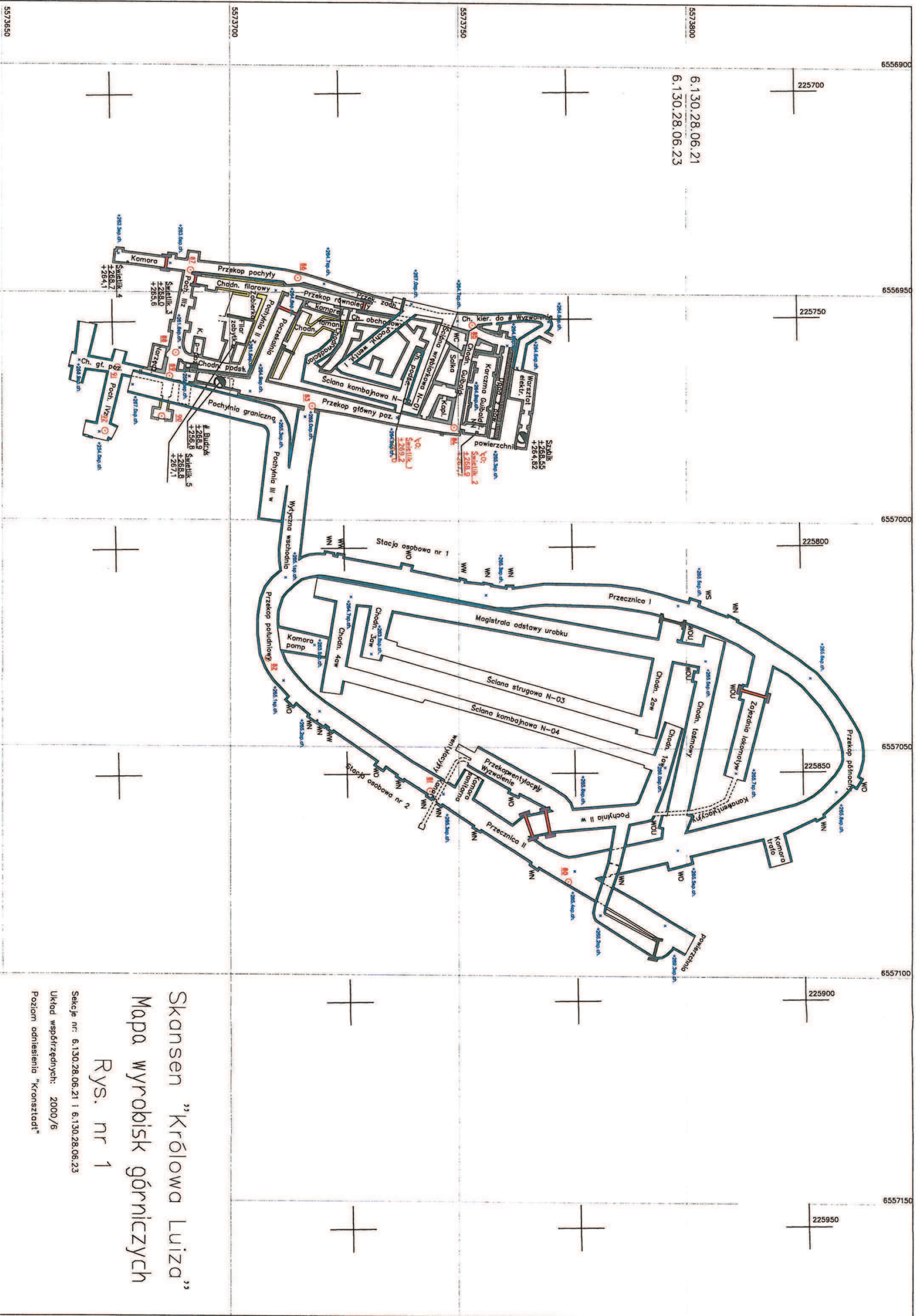
LICZBA BOCZNIC 38 LICZBA WEZLOW 26

cd Tablica 1

P O T E N C J A L Y W E Z L A C H										
WEZEL	I	(J/M3)	POTENCJAL	(MM H2O)	I	WEZEL	I	(J/M3)	POTENCJAL	(MM H2O)
1	I	.000	I	.000	I	2	I	-.786	I	-.080
3	I	-746.507	I	-76.121	I	4	I	-746.515	I	-76.122
5	I	-746.520	I	-76.123	I	6	I	-746.570	I	-76.128
7	I	-697.077	I	-71.081	I	8	I	-181.923	I	-18.551
9	I	-182.162	I	-18.575	I	10	I	-607.397	I	-61.936
11	I	-610.266	I	-62.229	I	12	I	-666.591	I	-67.972
13	I	-611.639	I	-62.369	I	14	I	-607.566	I	-61.954
15	I	-610.269	I	-62.229	I	16	I	-759.139	I	-77.409
17	I	-759.770	I	-77.474	I	18	I	-760.000	I	-77.497
21	I	-181.110	I	-18.468	I	31	I	-651.917	I	-66.476
51	I	-746.548	I	-76.125	I	61	I	-746.557	I	-76.126
71	I	-751.087	I	-76.588	I	81	I	-181.258	I	-18.483
611	I	-751.142	I	-76.594	I	911	I	-605.880	I	-61.782
51	I	-746.548	I	-76.125	I	61	I	-746.557	I	-76.126
71	I	-751.087	I	-76.588	I					

Tablica 2. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ INSTALACYJNYCH

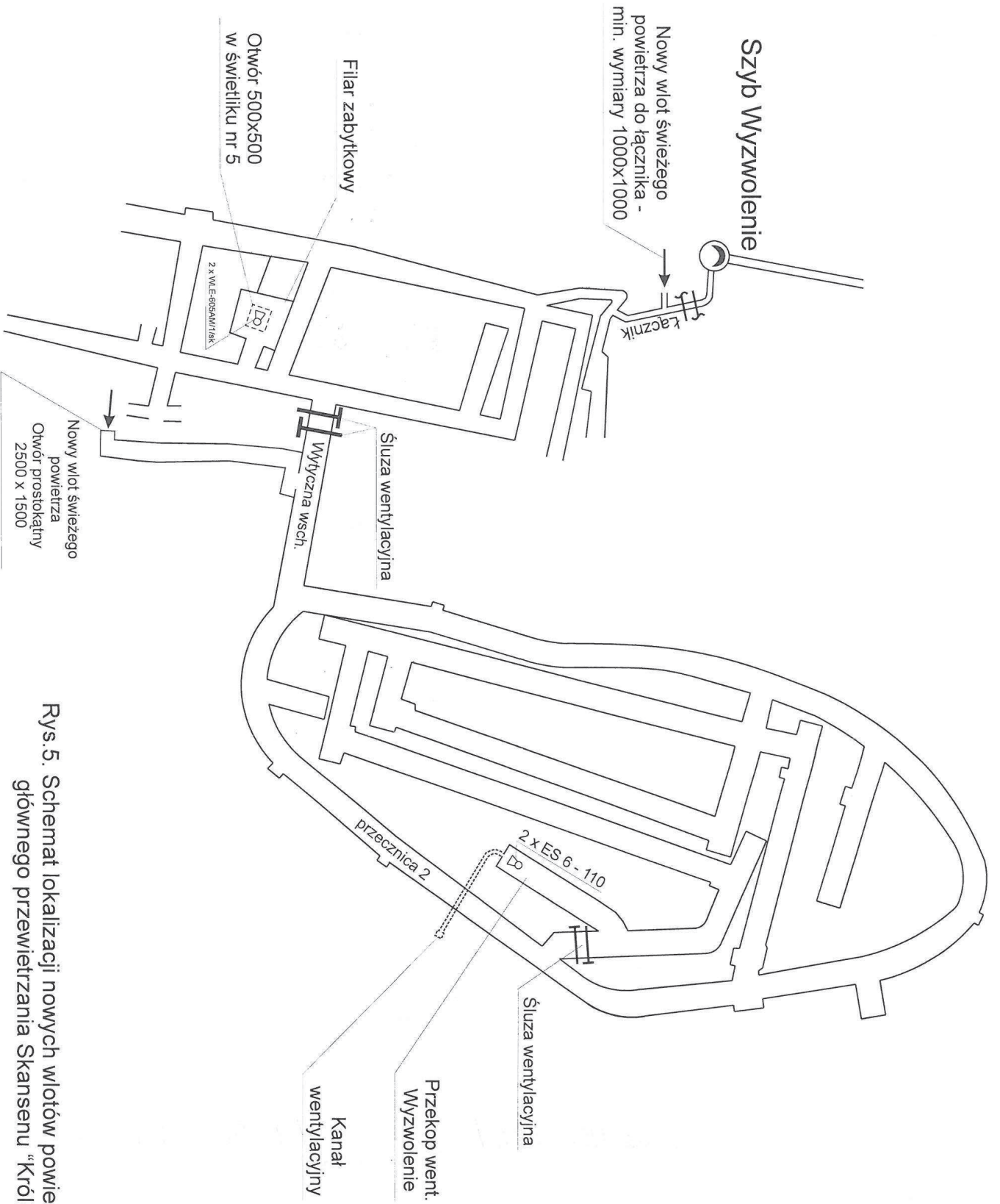
L.p. lub nr poz.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
1	2	3	4
Układ wentylacyjny wywiewny – Karczma Guibald			
1.	Rura stalowa Dz 323,9 x 6,3	mb	4,5
2.	Łącznik Dz 323,9/φ 315	szt.	1
3.	Rura went. Spiro φ 315	mb	3,5
4.	Wentylator kanałowy osiowy cichobieżny o charakterystyce: średnica króćców Dn 315, wydajność Q = 800 m ³ /h, wys. podn. H = 400 Pa, N = 255 W, IN=1,2 (230 V)	szt.	1
5.	Kształtka went. z bl. ocynk. φ 315/400 x 200 L = 250 mm	szt.	1
6.	Kanał wentyl. prostok. 400 x 200 mm L = 500 mm	szt.	1
7.	Kanał wentyl. prostok. 400 x 200 mm L = 1000 mm	szt.	14
8.	Łuk wentyl. 400 x 200/45°	szt.	2
9.	Anemostat wywiewny bl. φ 200	szt.	9
10.	Zaślepka kanału z bl. stal. ocynk. 400 x 200 mm	szt.	1
Układ wentylacyjny wywiewny - sanitariaty			
11.	Rura went. Spiro φ 150	mb	11,5
12.	Trójnik went. okrągły φ 150/φ 150/φ 150	szt.	1
13.	Anemostat wywiewny bl. φ 150	szt.	4
14.	Wentylator kanałowy osiowy cichobieżny o charakterystyce: średnica króćców Dn 150 wydajność Q = 200 m ³ /h, wys. podn. H = 380 Pa, N = 100 W, IN=0,44 (230 V)	szt.	1
15.	Łącznik φ 150/Dz159	szt.	1
16.	Rura stalowa Dz 159 x 5,0	mb	4,5
17.	Rura PE Dz 63 SDR 17	mb	5,5
18.	Przejście nierozbieralne PE/stal Dz 65/Dn 50	szt.	1
19.	Rura stalowa Dz 60,3 x 3,2	mb	4,5



6.1.30.28.06.21
6.130.28.06.23

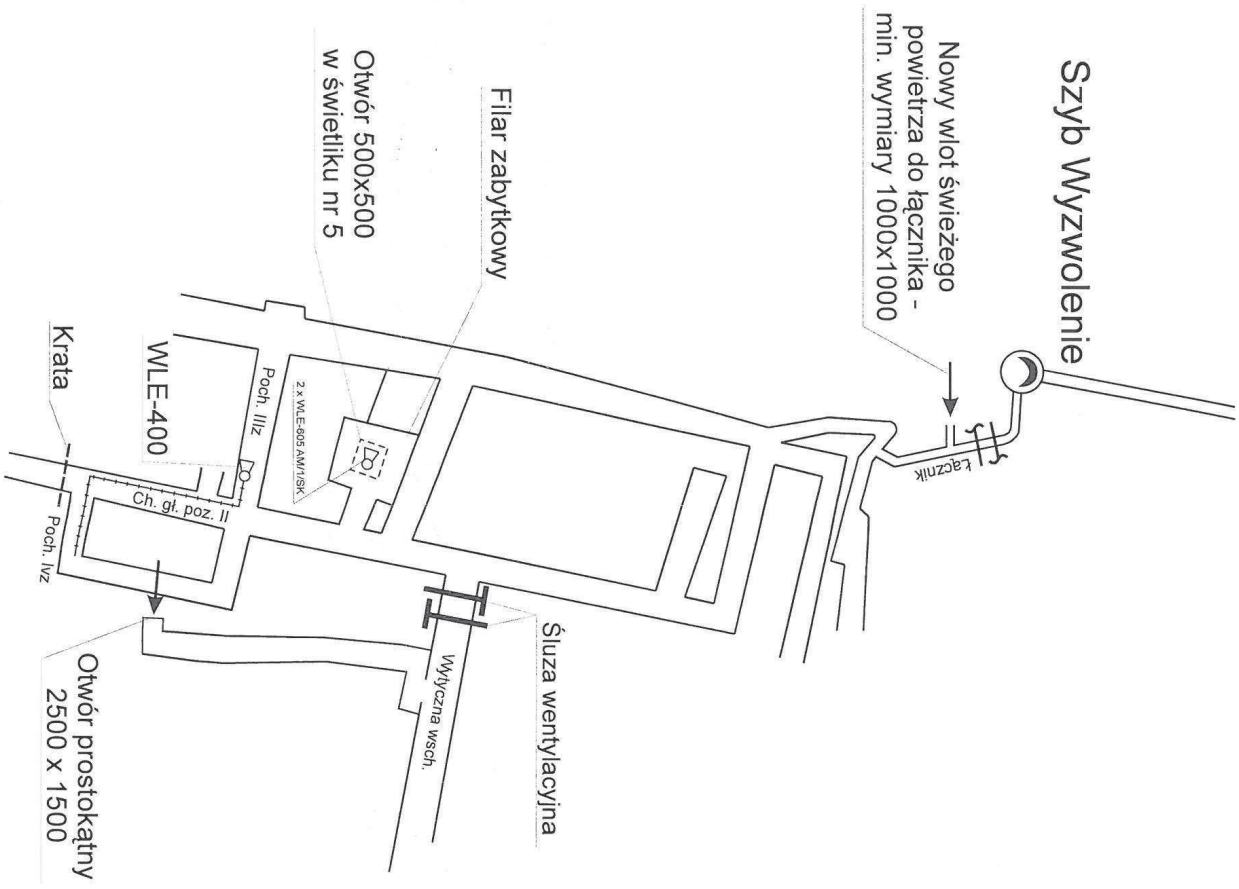
Skansen "Królowa Luiza"
Mapa wyrobisk górniczych
Rys. nr 1

Skalę nr: 6.130.28.06.21 i 6.130.28.06.23
Układ współrzędnych: 2000/6
Poziom odniesienie "Kronstadt"



Rys. 5. Schemat lokalizacji nowych wlotów powietrza I stacji wentylatorów głównego przewietrzania Skansenu "Królowa Luiza"

Rysunek nr 6



Poz. IV - przewietrzanie wentylacją odrębną WLE-400

