Prace Naukowe Instytutu Górnictwa
Nr 118 Politechniki Wrocławskiej Nr 118

Studia i Materiały Nr 33 2007

pożary podziemne, rewersja wentylacji

Franciszek ROSIEK*, Marek SIKORA*, Jacek URBAŃSKI*

REWERSJA WENTYLACJI GŁÓWNEJ W KOPALNIACH LGOM

Przedstawiono zagadnienia rewersji wentylacji głównej oraz przeanalizowano możliwość jej stosowania w świetle badań modelowych sieci wentylacyjnych kopalń LGOM.

1. WPROWADZENIE

Zagrożenie pożarowe w kopalniach LGOM, mimo że mniejsze niż w kopalniach węgla, powoduje konieczność przygotowania tych kopalń do ewentualnego likwidowania skutków powstałych pożarów. Szczególnie niebezpieczne dla załóg dołowych są pożary w grupowych prądach powietrza świeżego, a zwłaszcza w szybach wdechowych, na podszybiach tych szybów lub w ich sąsiedztwie. Gazy i dymy pożarowe mogą wówczas docierać do znacznej części kopa1ni, lub objąć ją w całości [4]. Zabezpieczenie załogi dołowej, w takim wypadku po1ega na wycofaniu jej ze strefy zagrożenia do niezadymionych prądów powietrza.

Pożary powstające w szybach wdechowych, na ich podszybiach i w prądach grupowych w ich sąsiedztwie, wymagają często przeprowadzenia pełnej lub częściowej rewersji wenty1acji głównej lub wykonania określonych manewrów wentylacyjnych, mających na celu ograniczenie stref zadymienia lub oddymienia pewnych części sieci wenty1acyjnej.

Rewersja wentylacji jest to zmiana kierunków przepływu powietrza w całej kopalni lub w jej części. Jeśli zmianie ulegają przepływy powietrza w całej kopalni to wówczas mówimy o rewersji wentylacji głównej. Zmianę kierunków przepływu w części kopalni nazywamy lokalną rewersją wentylacji. Rewersja wentylatora to zmiana ssącego działania wentylatora na tłoczące lub na odwrót [3].

* Instytut Górnictwa, Politechnika Wrocławska, pl. Teatralny 2, 50-051 Wrocław

Poglądy co do celowości rewersji wentylacji i możności bezpiecznego jej przeprowadzenia w czasie pożaru są często sprzeczne, niemniej jednak należy stwierdzić, że są przypadki, w których zmiana kierunku przewietrzania jest jedynym sposobem uchronienia kopalni przed zadymieniem i uratowania załogi [12]. Zmiana kierunku przewietrzania (rewersja wenty1acji), całkowita lub częściowa, może być dokonana przez zmianę kierunku działania wenty1atora (wentylatorów), uruchomienie specja1nie do tego przewidzianego wentylatora rewersyjnego, a czasem nawet przez samo zatrzymanie wentylatora głównego (wentylatorów) [5, 8, 12].

2. PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ REWERSJI WENTYLACJI GŁÓWNEJ

Rewersję wentylacji głównej powinno stosować się głównie w przypadku pożarów w grupowych prądach powietrza świeżego [4]. Pożary w tych prądach stwarzają dla kopalni i załogi większe bezpośrednie zagrożenie niż pożary w szybach wdechowych, ponieważ nie następuje tu odwrócenie przepływu powietrza pod wpływem depresji cieplnej pożaru. Dymy i gazy pożarowe płyną do wszystkich rejonów wentylacyjnych, zgodnie z kierunkiem rozpływu powietrza. Stanowi to znaczne zagrożenie, a drogą wyprowadzania ludzi na powierzchnię często pozostają wyrobiska eksploatacyjne i szyb wentylacyjny [11].

Jeżeli pożar powstanie na podszybiu lub w wyrobisku z głównym prądem powietrza świeżego (przed rozgałęzieniem się na prądy rejonowe), wówczas jedynym i najskuteczniejszym sposobem opanowania pożaru i zabezpieczenia ludzi pracujących w oddziałach jest odwrócenie wentylacji (rewersja), a następnie aktywne gaszenie pożaru. Nie zawsze zachodzi jednak konieczność wykonywania rewersji wentylatorami głównego przewietrzania. W zależności od struktury sieci wentylacyjnej lepsze efekty może przynieść rewersja częściowa wentylacji przy użyciu tam wentylacyjnych [1,7,10].

Polskie kopalnie podziemne posiadają najczęściej kilka szybów wentylacyjnych. Całkowitą rewersję w takiej sieci wentylacyjnej można uzyskać tylko poprzez jednoczesną rewersję wszystkich szybów wentylacyjnych. Realizacja tego jest jednak ze względów techniczno-organizacyjnych prawie niemożliwa i nie zawsze w pełni uzasadniona. Rewersja pojedynczego lub kilku szybów może mieć różny zasięg, który zwykle nie jest do końca znany, gdyż jest wynikiem stopnia zależności danej bocznicy od oddziaływania poszczególnych wentylatorów. Sytuacja jeszcze komplikuje się w kopalniach metanowych, w których zagrożenie metanowe w przypadku rewersji może wzrosnąć, a skutki mogą być znacznie groźniejsze niż w przypadku zagrożenia pożarowego [1].

Kopalnie węgla kamiennego nie są w praktyce przygotowane do właściwego przeprowadzenia rewersji [1]. Nie jest znany zasięg rewersji poszczególnych szybów wentylacyjnych. Kopalnie w większości nie posiadają charakterystyk wentylatorów wykonanych w układzie rewersyjnym [1]. Tamy wentylacyjne najczęściej są jednostronnego otwierania i w przypadku rewersji następuje ich samoczynne otwarcie, co powoduje zaburzenia rozpływu powietrza i w konsekwencji brak panowania nad siecią wentylacyjną. Stan urządzeń rewersyjnych, obłożenie stacji wentylatorów głównych i ich zwykle peryferyjne położenie, często w dużej odległości od szybów centralnych powodują, że wykonanie rewersji w czasie nie dłuższym niż 20 minut jest praktycznie niemożliwe [1].

Bardzo istotnym czynnikiem decydującym o skuteczności rewersji jest czas podjęcia decyzji o rewersji. Decyzja taka powinna być podjęta natychmiast, lub w bardzo krótkim czasie po otrzymaniu meldunku o pożarze. Dodając do tego czasu czas wykonywania rewersji może się okazać, że rewersja nie będą skuteczna w akcji ratowania ludzi, likwidacji lub ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru. Oprócz powyżej podanych zastrzeżeń, problem podejmowania decyzji sprawił, że rewersja wentylacji głównej nie jest praktycznie wykorzystana w akcjach pożarowych [1].

W pracach [1, 11] przeprowadzono analizę struktur sieci wentylacyjnych kopalń węgla kamiennego pod kątem ustalenia kryteriów wykonania rewersji. Złożoność sieci wentylacyjnych kopalń podziemnych podzielono na 3 grupy. Stwierdzono, że rewersja wentylatorów głównych w kopalniach niemetanowych może stanowić skuteczny środek przy prowadzeniu akcji pożarowej pod warunkiem, że struktura sieci wentylacyjnej należy do struktury prostej (grupa I) lub, w przypadku sieci złożonych (grupa II), znany jest zasięg rewersji poszczególnych szybów [11]. Wykonywanie rewersji wentylatorów głównych w kopalniach metanowych, nawet przy prostej strukturze sieci wentylacyjnej, jest przedsięwzięciem ryzykownym z uwagi na możliwość wzrostu stężenia metanu [11].

Frycz [2] przedstawia analizę zaistniałych pożarów w szybach oraz omawia przebieg akcji pożarowej i dokonuje jej analizy. Z zamieszczonych przykładów wynika, że rewersja wentylacji głównej została przeprowadzona podczas akcji pożarowej w ZG „Rudna" za pomocą jednego wentylatora na szybie R-VI. Przeprowadzona rewersja przyczyniła się do bezpiecznego wyprowadzenia zagrożonej załogi dołowej. Należy tutaj dodać, że podjęcie decyzji o dokonaniu rewersji, na podstawie dokładnej lokalizacji pożaru, odbyło się w krótkim czasie, a kopalnia nie należy do kopalń metanowych [2].

Z dostępnej literatury zajmującej się problematyką zwalczania pożarów podziemnych wynika, że rewersja wentylacji głównej (poza przypadkiem zaistniałym w ZG „Rudna") nie była stosowana w okresie ostatnich co najmniej 30 lat [2].

3. WSKAŹNIKI OCENY REWERSJI WENTYLACJI

Rozróżnia się następujące wskaźniki oceny rewersji wentylacji [9]:

- Wskaźnik czasu W_τ oceniający efektywność rewersji w aspekcie ratowania ludzi:

$$W_\tau = \frac{\tau_{\max}}{\tau} \tag{1}$$

gdzie:
- $\tau_{\max}$ – maksymalny czas ustalony przepisami górniczymi potrzebny do przeprowadzenia rewersji wentylacji [s],
- τ – czas liczony od momentu wydania polecenia przeprowadzenia rewersji wentylacji do momentu wykonania faktycznej zmiany kierunku przepływu prądu powietrza płynącego przez zrąb szybu wdechowego [s].

- Wskaźnik objętości powietrza W_v oceniający efektywność rewersji ze względu na zwalczanie zagrożenia metanowego:

$$W_v = \frac{\dot{V}_r}{\dot{V}_c} \tag{2}$$

gdzie:
- $\dot{V}_r$ – całkowity strumień objętości powietrza wpływającego do kopalni przy rewersyjnej wentylacji [m^3/s],
- $\dot{V}_c$ – całkowity strumień objętości powietrza wpływającego do kopalni przy normalnej wentylacji [m^3/s].

Wskaźnik czasu W_τ może służyć do oceny efektywności rewersji wentylacji w aspekcie ratowania ludzi, natomiast wskaźnik strumienia objętości powietrza W_v do oceny efektywności rewersji ze względu na zwalczanie zagrożenia metanowego [9].

W przypadku kopalni metanowej wskaźnik W_v powinien wynosić co najmniej 1 [9].

- Wskaźnik rewersyjności wentylatora:

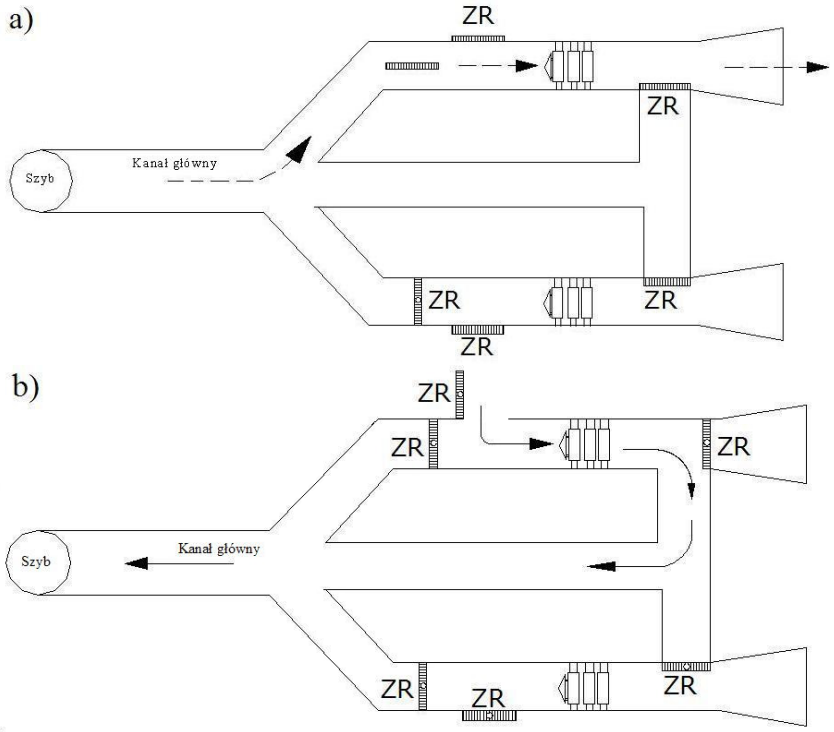
$$W_r = \frac{\dot{V}_{rt}}{\dot{V}_w} \tag{3}$$

gdzie:
- $\dot{V}_{rt}$ – wydajność wentylatora uzyskana przy pracy w układzie rewersyjnym (tłoczącym) [m3/s],
- $\dot{V}_w$ – wydajność wentylatora uzyskana przy pracy w układzie normalnym (ssącym) [m3/s].

4. SPOSOBY PRZEPROWADZANIA REWERSJI WENTYLACJI GŁÓWNEJ

Rewersja wentylacji głównej może być przeprowadzona trzema sposobami [7, 9]:
- przez zmianę kierunku działania wentylatora głównego przewietrzania,
- przez uruchomienie wentylatora specjalnego,
- przez wlewanie wody do szybu wydechowego.

Polskie kopalnie są w większości przygotowane do przeprowadzania rewersji wentylacji przez zmianę kierunku działania wentylatora głównego. Zmianę kierunku działania wentylatora promieniowego lub osiowego nierewersyjnego realizuje się za pomocą specjalnych kanałów i zasuw rewersyjnych. Przykład dwuwentylatorowej powierzchniowej stacji rewersyjnej pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Powierzchniowa stacja wentylatorowa [9];
a) stan normalnej pracy, b) stan pracy rewersyjnej
Fig. 1. Ventilation station on the surface [9];
a) during normal work, b) during reversed work

W przypadku powierzchniowych lub podziemnych stacji wentylatorowych, wyposażonych w rewersyjne wentylatory osiowe, rewersję wentylacji dokonuje się przez zmianę kierunku obrotów wirnika lub zmianę kąta ustawienia łopatek wentylatora. W tym przypadku zmniejsza się jednak wskaźnik objętości powietrza W_v,

który przy rewersji wykonywanej za pomocą kanałów rewersyjnych był prawie równy wskaźnikowi przy normalnej pracy.

5. CZAS WYKONANIA REWERSJI WENTYLACJI

Przepisy górnicze [6] w § 198 stanowią, że:

- ust. 4. W zakładach górniczych mających jeden szyb wydechowy stację wentylatorów głównych wyposaża się w urządzenie do zmiany kierunku przepływu powietrza.
- ust. 5. W sieci wentylacyjnej, gdy jest więcej szybów wydechowych, powinno być możliwe wykonanie rewersji (zmiany kierunku przepływu) powietrza w poszczególnych podsieciach. Urządzenia powodujące rewersję powietrza utrzymuje się w stanie umożliwiającym jej wykonanie w czasie nie dłuższym niż 20 minut. Zakres i częstotliwość kontroli urządzeń powodujących rewersję powietrza określa kierownik ruchu zakładu górniczego.

Czas wykonania rewersji wentylacji jest związany ze sposobem zabudowy i typem wentylatora. Przykładowo dla wentylatora osiowego wymagającego zmiany kierunków obrotów wirnika, na czas ten składają się następujące czynności [1]:

- zatrzymania wentylatora przez wyłączenie silników,
- zahamowania wirnika,
- przełączenia klap rewersyjnych,
- ponownego uruchomienia wentylatora.

Wentylator osiowy posiadający możliwości regulacji przez zmianę kąta ustawienia łopatek wymaga jedynie czasu niezbędnego do przejścia z kąta ustawienia łopatek w czasie normalnej pracy do kąta zapewniającego pracę rewersyjną.

Wentylatory promieniowe oraz wentylatory osiowe wyposażone w kanały rewersyjne wymagają wykonania następujących czynności:

- odłączenia wentylatora od sieci np. przez zamknięcie aparatu kierowniczego wentylatora promieniowego,
- przełączenia klap rewersyjnych,
- ponownego połączenie wentylatora z siecią.

Czynnikami wpływającymi na skuteczność przeprowadzania rewersji są:

- czas podjęcia decyzji o wykonaniu rewersji,
- struktura sieci wentylacyjnej,
- zagrożenie metanowe,
- stan urządzeń do regulacji rozpływu powietrza w sieci wentylacyjnej [10].

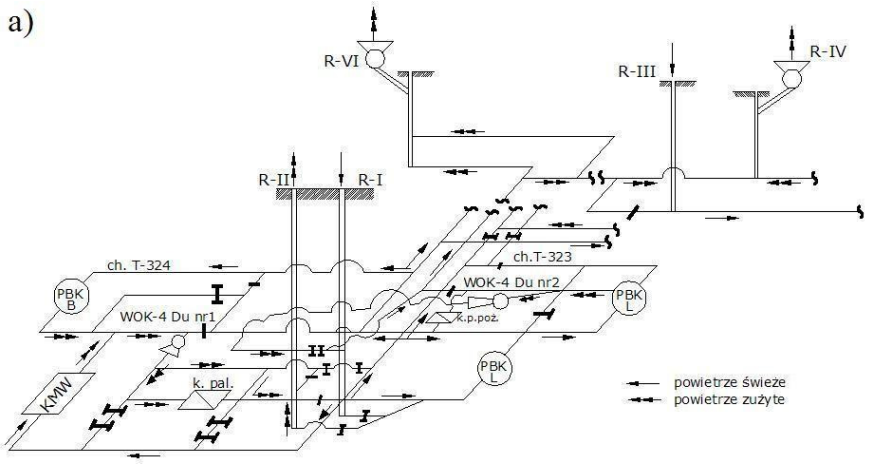
6. PRZYKŁADY POŻARÓW W GRUPOWYCH PRĄDACH POWIETRZA ŚWIEŻEGO POWSTAŁYCH W KOPALNIACH LGOM

W kopalniach LGOM miało miejsce kilka pożarów w prądach powietrza świeżego. Poniżej przedstawiono te, w których dokonano rewersji lub można było rozważać jej przeprowadzenie.

6.1. POŻAR W SZYBIE WDECHOWYM R-II W ZG "RUDNA" [2]

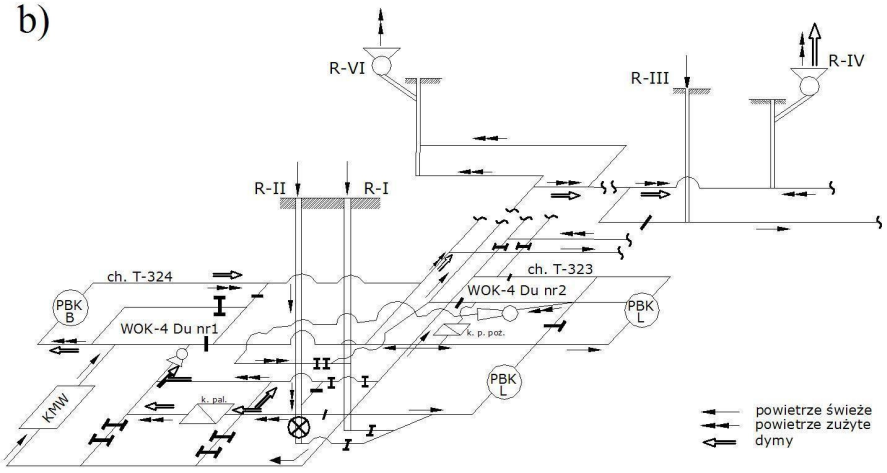
W roku 1976 kopalnia Rudna udostępniona była pięcioma szybami z których szyby R-I i R-III pełniły funkcję szybów wdechowych a szyby R-II, R-IV i R-VI funkcję szybów wydechowych. Przy szybach R-IV i R-VI pracowały powierzchniowe stacje wentylatorów głównego przewietrzania natomiast dla wymuszenia przepływu powietrza w szybie R-II i przyległych wyrobiskach zastosowano dwa wentylatory pomocnicze WOK-4Du (rys. 2a)

Na skutek awarii podziemnego wentylatora nr 1 układ przewietrzania sieci wentylacyjnej bezpośrednio przed pożarem uległ zmianie. Wentylator nr 2 cały czas pracował normalnie z tym, że powietrze wtłaczane do szybu R-II na poz. 950 m zamiast do góry płynęło w dół na poziom 1000 m i przez nieszczelności tam przedostawało się do obiegu prądu powietrza świeżego, płynącego od szybu R-I do szybu R-VI. Powyżej poziomu 950m szybem R-II powietrze wpływało do kopalni. Stan taki był niezgodny z ustalonymi zasadami przewietrzania tego rejonu w warunkach stosowania głównych wentylatorów podziemnych



Rys. 2a. Uproszczony schemat podszybia szybów R-I i R-II przed awarią wentylatora WOK-4Du nr 1 [2]
Fig. 2a. The simplified scheme of bottom of R-1 and R-II szafts before the break-down of WOK-4Du no. 1 ventilator [2]

Podczas prowadzenia prac spawalniczych w szybie R-II (13.12.1976 r.), który ze względu na awarię wentylatora nr 1 był wdechowym, uległa zapaleniu wykładzina gumowa kieszeni odmiarowej, umocowana do konstrukcji śrubami poprzez płaskowniki aluminiowe. W wyniku nagrzewania się spawanej konstrukcji stalowej nastąpiło zapalenie się gumy. Szyb R-II na całej głębokości był bardzo mokry, w rejonie wykonywanych prac woda kapała dużymi kroplami. Gęste dymy szybko wydostały się z miejsca pożaru i spowodowały zadymienie najpierw wyrobisk na podszybiu szybu R-II, a następnie obejmowały dalsze wyrobiska przyszybowe na poziomie 1000 m oraz pochylnie centralne na odległość 2000 m od szybu R-II aż do wlotów do oddziałów wydobywczych G-1, G-3, G-4 (rys. 2b).



Rys. 2b. Schemat podszybia szybów R-I i R-II po awarii wentylatora WOK-4Du nr 1 i powstaniu pożaru [2]
Fig. 2b. The simplified scheme of bottom of R-1 and R-II shafts after the break-down of WOK-4Du no. 1 ventilator and after fire break-out [2]

Powiadomiony dokładnie o miejscu i przebiegu pożaru, główny inżynier wentylacji polecił zatrzymać trzy wentylatory na szybie R-VI i za pomocą jednego z nich wykonać rewersję wentylacji. Dodatkowo zarządził przydławienie wentylatorów na szybie R-IV i wyłączenie wentylatora pomocniczego nr 2. Nieco później polecono również zmniejszyć o połowę wydatek wentylatorów przy szybie P-II kopalni "Polkowice", ponieważ liczono się z możliwością przeciągnięcia dymów do kopalni "Polkowice", z którą kopalnia "Rudna" była połączona wyrobiskami podziemnymi między szybami R-II i R-VI. W rezultacie tych działań nastąpiła zmiana kierunku przepływu w szybie R-II – dymy płynące z poziomu podszybia szybu R-II skierowano tym szybem na powierzchnię.

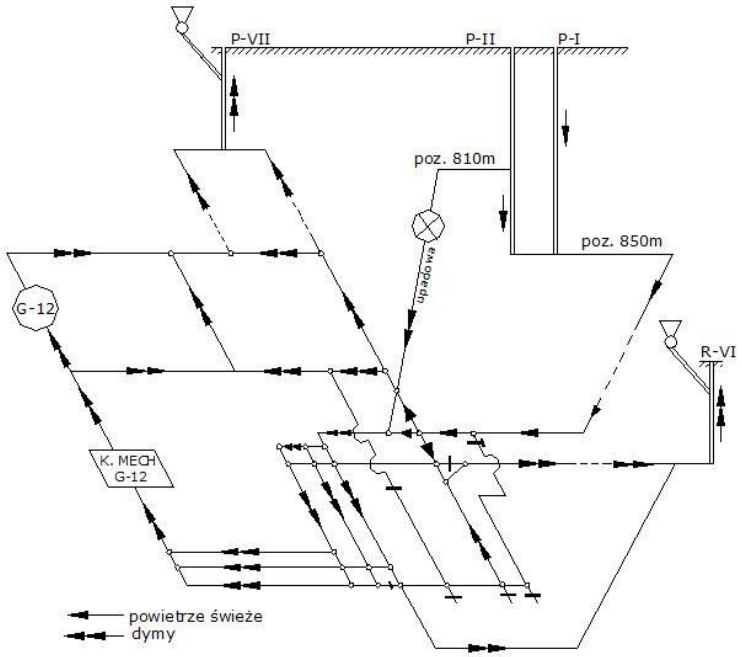
W czasie pożaru łącznie zagrożonych było 516 osób. Załogę wycofano szybami R-I, R-III oraz P-I kopalni "Polkowice". Podczas akcji wycofywania, która

przebiegała sprawnie używano tlenowych aparatów ucieczkowych. Spośród wycofywanych, u 22 osób stwierdzono lekkie zatrucie gazami pożarowymi.

Oceniając przebieg akcji pożarowej i ratowniczej należy stwierdzić, że trafna była decyzja o dokonaniu rewersji wentylatora przy szybie R-VI, przydławieniu wentylatorów na szybie R-IV, wyłączeniu wentylatora nr 2 oraz zmniejszeniu wydatku na szybie P-II. Cała akcja była przeprowadzona sprawnie co spowodowało szybkie oddymienie kopalni. Rewersja dokonana w porę pomogła w akcji ratowania ludzi i gaszenia ognia.

6.2. POŻAR W UPADOWEJ SZYBU P-II ZG "POLKOWICE" [2]

W dniu 30.04.1979 r. doszło do groźnego pożaru w grupowym prądzie powietrza świeżego. Zapaleniu uległa taśma przenośnika "Gwarek-1000" (rys. 3). Strefa zagrożenia dymami i gazami pożarowymi obejmowała cały oddział G-12, w której znalazło się 47 ludzi (pożar rozwijał się bardzo szybko). W wyniku akcji 4 ludzi uległo śmiertelnemu zatruciu gazami - nie mieli tlenowych aparatów ucieczkowych (dwóch nie zabrało ich z powierzchni, a dwóch pozostałych zostawiło je daleko od pożaru i podczas wycofywania nie doszło do nich). Spośród wycofywanych ludzi 24 uległo zatruciom gazami pożarowymi (7 ciężkim, 17 lekkim).



Rys. 3. Uproszczony schemat przewietrzania oddziału G-12 w kopalni „Polkowice” [2]
Fig. 3. The simplified scheme of ventilation in G-12 flat of “Polkowice” mine [2]

Do oddziału G-12 świeże powietrze w ilości 6000 m^3/min dopływało z poziomów 810 i 850 m, z czego 2800 m^3/min upadową z poz. 810 m. Powietrze zużyte było odprowadzane do szybu P-VII i R-VI kopalni "Rudna" (rys. 3). Przeprowadzenie w tym przypadku rewersji wentylatora było skomplikowane i niemożliwe do przeprowadzenia szybko (m.in. konieczność wycofania ludzi z podszybia szybu P-II). W tym przypadku można było natomiast zdławić prąd powietrza w upadowej zbiorczej, co spowodowałoby wolniejsze zadymienie strefy zagrożenia i przyhamowanie procesu palenia się taśmy [7, 8].

Nadmienić należy że szyb P-II uprzednio był szybem wydechowym i wtedy w upadowej zbiorczej powietrze zużyte płynęło z poziomu 850 na 810 m i szybem P-II na powierzchnię. Urządzenia przeciwpożarowe w upadowej były dostosowane do takiego kierunku przepływu powietrza. Po zmianie systemu przewietrzania powietrze świeże płynęło z poziomu 810 m na 850 m.

6.3. POŻAR NA NADSZYBIU SZYBU SW-1 ZG „SIEROSZOWICE” (W BUDOWIE)

Pożar powstał w dniu 01.08.1990 r. w magazynie farb i lakierów zlokalizowanym na nadszybiu szybu SW-1. W wyniku pożaru powstałe dymy szybem SW-1 wpływały do kopalni, zadymiając kolejne wyrobiska. W wyniku akcji ratowniczej wykonano rewersję wentylacji wentylatorami przy szybie SW-3. Dla niedopuszczenia do zadymienia sąsiednich rejonów zamknięto tamy bezpieczeństwa na połączeniu z Rudną Zachodnią na poz. 950m oraz na połączeniach z ZG „Polkowice” na poz. 810 i 850m. W wyniku tych manewrów oddymiono wszystkie wyrobiska ZG „Sieroszowice”. W wyniku tego pożaru zagrożonych było 577 górników. W trakcie wycofywania załogi użyto 99 szt. aparatów ucieczkowych. Przeprowadzenie rewersji wentylacji w tym przypadku było zasadne i przyniosło spodziewany efekt.

6.4. POŻAR NA PODSZYBIU SZYBU WDECHOWEGO R-II W ZG "RUDNA"

Pożar powstał o godz. 13^{00} w dniu 03.12.1991 r., w składzie złomu w przecince pomiędzy chodnikiem W-322, a objazdem materiałowym, w rejonie szybu R-II, na skutek zaprószenia ognia w czasie prac spawalniczych. Strefa zagrożona zadymieniem obejmowała rejon Rudna Główna (bez oddziału G-4). W strefie zagrożonej przebywało 49 górników, z których 19 wycofywało się z tej strefy w dymach. Liczba użytych w czasie akcji aparatów ucieczkowych wynosiła 69 szt. W momencie wybuchu pożaru większość załogi przebywała na podszybiach szybów wdechowych i oczekiwała na wyjazd na powierzchnię. Stan taki wynikał z faktu, że z uwagi na uroczystości z okazji Barburki Dyrekcja zezwoliła na wcześniejszy wyjazd załogi.

Pierwsze manewry wentylacyjne rozpoczęto 5 minut po zgłoszeniu pożaru. Polegały na zamknięciu tam bezpieczeństwa pod szybami R-I i R-II i miały na celu ograniczenie dopływu powietrza do miejsca pożaru, a tym samym ograniczenie prędkości rozchodzenia się dymów. Następnie otwarto tamy wentylacyjne (przejazdowe) na up. Centralnych celem dokonania spięcia wentylacyjnego z szybem R-VI i ograniczenia tym samym strefy zadymienia.

Pierwsze manewry wentylatorami rozpoczęto po 15 minutach od zgłoszenia pożaru. Polegały one na wyłączeniu wentylatorów przy szybie R-VIII i otwarciu ich przepustnic czerpnych. Manewr ten miał na celu ograniczenie strefy zadymionej w rejonie oddziałów G-3, G-7, G-8 i odwrócenia w tych rejonach kierunków przepływu powietrza.

Następnie wydano polecenie zamknięcia aparatów kierowniczych wentylatorów przy szybie R-X i włączenia trzeciego wentylatora przy szybie R-VI. Manewry te miały na celu zwiększyć strefę oddziaływania stacji wentylatorów przy szybie R-VI na sieć wentylacyjną i zmniejszenie strefy zadymionej.

Po 2 godzinach od powstania pożaru włączono do pracy rewersyjnej jeden wentylator przy szybie R-VIII na 50% jego wydajności w celu oddymienia rejonu wschodniego Rudnej Głównej. O godz. 15^{50} wydano polecenie otwarcia aparatu kierowniczego jednego z wentylatorów przy szybie R-X celem zwiększenia stabilności prądów powietrza w rejonie Rudnej Zachodniej. Stan taki utrzymywano aż do ugaszenia pożaru (do godz. 20^{45}).

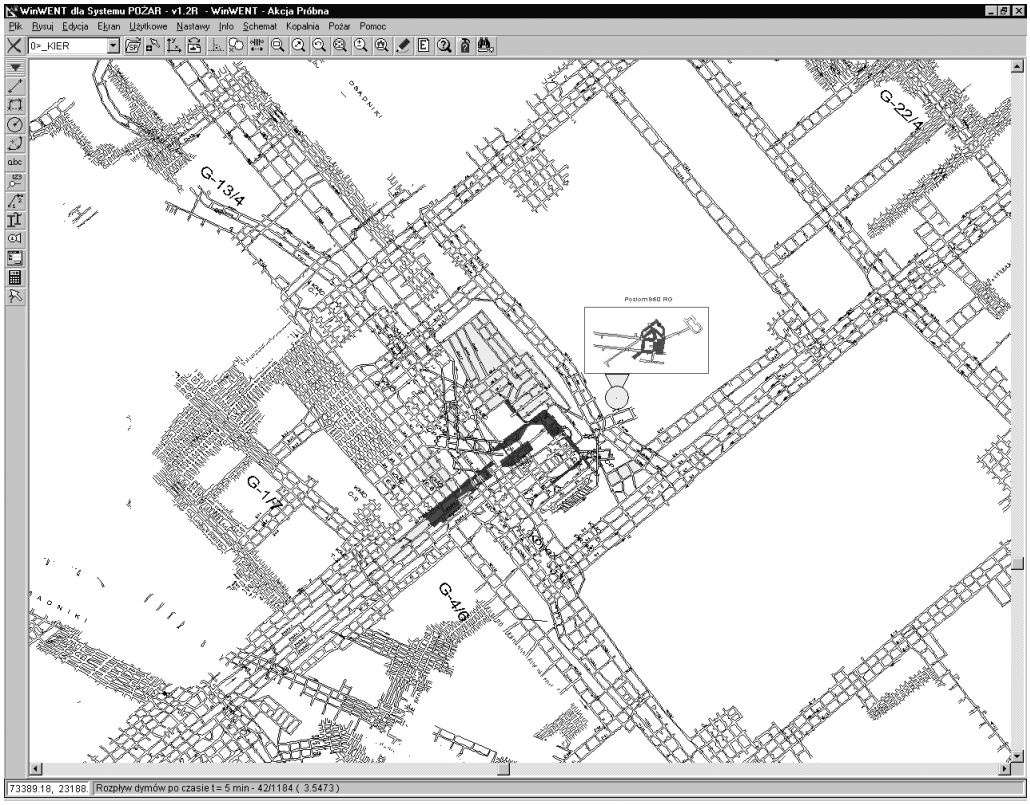
Analizując przeprowadzone manewry wentylacyjne widać, że miały na celu wykonanie krótkiego spięcia wentylacyjnego do szybów R-V i R-VI. Pozostałe manewry, w tym częściowa rewersja wentylatora przy szybie R-VIII, miały na celu jedynie ograniczyć strefę zadymioną. W sytuacji, gdy większość załogi była zgromadzona na podszybiu szybu wdechowego, ten sposób prowadzenia akcji ratowniczej wydaje się być optymalnym.

7. MODELOWE ANALIZY REWERSJI WENTYLACJI W SIECIACH WENTYLACYJNYCH KOPALŃ LGOM

Zgodnie z informacjami przedstawionymi w [8] strukturę sieci wentylacyjnych kopalń LGOM należy zaliczyć do grupy III czyli bardzo złożonych. Dla kopalń takich przeprowadzanie rewersji wentylacji głównej jest działaniem bardzo skomplikowanym a niekiedy ryzykownym. Jak już wspomniano w rozdziale 3, w sieciach takich, aby uzyskać oczekiwane efekty rewersji wentylacji, należy równocześnie (lub w bardzo krótkim czasie) dokonać rewersji wszystkich stacji wentylatorowych, a to jest najczęściej niemożliwe.

Elementem decydującym jest tu czas. Czas między powstaniem pożaru a przekazaniem informacji o tym zdarzeniu do dyspozytora kopalni, dalej czas, w którym dyspozytor lub inna osoba prowadząca akcję podejmie decyzję o wykonaniu rewersji, wreszcie czas przeprowadzenia manewrów wentylatorami działającym w kopalni. W tym czasie dymy pożarowe rozprzestrzeniają się wzdłuż wyrobisk górniczych z prędkością odpowiadającą prędkości przepływu powietrza w danym stanie przewietrzania. Docierają do kolejnych rejonów a niekiedy, nim zostanie podjęta i wykonana decyzja o rewersji, mogą znaleźć się już w szybie wydechowym lub na dyfuzorach wentylatorów.

Korzystając z opracowanego programu wyznaczono, przy założeniu, że pożar powstał w szybie wydechowym, czasy przepływu dymów do dyfuzorów wentylatorów w szybach wydechowych w sieci wentylacyjnej O/ZG Rudna. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 1.

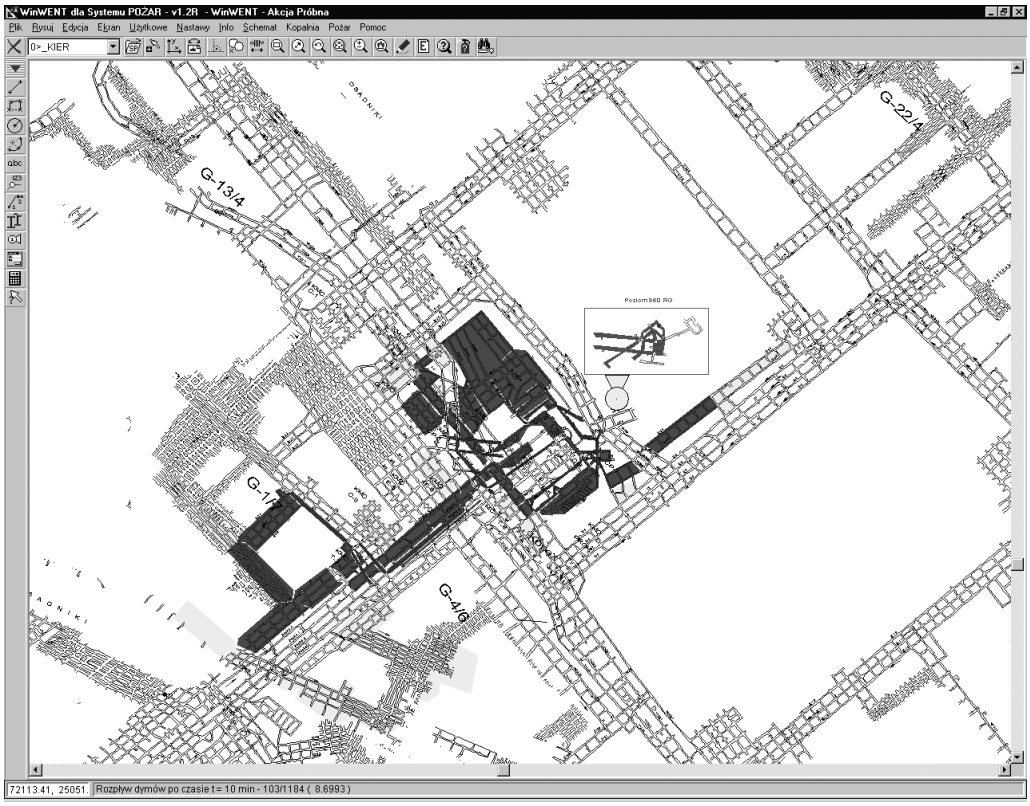


Rys. 4. Zasięg strefy zadymionej po 5 minutach od powstania pożaru: bocznic zadymionych – 42 (3,5% wszystkich bocznic w sieci), ciemnoszare – bocznice zadymione, jasnoszare – bocznice częściowo zadymione

Fig. 4. The range of smoky area after 5 minutes after fire brake-out: 42 smoky air splits (3,5% of all air splits in whole ventilation system), dark-gray – smoky air splits, light-gray – partially smoky air splits

Analizując zestawione w tab.1 czasy przepływu dymów widzimy, że w przypadku bliźniaczo usytuowanych szybów (R-I/R-II w stosunku do R-V oraz R-III/R-IV w stosunku do R-X) czas przepływu dymów jest krótszy od 10 minut. Przy peryferyjnym usytuowaniu szybów czas ten jest dłuższy od 20 minut i zawiera się najczęściej między 20 a 50 minut. Nadmienić należy, że wykonanie rewersji wentylacji po czasie wynikającym z tab. 1 spowoduje przepływ dymów przez drogi łączące te szyby w odwrotnym kierunku, a przy okazji zostaną zadymione inne wyrobiska, zgodnie z rozpływem powietrza jaki się ustali po wykonaniu rewersji wentylacji.

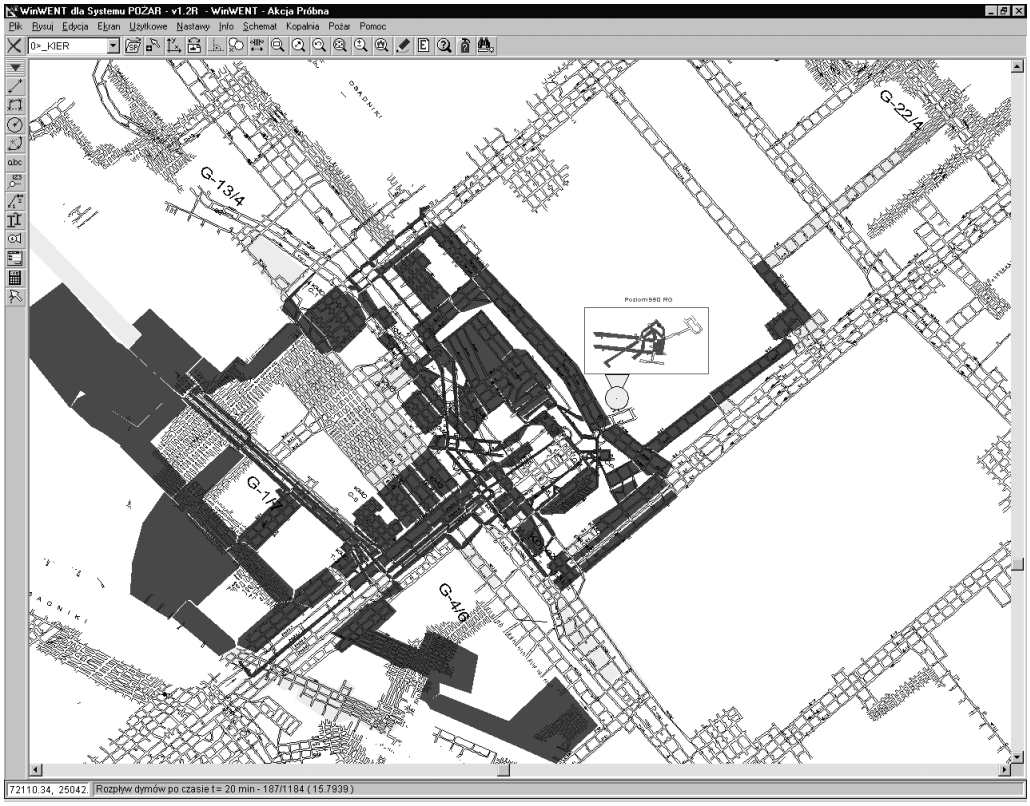
Widzimy, że zasięg strefy zadymionej ma zasadnicze znaczenie przy podejmowaniu decyzji co do sposobu prowadzenia akcji przeciwpożarowej.



Rys. 5. Zasięg strefy zadymionej po 10 minutach od powstania pożaru: bocznic zadymionych – 103 (8,7% bocznic w sieci), ciemnoszare – bocznice zadymione, jasnoszare – bocznice częściowo zadymione
Fig. 5. The range of smoky area after 10 minutes after fire brake-out: 103 smoky air splits (8,7% of all air splits in whole ventilation system), dark-gray – smoky air splits, light-gray – partially smoky air splits

Wykonanie rewersji każdorazowo spowoduje przepływ dymów wyrobiskami górniczymi w kierunkach i z prędkościami ustalającymi się zgodnie z rozpływem odpowiadającym podjętym działaniom. Dymy w takim przypadku będą cofać się

wyrobiskami, którymi dopłynęły do miejsc odpowiadających czasowi wykonania rewersji, ale także kierowane będą do wyrobisk dotychczas niezadymionych. Najczęściej wyrobiska te nie są przewidziane w planie przeciwpożarowym jako zadymione i dla załogi w nich pracującej nie są przewidziane drogi ewakuacyjne, przynajmniej w pierwszej fazie pożaru. Problem w tym, że zasięg dopływu dymów zależy od upływu czasu od wybuchu pożaru do momentu wykonania rewersji, a także od wariantu działań podjętych przez osobę prowadzącą akcję ratowniczą. Elementy te nie są znane wcześniej, a zatem osoba przygotowująca plan przeciwpożarowy powinna przewidzieć wariantowo działania natychmiastowe oraz odpowiadające im strefy zagrożone.



Rys. 6. Zasięg strefy zadymionej po 20 minutach od powstania pożaru: bocznic zadymionych –187 (15,8% bocznic w sieci), ciemnoszare – bocznice zadymione, jasnoszare – bocznice częściowo zadymione

Fig. 6. . The range of smoky area after 20 minutes after fire brake-out: 187 smoky air splits (15,8% of all air splits in whole ventilation system), dark-gray – smoky air splits, light-gray – partially smoky air splits

Kopalnie „Rudna" i „Polkowice-Sieroszowice" posiadają komputerowy system wspomagania prowadzenia akcji ratowniczej. W systemie tym, w aplikacji

przedstawiającej na mapie rozpływ powietrza w kopalni, możliwa jest wizualizacja strefy zadymionej powstającej w czasie pożaru w dowolnym miejscu sieci wentylacyjnej. System przedstawia całą strefę nie analizując jej rozwoju w czasie pożaru. Możliwe jest jednak przedstawianie tej strefy w czasie rozwoju pożaru i analiza wariantów zadymienia powstającego podczas rewersji wentylacji.
W tym celu opracowano wersję programu AutoWENT umożliwiającą śledzenie rozwoju strefy zadymionej w czasie. Program umożliwia działanie w dwóch opcjach. W pierwszej pokazuje strefę zagrożoną po zadanym przez użytkownika czasie od wybuchu pożaru, podając równocześnie liczbę zadymionych bocznic i ich procentowy udział w łącznej liczbie bocznic. W drugiej opcji program pokazuje czas, po którym następuje kolejna zmiana zasięgu strefy zadymionej oraz wspomniane wyżej liczby bocznic. Każdorazowo na mapie pokazywany jest zasięg strefy, przy czym kolorem purpurowym zaznaczone są rejony całkowicie zadymione a kolorem żółtym rejony do których wpłynęły dymy (znalazły się na początku bocznicy). Na rysunkach 4, 5 i 6 przedstawiono przykładowy rozwój strefy zadymionej przy założeniu pożaru w szybie R-I odpowiednio po czasie 5, 10 i 20 minut.

Tabela 1. Czas przepływu dymów w O/ZG „Rudna" dla stanu sieci z 2003 r
Table 1. The time of smoke flow in Rudna mine (the state of ventilation system in 2003)

Miejsce pożaru	**Dopływ dymów do szybu**	**Czas dopływu dymów [min]**
R-IX	R-V	31
	R-X	21
	R-VIII	150
	Obszar Pol-Sier	94
R-VII	R-V	25
	R-VIII	41
	R-X	51
	Obszar Pol-Sier	340
R-I	R-V	7,6
	R-VIII	27
	R-X	45
R-II	R-V	9
	R-VIII	28
	R-X	46
R-III	R-X	6,7
	R-V	39
	Obszar Pol-Sier	16
R-IV	R-X	6,7
	R-V	39
	Obszar Pol-Sier	16
R-VI	R-V	36
	R-X	57
	R-VIII	29
	Obszar Pol-Sier	2

8. PODSUMOWANIE

Podjęcie decyzji o wykonaniu rewersji wentylatorów głównych musi zapewnić ograniczenie strefy zagrożonej, poprzez skierowanie dymów do szybu wdechowego wyrobiskami, w których nie ma ludzi lub, z których wcześniej zostali wycofani. Biorąc pod uwagę powyższe oraz złożoność struktur sieci wentylacyjnych kopalń KGHM, w których istnieje kilka szybów wydechowych, gdzie regulacja rozpływu powietrza prowadzona jest również przez zastosowanie wentylatorów wolnostrumieniowych, wykonanie rewersji wentylatorów głównych w czasie trwania zmiany wydobywczej może okazać się nieskuteczne.

W kopalniach LGOM, w przypadku zaistnienia pożaru w szybach wdechowych lub w grupowych prądach powietrza świeżego, w planach przeciwpożarowych powinno się przewidzieć różne warianty zabezpieczeń dla rejonów zagrożonych pożarem, które winny obejmować między innymi:

- zamknięcie klap przeciwpożarowych na zrębie szybu,
- zamknięcie tam bezpieczeństwa na podszybiach szybów wdechowych,
- wykonanie krótkiego spięcia wentylacyjnego z bliźniaczym szybem wydechowym,
- wykonanie krótkiego spięcia wentylacyjnego, które pozwoliłoby odprowadzić dymy i gazy do szybu wydechowego najkrótszą drogą, z pominięciem rejonu, w którym znajdują się ludzie,
- zamknięcie tam bezpieczeństwa dla ograniczenia strefy zagrożenia,
- wyłączenie lub włączenie wentylatorów.

Wprowadzenie do planu przeciwpożarowego wariantów zabezpieczeń dla rejonów zagrożonych pożarem należy poprzedzić próbami dołowymi, a przede wszystkim wariantowymi obliczeniami komputerowymi na aktualnych modelach cyfrowych sieci wentylacyjnych z analizą powstających w każdym z wariantów stref zadymienia.

Dla poprawy bezpieczeństwa sieci wentylacyjnych kopalń należy sukcesywnie wprowadzać monitorowanie pracy urządzeń wentylacyjnych (tam przejezdnych, tam bezpieczeństwa, wentylatorów) oraz wszędzie tam, gdzie jest konieczne ich zdalne sterowanie.

LITERATURA

[1] BOROWSKI M, OBRACAJ D., SZLĄZAK N., *Przykład wykonania rewersji wentylacji głównej w kopalni węgla kamiennego*, Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2005.

[2] FRYCZ A., *Pożary w szybach*, Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie 2/1995.

[3] *Leksykon górniczy*, Praca zbiorowa, Wyd. „Śląsk", Katowice 1989.

[4] MACIEJASZ Z., KRUK F., *Pożary podziemne w kopalniach*, Wyd. „Śląsk" , Katowice 1977.

[5] *Poradnik górnika* T-III, Praca zbiorowa, Wyd. „Śląsk", Katowice 1974.

[6] *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*
[7] STRUMIŃSKI A., *Zasady bezpiecznego przeprowadzenia rewersji wentylacji głównej w czasie pożarów podziemnych,* Wiadomości górnicze 2–3/1983.
[8] STRUMIŃSKI A., *Zwalczanie pożarów podziemnych w kopalniach*, Wyd. ZNIO „Ossollineum", Wrocław 1987
[9] STRUMIŃSKI A., *Zwalczanie pożarów w kopalniach głębinowych*, Wyd. „Śląsk", Katowice 1996.
[10] SZLĄZAK N., ZAJĄC K., *Rewersja wentylacji głównej w kopalniach węgla kamiennego*, Górnictwo rok 21 zeszyt 1, Wyd. AGH, Kraków 1997
[11] SZLĄZAK N., ZAJĄC K., *Ocena możliwości wykonania rewersji wentylacji głównej w kopalniach węgla kamiennego*, Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 1998.
[12] *Taktyka pożarowa w kopalniach węgla*, Praca zbiorowa, GiG, Katowice 1970

MAIN VENTILATION REVERSION IN LGOM MINES

The paper deals with roblems of main ventilation reversion in LGOM mines. The possibility of reverse ventillation usage was analysed in the light of numerical simulations of LGOM mines ventilation systems.