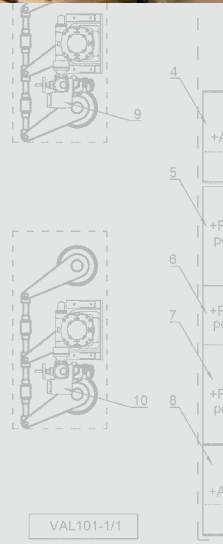


Modernizacja stacji wentylatorów głównych szybu „Kościuszko” w Kopalni Soli „Wieliczka” S.A.

Kopalnia Soli „Wieliczka” to jeden z najcenniejszych zabytków kultury materialnej i duchowej na ziemiach polskich, rocznie odwiedzany przez ponad milion turystów z całego świata. To także zabytek klasy światowej, wpisany jako jeden z pierwszych obiektów na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego UNESCO.





W Kopalni Soli Wieliczka panują specyficzne warunki. Wiąże się to ze szczególnym obowiązkiem zagwarantowania nie tylko bezpieczeństwa pracujących tam ludzi i zwiedzających kopalnię turystów, ale również zapobiegania degradacji obiektu poprzez utrzymanie stałych parametrów atmosfery.

Osiągnięte korzyści z przeprowadzonej modernizacji

Zwiększenie bezpieczeństwa pracowników kopalni, osób przebywających na podziemnych szlakach turystycznych jak i całego obiektu – osiągnięto dzięki zainstalowaniu urządzeń gwarantujących wieloletnią, bezawaryjną pracę oraz poprzez zaistalowanie nowoczesnego układu sterowania i kontroli.

Obniżenie zużycia energii elektrycznej – zastosowano wentylatory o wyższym współczynniku sprawności energetycznej oraz układ zasilania i sterowania optymalizujący ich pracę.

Obniżenie kosztów utrzymania stacji – zredukowano stanowisko obsługi w budynku stacji poprzez przeniesienie sterowania do dyspozytorni zakładowej oddalonej o około 1 km od stacji.

Zmniejszenie emisji hałasu do otoczenia o 15% – zainstalowano urządzenia emitujące mniejszy poziom hałasu oraz wykonano nowe poszycie wentylatorów o lepszej izolacji akustycznej.

Cel i zakres modernizacji

Modernizowana stacja wentylatorów głównych szybu „Kościszko” zlokalizowana jest na obrzeżach ścisłego centrum Wieliczki. Stacja wentylatorów głównych pełni funkcję wentylacyjną Kopalni Soli „Wieliczka” S.A. – obsługuje szyb wydechowy.

Podstawowym celem modernizacji stacji wentylatorów głównych szybu „Kościszko” było zwiększenie bezpieczeństwa pracowników kopalni oraz osób przebywających na podziemnych szlakach turystycznych K.S. „Wieliczka”. Stosowane do tej pory urządzenia wykazywały spore oznaki zużycia (m.in. złuszczenie się łopatek wirników wentylatorów), co w przypadku stacji obsługującej główny ciąg wentylacyjny wiązało się z niezwłoczną jej modernizacją.

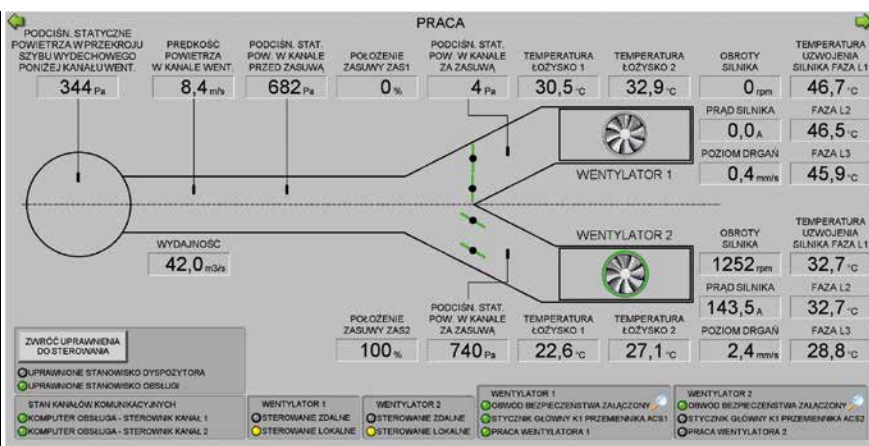
Drugim celem modernizacji stacji wentylatorów głównych przy szybie „Kościszko” było ograniczenie kosztów utrzymania stacji. Osiągnięte to zostało poprzez likwidację stanowiska stałej obsługi oraz obniżenie kosztów zużycia energii elektrycznej.

Kompleksowa modernizacja stacji wentylatorów głównych obejmowała m. in.:

- wymianę dwóch wentylatorów osiowych,
- modernizację napędu zasuw wentylacyjnych,
- modernizację rozdzielnic potrzeb własnych stacji,
- zabudowę drugiego, redundantnego układu kontrolno-pomiarowego stacji,
- wykonanie zasilania i sterowania stacją lokalnie – z pomieszczenia stacji wentylatorów oraz zdalnie – z dyspozytorni zakładowej,
- wykonanie pełnej dokumentacji technicznej i technologicznej oraz uzyskanie wszelkich formalnych pozwoleń niezbędnych do włączenia zmodernizowanej stacji do ruchu zakładu górniczego.

Firma MWM Elektro przedstawiła inwestorowi rozwiązania gwarantujące realizację założonych celów.

Rozbudowany system wentylacji Kopalni Soli „Wieliczka” wymaga zaawansowanych metod kontroli parametrów powietrza.





1



2

Opis zastosowanych rozwiązań

Wentylatory osiowe

Przed przystąpieniem do zabudowy nowych wentylatorów, zostało poddane analizie miejsce zabudowy wraz z istniejącym fundamentem. Stan techniczny fundamentu pozwolił na jego adaptację. W tym celu wykonana została rama pośrednia na której, za pośrednictwem absorberów redukujących poziom przenoszonych drgań posadowione zostały wentylatory.

Celem spełnienia wymagań technicznych Inwestora zabudowane zostały wentylatory osiowe typu dAL16-1100 produkcji Korfmann GmbH. Są to wentylatory osiowe jednowirnikowe z napędem elektrycznym. Obudowa oraz wirnik wentylatora są w wykonaniu kwasoodpornym, natomiast silnik jest budowy przeciwwybuchowej.

Ze względu na występujące agresywne środowisko pracy wirnik łopatkowy wentylatora wykonano w całości z siluminu. Takie dobór materiału gwarantuje długoletnią, bezawaryjną pracę łopatek.

Po stronie ssącej wentylatora zainstalowane są tłumiki redukujące poziom hałasu emitowany do otoczenia. Wał wentylatora osadzony jest na bezobsługowych łożyskach tocznych gwarantujących co najmniej 30 000 godzin bezawaryjnej pracy.

Wentylatory zostały wyposażone w układ diagnostyczny. Czujniki temperatury zostały zabudowane w przygotowanych gniazdach w oprawach łożyskowych wentylatora, natomiast czujniki drgań zostały zabudowane na każdym z kadłubów łożysk oraz jeden na obudowie wentylatora. Sygnały z przetworników pobierane są do systemu wizualizacji stacji wentylacyjnej i wyświetlane w trybie ciągłym na ekranie. Obsługa informowana jest o przekroczeniu progu ostrzegawczego na ekranie wizualizacji, natomiast w przypadku przekroczenia progu awaryjnego, wentylator zostaje samoczynnie zatrzymany.

Każdy z wentylatorów zasilany jest z rozdzielnic potrzeb własnych stacji wentylatorów poprzez przemienniki częstotliwości. W dotychczas stosowanych wentylatorach zmianę wydajności uzyskiwano poprzez zmianę kąta nachylenia łopatek. Takie rozwiązanie techniczne nie sprawdzało się w agresywnym środowisku pracy, ponieważ osadzający się aerozol solny powodował blokowanie mechanizmu. Dobór odpowiedniej konstrukcji wirnika wentylatora oraz zmiana sposobu zasilania umożliwia dostosowanie wydajności stacji (poprzez zmianę prędkości obrotowej wirnika) do bieżących potrzeb.

Wentylatory posiadają możliwość pracy rewersyjnej poprzez zmianę kierunku obrotów silnika.

- fot. 1 Widok na stację wentylatorów po modernizacji
- fot. 2 Wentylatory przed montażem
- fot. 3 Odbiór techniczny w siedzibie u producenta
- fot. 4 Rozładunek wentylatorów
- fot. 5 Wentylatory wraz z konstrukcją poszycia

Podstawowe parametry każdego z zastosowanych wentylatorów:

Wydajność nominalna	60 m ³ /s
Napięcie zasilania	400 V
Moc silnika elektrycznego	110 kW
Prędkość obrotowa	1 500 obr/min
Sprawność zespołu	>80%
Masa wentylatora	ok 4 500 kg



3



4



5



6



Napędy zasuw wentylacyjnych

Przed każdym z wentylatorów w kanale wentylacyjnym znajdują się zasuw wentylacyjne. Służą one do odseparowania niepracującego w danej chwili wentylatora z układu. Zgodnie z wymaganiami Inwestora zmodernizowane zostały napędy klap wentylacyjnych. Dotychczas używane zostały zastąpione bardziej kompaktowymi i bezobsługowymi konstrukcjami. Napędy wyposażone zostały w przetworniki położenia, podwójne wyłączniki drogi i momentu oraz grzałki antykondensacyjne z termostatami.

Każdy z napędów został zabudowany na ramie i zakotwiony do fundamentu. Wałek napędowy połączono z ramieniem reakcyjnym połączeniem wielowypustowym. Całość zaadaptowana została do istniejącego układu przeniesień siłowych.

Napędy zasuw wentylacyjnych zasilane są z rozdzielni potrzeb własnych stacji. W przypadku awarii istnieje możliwość ręcznego przestawienia klap za pomocą mechanizmów ręcznych. Każdy z napędów jest przedstawiony w formie graficznej na ekranie wizualizacji wraz ze wskazaniem wszystkich parametrów pracy.

fot. 6 Napęd zasuw wentylacyjnych

Podstawowe parametry każdego z zastosowanych napędów:

Moment nominalny	6 932 Nm
Moc napędu	1500 W
Napięcie zasilania	3 x 400 V AC
Obroty napędu	63 obr/min
Przełożenie przekładni	218
Kąt przestawienia zasuw (otwórz–zamknij)	60°
Czas otwarcia/zamknięcia zasuw napędem elektrycznym	35 s
Szacunkowy czas otwarcia/zamknięcia zasuw mechanizmem ręcznym	~5 min
Sumaryczna masa zestawu	177 kg

Rozdzielnica potrzeb własnych

Rozdzielnica RW 400/230 V zlokalizowana jest w budynku stacji wentylatorów szybu „Kościuszko” i przeznaczona jest do zasilania wentylatorów głównych i urządzeń pomocniczych stacji wentylatorów. Jest to rozdzielnica dwusekcyjna, jednosystemowa, z polami dopływowymi i sprzęgłowym, wyposażonymi w wyłączniki kompaktowe z napędem elektrycznym oraz polami odpływowymi wyposażonymi w rozłączniki bezpiecznikowe, styczniki, wyłączniki instalacyjne, wyłączniki różnicowoprądowe i przekaźniki przeciążeniowe. Zasilanie doprowadzone jest kablami do pól dopływowych nr 1 i nr 3. Pole nr 2 stanowi sprzęgło sekcyjne.

Rozdzielnica wyposażona jest w układ samoczynnego załączenia rezerwy (SZR) pozwalający w przypadku zaniku jednego ze źródeł zasilania na zasilenie obu pól rozdzielni z jednego dopływu, odłączający dla bezpieczeństwa uszkodzony dopływ.

Parametry rozdzielnic:

Oznaczenie	RW 400/230 V
Napięcie znamionowe	400/230 V
Napięcie znamionowe izolacji	690 V
Prąd znamionowy szyn zbiorczych	320 A
Ilość obwodów	
– dopływ	2
– sprzęgło sekcyjne	1
– odpływy 400 V	8
– odpływy 230 V	6
Prąd znamionowy dopływu	320 A
Prąd szczytowy	20 kA

W polu nr 2 zlokalizowane zostały transformatory separujące 400/230 V dla zasilania układu sterowania i kontroli parametrów pracy stacji wentylatorów.

fot. 7 Rozdzielnia potrzeb własnych RW 400/230 V



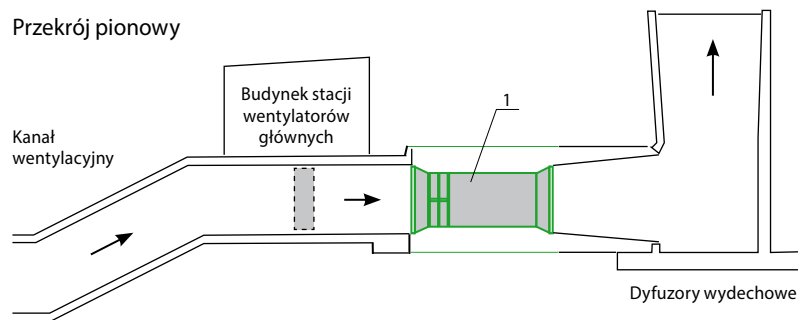
7

Stacja wentylatorów głównych

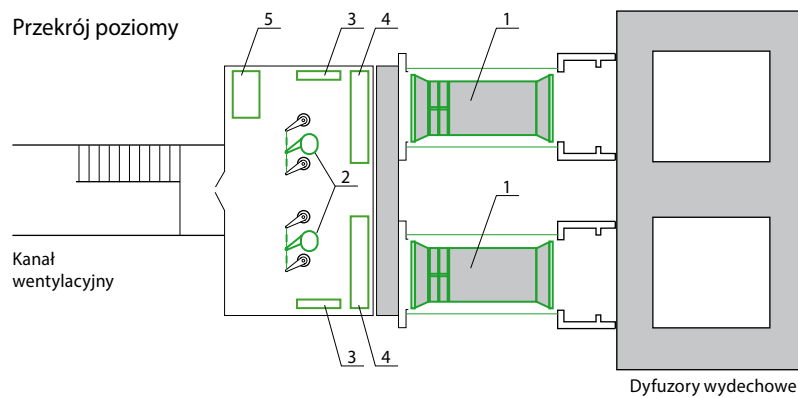
Przekroje fragmentu kanału wentylacyjnego z wyszczególnieniem zmodernizowanych elementów:

- 1 - wentylator osiowy dAL16-1100
- 2 - napędy zasuw wentylacyjnych
- 3 - aparatura kontrolno-pomiarowa
- 4 - szafy sterowniczo-zasilające wentylatorów
- 5 - stanowisko operatora

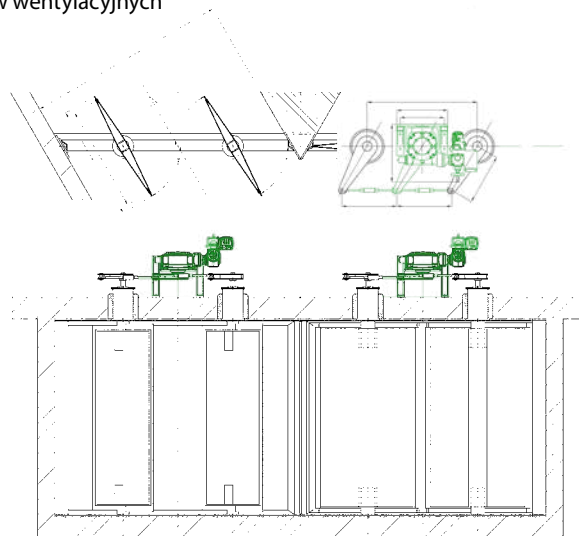
Przekrój pionowy



Przekrój poziomy



Zespół zasuw wentylacyjnych



Aparatura kontrolno-pomiarowa

Celem odwzorowania parametrów pracy stacji wentylatorów głównych zabudowano nowy układ kontrolno-pomiarowy. Aby odwzorować ciśnienie panujące w kanale wentylacyjnym i w szybie poniżej kanału, wykonano tablicę synoptyczną. Na tablicy zabudowano 4 przetworniki różnicy ciśnień mające za zadanie odwzorowanie ciśnienia statycznego panującego:

- w szybie, poniżej kanału wentylacyjnego,
- w kanale wentylacyjnym za zasuwaniami,
- w kanale wentylacyjnym za każdą z klap.

Aby odwzorować prędkość powietrza zasysanego z szybu, w kanale wentylacyjnym zabudowano anemometr.

fot. 8 Aparatura kontrolno-pomiarowa

Sygnały analogowe z urządzeń pomiarowych przekazywane są ze sterownika do systemu wizualizacji, umożliwiając dyspozytorowi w trybie ciągłym analizę głównych parametrów pracy stacji na ekranie.



Układ sterowania i kontroli parametrów pracy stacji wentylatorów

Układ sterowania i kontroli parametrów pracy stacji wentylatorów wykonany został w oparciu o sterownik PLC rodziny AC500 zainstalowany w szafie transmisyjno-pomiarowej (TPS) oraz dwa komputery klasy PC z zaimplementowanym oprogramowaniem dla systemu sterowania i systemu wizualizacji.

Stanowisko sterownicze nr 1 (lokalne) znajdujące się w pomieszczeniu obsługi stacji wentylatorów głównych szybu „Kościuszek” składa się z szafy TPS, zawierającej sterownik PLC oraz komputera PC z ekranem dotykowym. Aplikacja sterowania i wizualizacji pozwala na sterowanie wentylatorami i zasuwaniami oraz umożliwia podgląd parametrów pracy stacji wentylatorów. Stanowisko sterowania lokalnego pozwala na indywidualne sterowanie napędami wentylatorów i zasuw oraz na podgląd podstawowych parametrów pracy układu. Układ sterowania lokalnego jest układem niezależnym od szafy TPS i sterownika PLC.

Stanowisko sterownicze nr 2 (zdalne) znajdujące się w głównej dyspozytorni kopalni składa się z komputera PC z ekranem dotykowym. Aplikacja zaimplementowana w komputerze pozwala na zdalne sterowanie układem oraz umożliwia podgląd parametrów pracy stacji wentylatorów.

System sterowania i wizualizacji pracy stacji wentylatorów wykonany jest na bazie pakietu ASIX umożliwiającego realizację

fot. 9 Stanowisko sterownicze nr 2

komputerowych systemów wizualizacji, nadzoru i sterowania procesów przemysłowych. Pakiet działa w środowisku operacyjnym MS Windows NT/2000/XP/7/8. Za pomocą systemu możliwe jest zdalne sterowanie pracą wentylatorów i zasuw.

System wizualizuje pracę i parametry pracy stacji wentylatorów oraz podstawowe parametry rozdzielnic RW400/230 V. Za pomocą kolejnych ekranów wizualizacji możliwy jest podgląd stanu pracy elementów wyposażenia układu, diagnostyka ewentualnych awarii i zakłóceń. Transmisja danych z szafy TPS do stanowiska w dyspozytorni oparta jest na sieci Ethernet z protokołem TCP/IP. Każde ze stanowisk komputerowych umożliwia niezależną rejestrację i archiwizację danych na podstawie informacji pobieranych z szafy TPS. Zapisywane są parametry pracy wentylatorów, ciśnienia, prędkości przepływu powietrza, czasy załączenia i wyłączenia oraz stany awaryjne.



Podsumowanie

Przeprowadzona modernizacja w pełni zaspokoiła oczekiwania Inwestora. Przede wszystkim podniesiony został poziom bezpieczeństwa ludzi pracujących na dole, turystów, których ponad milion co roku zwiedza kopalnię oraz znajdujących się tam zabytków.

Osiągnięto znaczące oszczędności - zastosowanie nowych, bardziej sprawnych urządzeń wpłynęło na obniżenie zużycia energii elektrycznej, a przeniesienie sterowania do znajdującej się w oddalonej ok. 1 km dyspozytorni głównej kopalni pozwoliło na likwidację stanowiska stałej obsługi.

Zastosowane technologie, zarówno materiałowe jak i związane z zasilaniem, sterowaniem i działaniem urządzeń wydłużą okres ich pracy oraz gwarantują bezawaryjność funkcjonowania.

Beneficjentem przeprowadzonej modernizacji zostali również mieszkańcy najbliższego otoczenia - redukcja poziomu emitowanego hałasu ma niewątpliwie wpływ na ich komfort życia oraz na całe środowisko Wieliczki.



SIEDZIBA FIRMY

MWM Elektro Sp. z o.o.

ul. Armii Krajowej 24
32-540 Trzebinia

tel. +48 32 625 87 00

fax +48 32 625 87 01

info@mwm.com.pl

Oddział w Lubinie

ul. Wójta Henryka 47
59-300 Lubin

tel. +48 76 749 09 30-31

fax +48 76 749 09 32