

Stanisław TRENCZEK

Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa, Katowice

## Stosowanie schodzących prądów powietrza w aspekcie zagrożeń naturalnych

### Streszczenie

W artykule dokonano próby odpowiedzi na pytanie: czy zagrożenia naturalne mają wpływ na zwiększenie niebezpieczeństwa prowadzenia robót przy ich przewietrzaniu schodzącym prądem powietrza? Na wstępie przypomniano definicje schodzącego prądu powietrza i związane z tym przepisy. Określono też uwarunkowania występujące w Polsce w pierwszym piętnastoleciu powojennego górnictwa węglowego, które sprzyjało tragicznym w skutkach zdarzeniom w rejonach przewietrzanych schodzącym prądem powietrza. Następnie przedstawiono skutki działań eliminujących lub ograniczających przyczyny pożarów. Przytoczono też najistotniejsze wyniki badań uwarunkowań występujących przy stosowaniu schodzących prądów powietrza. Dokonano analizy ich ewentualnego wpływu na powstanie zagrożenia lub jego wzrost. Na koniec sformułowano odpowiedź na postawione na wstępie pytanie, zastrzegając jej subiektywność i możliwość podjęcia dalszej merytorycznej dyskusji na omawiany temat.

### 1. Wprowadzenie

Częsta w ostatnim okresie dyskusja i liczne publikacje dotyczące eksploatacji podpoziomowej w warunkach występowania zagrożeń przedstawiają tę problematykę z co najmniej trzech punktów widzenia. W pierwszym z nich przywołuje się zdarzenia z przeszłości, kiedy występowały trudności w zapewnieniu prawidłowych warunków przewietrzania rejonów ze schodzącym prądem powietrza. To też powodowało, że w przypadku wystąpienia tam pożaru dochodziło często do niebezpiecznych zdarzeń, a nawet tragedii (Budryk 1957; Krotkiewski 1957; Bystroń 2004, 2005). Przyczyną tego było głównie odwracanie się prądów powietrza i cofanie się dymów, czym zaskakiwana bywała załoga. Z drugiego, przeciwnego punktu widzenia przedstawia się zalety takiego sposobu przewietrzania (Buchwald i in. 2005, Frączek R., Frączek J. 2005; Frączek, Śliwczyński 2005; Korski 2005). Z kolei trzeci punkt widzenia przedstawia pogląd pośredni, doceniający wagę zagadnienia, lecz w sposób odpowiedni do aktualnych możliwości i zdolności wentylacyjnych kopalń i występujących zagrożeń (Trenczek 2005c, 2005d, 2005e; Konopko 2005a, 2005b; Koziura i in. 2005; Matuszewski 2005).

Przemiany, jakie w okresie ostatnich 60 lat się dokonały w zakresie techniki i technologii służącej wydobywaniu węgla oraz wzrost liczby różnych zagrożeń temu towarzyszących pozwalają coraz obiektywniej rozpatrywać problem schodzących prądów powietrza w aspekcie eksploatacji podpoziomowej. Jednak patrząc na to zagadnienie przez pryzmat bezpieczeństwa

załogi i ruchu zakładu górniczego należy postawić pytanie, czy zagrożenia naturalne mają wpływ na zwiększenie niebezpieczeństwa prowadzenia robót przy ich przewietrzaniu schodzącym prądem powietrza?

Poniżej dokonano próby odpowiedzi na to pytanie, przy czym z uwagi na ograniczone ramy artykułu, przeprowadzona *quasi* dyskusja dotyka tylko zagadnień najistotniejszych.

## 2. Charakterystyka schodzących prądów powietrza

Przewietrzanie kopalni podziemnej jest procesem skomplikowanym i ze względu na jego znaczenie dla bezpieczeństwa przede wszystkim załogi, jest dosyć szczegółowo uwarunkowane. Obowiązujące aktualnie w polskim górnictwie przepisy Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz. U. Nr 139 z 2002 r., poz. 1169) wymagają stosowania przewietrzania wentylacją wznoszącą, przy czym dopuszczają też inne rozwiązania. Między innymi stwierdza się w nich (§ 212), że:

1. Powietrze doprowadza się możliwie najkrótszą drogą do każdego poziomu wydobywczego, skąd prądami wznoszącymi odprowadza się w kierunku szybu wydechowego.
2. Sprowadzanie powietrza wyrobiskiem na upad dopuszcza się wyłącznie w przypadkach, gdy:
  - 1) średni upad wyrobiska lub boczniczy wentylacyjnej nie przekracza  $5^\circ$ ,
  - 2) średni upad wyrobiska lub boczniczy wentylacyjnej wynosi od  $5^\circ$  do  $10^\circ$ , a prędkość przepływu powietrza jest większa niż  $0,5$  m/s,
  - 3) powietrze jest odprowadzane z pól zagrożonych wyrzutami dwutlenku węgla lub siarkowodoru.
3. W przypadkach uzasadnionych warunkami górnictwo-geologicznymi kierownik ruchu zakładu górniczego może odstąpić od wymagań określonych w ust. 2, ustalając warunki zapewniające bezpieczeństwo ruchu.

Daje się zauważyć, że w przepisach tych nie stosuje się sformułowania *schodzący prąd powietrza*, co mogło by sugerować, iż problemu, będącego przedmiotem artykułu, nie ma. Rozwiązanie dylematu znajduje się w definicjach określających taki prąd powietrza. Pierwsza z nich, to dosyć szczegółowa definicja sformułowana w Poradniku Górnika (Bystron i in. 1974):

*Schodzący prąd powietrza, tj. prąd płynący od węzła o większej wysokości niwelacyjnej do węzła o mniejszej wysokości niwelacyjnej.*

Druga definicja, nieco ogólniejsza, sformułowana jest w Leksykonie górnictwym (1989):

*Prąd schodzący – prąd powietrza płynący w kopalni od wyżej do niżej położonych wyrobisk.*

Stąd więc wynika, że *sprowadzanie powietrza wyrobiskiem na upad* jest właśnie *schodzącym prądem powietrza*.

Jednym z warunków prawidłowego przewietrzania kopalni (Budryk 1961; Bystron i in. 1974) jest wytworzenie przez wentylator głównego przewietrzania odpowiednio dużej mechanicznej kumulacji energii tj. spiętrzenia całkowitego wentylatora –  $\Delta p_c$  – wyrażonego wzorem

$$\Delta p_c = p_{cw} - p_{cd}, \text{ N/m}^2 \quad (2.1)$$

gdzie:

$p_{cd}$  – ciśnienie całkowite w przekroju dopływu wentylatora,

$p_{cw}$  – ciśnienie całkowite w przekroju wypływu wentylatora,

co ma zapewnić pokonanie strat naporu na drogach niezależnych i zależnych sieci wentylacyjnej –  $\Delta W_s$  – oraz strat zewnętrznych –  $\Delta W_z$

$$\Delta W_s > \sum \Delta W_s + \Delta W_z, \text{ N/m}^2 \quad (2.2)$$

Z kolei stratę naporu w  $i$ -tej bocznicie sieci oblicza się jako

$$\Delta W_s = R_i \cdot \dot{V}_i^2, \text{ N/m}^2 \quad (2.3)$$

gdzie:

$R_i$  – opór naturalny w  $i$ -tej bocznicie sieci,  $\text{kg/m}^7$ ,

$\dot{V}_i$  – strumień powietrza w  $i$ -tej bocznicie,  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Ponieważ każda bocznicza wentylacyjna  $\beta$  znajduje się pod wpływem działania pola grawitacyjnego Ziemi, to w aktywnej sieci wentylacyjnej, w bocznicach wentylacyjnie czynnych, tj. niepoziomych (źródłowych), występuje depresja naturalna. Wspomaga ona przepływ powietrza prowadzonego po wzniosie, a wytwarzanego przez wentylator głównego przewietrzania.

Aby trwałość kierunku, prędkości i wydatku powietrza były zapewnione, niezbędna jest właściwa regulacja rozplywu powietrza. W wyrobiskach z wentylacją opływową wyróżnia się rozplyw naturalny, zależny od oporu właściwego bocznicie, oraz wymuszony, czyli regulowany, najczęściej poprzez celowe zastosowanie np. tam wentylacyjnych rozdzielających, czyli dodatkowego oporu  $R_T$  w bocznicie (bocznicach) sąsiadującej (sąsiadujących). Opór ten można obliczyć według wzoru

$$R_T = \frac{\Delta W}{\dot{V}^2}, \text{ kg/m}^7 \quad (2.4)$$

Zachowanie stabilności kierunku przepływu powietrza –  $st$  – można określić (Budryk 1961) z zależności

$$st = \frac{\Delta W_i}{\Delta p_c - \Delta W_i}, \text{ Pa} \quad (2.5)$$

W przypadku schodzących prądów powietrza jego stabilność jest szczególnie ważna (Budryk 1954; Bystron 1977). Uważa się ją za zadowalającą, gdy jego obliczona wartość (wzór 2.5) spełnia warunek  $ST \geq 0,25$  (Budryk 1961).

Dla zachowania wymuszanego (przy pomocy dodatkowego oporu) kierunku przepływu schodzącego prądu powietrza musi zachodzić warunek (Trenczek 2005d)

$$\Delta W_i^T > \Delta W_i^U \quad (2.6)$$

gdzie:

$\Delta W_i^T$  – strata naporu w bocznicie z dodatkowym oporem,

$\Delta W_i^U$  – strata naporu w bocznicie ze schodzącym prądem powietrza.

### 3. Charakterystyka warunków eksploatacji w latach 1945–1960

Po drugiej wojnie światowej górnictwo węgla kamiennego w Polsce wzmacniało swój potencjał, przede wszystkim potencjał ludzki. Zwiększające się zapotrzebowanie na węgiel, słabe wyposażenie techniczne, niski poziom fachowości przeciętnego pracownika to najważniejsze przyczyny niskiego stanu bezpieczeństwa w okresie pierwszych piętnastu lat. Największe zagrożenie związane było z pożarami, co charakteryzuje (rejestrwana od 1947 r.) ich bardzo wysoka liczba (tab. 3.1) i wysoki wskaźnik pożarowości (Kołodziejczyk i in. 2005).

Zestawienie pożarów kopalnianych w okresie lat 1947–1959

Tabela 3.1.

Table 3.1.

Balance of fires at coal mines over the years 1947–1959

Lp	Rok	Wydobycie roczne, WR [mln t]	Liczba pożarów podziemnych, L <sub>p</sub>	Wskaźnik pożarowości (ogólny) W = L <sub>p</sub> / WR	Pożary					
					Egzogeniczne			Endogeniczne		
					Liczba pożarów L <sub>en</sub>	wskaźnik pożarowości W <sub>en</sub>	%	liczba pożarów L <sub>eg</sub>	wskaźnik pożarowości W <sub>eg</sub>	%
1.	1947	51,77	307	5,93	34	0,66	11	273	5,27	89
2.	1948	61,78	270	4,37	30	0,49	11	240	3,88	89
3.	1949	65,67	287	4,37	36	0,55	13	251	3,82	87
4.	1950	67,64	368	5,44	34	0,5	9	334	4,94	91
5.	1951	71,88	381	5,3	43	0,6	11	338	4,7	89
6.	1952	83,83	477	5,69	75	0,89	16	402	4,8	84
7.	1953	90,68	516	5,89	100	1,15	19	416	4,74	81
8.	1954	87,20	600	6,88	167	1,92	28	433	4,96	72
9.	1955	93,14	557	5,98	167	1,79	30	390	4,19	70
10.	1956	94,17	614	6,52	141	1,5	23	473	5,02	77
11.	1957	92,57	524	5,66	85	0,92	16	439	4,74	84
12.	1958	94,04	537	5,71	103	1,1	19	434	4,61	81
13.	1959	98,99	493	4,98	125	1,24	25	370	3,74	75

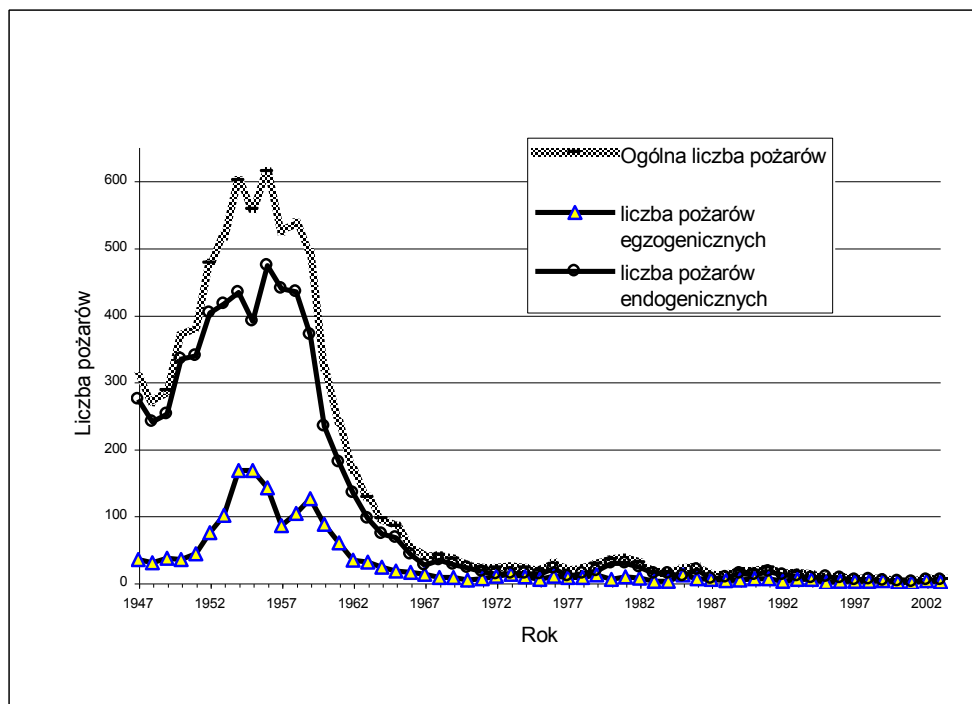
W sumie w latach 1947–1959 wystąpiło 5 931 pożarów, w tym 1 140 egzogenicznych i 4 791 endogenicznych, co przy sumarycznej liczbie 2 501 pożarów zaistniałych w latach 1960–2005 (w tym 472 egzogenicznych i 2 029 endogenicznych) obrazuje ówczesną skalę problemu (Trenczek 2006a).

Przyczyn tak dużej liczby pożarów w omawianym okresie było wiele. Do najważniejszych z nich należały:

- stosowanie światła otwartego (oświetlenie, palenie i cięcie metali, palenie tytoniu),
- powszechne stosowanie obudowy palnej (drewnianej),
- stosowanie wyłącznie gumowych (łatwopalnych) taśm przenośnikowych i kabli energetycznych posiadających gumową izolację,
- powszechne wykonywanie robót strzałowych z użyciem materiałów wybuchowych.

Dla rejonów przewietrzanych schodzącym prądem powietrza najgroźniejsze były pożary egzogeniczne ze względu na ich szybki, a czasami burzliwy rozwój. Bardzo często powodowało to odwracanie się kierunków prądów powietrza, co sprawiało problem z bezpiecznym oddymianiem zagrożonego rejonu. Tym bardziej, że pracujące wówczas (w większości kopalń) wentylatory głównego przewietrzania nie zapewniały odpowiedniej efektywności przewietrzania wszystkich rejonów wentylacyjnych, których liczba na każdej kopalni zwiększała się wraz ze wzrastającym wydobywaniem. Wszystko to pokazuje, że skala zagrożenia musiała być poważna.

Stopniowe eliminowanie podstawowych przyczyn zagrożenia pożarowego powodowało stały spadek liczby pożarów (rys. 3.1) (Trenczek 2006b).



Rys. 3.1. Przebieg zmian liczby pożarów zaistniałych w latach 1947–2005  
Fig. 3.1. Number of fires in collieries over the years 1947–2005

Widać jednak (rys. 3.1), że pożarów wyeliminować się nie udało, a z dużym prawdopodobieństwem można też przyjąć, iż wyeliminować się ich nie uda. Pozytywnym objawem skuteczności działań jest jednak to, że pomimo coraz głębiej prowadzonej eksploatacji, w ostatnim dziesięcioleciu liczba pożarów nie przekraczała 9 w roku (tab. 3.2) (Trenczek 2006b).

Tabela 3.2.  
 Pożary w latach 1996–2005 w zależności od głębokości miejsca ich powstania  
 Table 3.2.  
 Fires over the years 1996–2005 by the depth of their breakout location

Rok	Liczba pożarów w roku	Liczba pożarów w przedziałach głębokości								
		do 500 m			od 500 m do 800 m			800 m i poniżej		
		egzo- genic- nych	endo- genic- nych	razem	egzo- genic- nych	endo- genic- nych	razem	egzo- genic- nych	endo- genic- nych	Razem
1996	9	1	1	2	–	5	5	1	1	2
1997	6	–	1	1	1	–	1	1	3	4
1998	7	1	1	2	1	3	4	–	1	1
1999	6	–	–	–	3	2	5	–	1	1
2000	3	–	–	–	1	2	3	–	–	–
2001	1	–	–	–	–	1	1	–	–	–
2002	7	–	2	2	–	2	2	3	–	3
2003	5	–	–	–	1	2	3	–	2	2
2004	7	–	1	1	2	1	3	–	3	3
2005	9	–	1	1	1	4	5	1	2	3
Razem	60	2	7	9	10	22	32	6	13	19
%	100	22	78	100	31	69	100	32	68	100

#### 4. Uwarunkowania towarzyszące schodzącym prądom powietrza

W najgorszym pod względem pożarów okresie nie prowadzono badań ani statystyk, które kompleksowo odzwierciedlałyby występujące wówczas warunki przy stosowaniu schodzących prądów powietrza. Takiej bazy danych nie ma też z następnymi ponad czterdziestu lat. Dopiero wspomniane na wstępie dyskusje o niebezpieczeństwie eksploatacji podziemnej spowodowały podjęcie takich badań. Ich wyniki – oparte o dane związane z wydobywaniem węgla w latach 2002–2004 (Konopko 2005a) – pokazują, że podziemna eksploatacja:

- realizowana jest w pokładach prawie wszystkich grup stratygraficznych (od grupy 100 do 800, poza grupą 600) i o zróżnicowanej grubości – od 1,4 m do 12,1 m, przy czym ok. 29% to pokłady grubości 1,5–2,0 m, ok. 24% – grubości 2,0–3,0 m, ok. 23% – grubości 3,0–4,5 m,
- prowadzona jest na różnych głębokościach – od mniejszej niż 400 m do 1100 m, przy czym 80% przodków udostępniono z poziomów 600 m i głębszych,
- realizowana jest w rejonach o znacznym zróżnicowaniu pionowej głębokości pomiędzy poziomem, z którego rejon jest udostępniony a przodkiem – waha się ona od 16 m do 180 m,
- udostępniona jest w prawie 65% wyrobiskami węglowymi (w pokładzie), a pozostałej części wyrobiskami kamiennymi.

Takie uwarunkowania, poza różnicą głębokości pomiędzy poziomem a przodkiem w rejonie podziemiu, występują także przy eksploatacji „normalnej” (niepodziemnej).

Ponadto badania wykazały (Konopko 2005a), że eksploatacji podziemowej towarzyszą też inne zagrożenia:

- ponad 40% wyrobisk eksploatacyjnych charakteryzowało się minimalną metanowością, tj. do  $5 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$ , w 30% wyrobisk nie stwierdzono wydzielania metanu, a z pozostałej ich części tylko 2% charakteryzowało się metanowością maksymalną w przedziale  $35\text{--}40 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$ ,
  - ponad 50% podziemowo eksploatowanych pokładów zaliczonych było równocześnie do zagrożonych metanem i łąpaniami, z czego ok. 11% do najwyższej (IV) kategorii zagrożenia metanowego i najwyższego (III) stopnia zagrożenia łąpaniami,
  - na prawie 75% poziomów, z których udostępniono eksploatację podziemową, występuje temperatura pierwotna skał równa lub wyższa niż  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ , z czego w ok. 28% waha się w granicach  $40\text{--}44 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
  - zagrożenie wodne kształtuje się na poziomie I stopnia (rzadko II stopnia).
- Te dane także świadczą o podobieństwie do uwarunkowań występujących przy eksploatacji niepodziemowej.

Z kolejnej partii danych (Konopko 2005a) wynika, że:

- aż w ok. 90% przypadkach długość dróg doprowadzających powietrze do podziemów wynosi od 500 m do 4000 m (w ok. 7% jest krótsza niż 500 m, a w ok. 3% przekracza 4000 m),
- ok. 23% wyrobisk doprowadzających powietrze posiada średnie nachylenie do  $5^\circ$ , ok. 46% – od  $5^\circ$  do  $10^\circ$ , a ok. 31% – powyżej  $10^\circ$ ,
- w prawie 45% przypadków długość dróg przepływu powietrza wewnątrz podziemiu jest dosyć znacząca i mieści się w granicach 1500–4000 m,
- zdecydowana większość wyrobisk – ok. 85% – posiada pole przekroju poprzecznego w granicach  $13\text{--}18 \text{ m}^2$  (przy rozpiętości przekrojów od  $9 \text{ m}^2$  do  $21,9 \text{ m}^2$ ),
- w każdym podziemowym rejonie zachowane są odpowiednie prędkości i ilości powietrza, a tylko w ok. 10% wyrobisk przewietrzanie realizowane jest z maksymalną wydolnością wentylacyjną,

co jest dowodem na stabilną, wysokoefektywną wentylację kopalń.

Można zatem uznać, że w rejonach podziemowej eksploatacji, tj. przy stosowaniu schodzących prądów powietrza, przyczyny zagrożenia pożarowego zostały zminimalizowane, a występujące inne uwarunkowania zagrożeniowe i wentylacyjne nie mają bezpośredniego wpływu na niebezpieczeństwa, jakie przypisywane bywa podziemowej eksploatacji.

## 5. Zagrożenia związane ze schodzącym prądem powietrza

Jak już zaznaczono w rozdziale 2, przewietrzanie kopalń jest procesem złożonym – zależnym zarówno od czynników technicznych jak i naturalnych, wywierającym bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ruchu zakładu górniczego (Trenczek 2005b). Przy normalnym stanie procesu wentylacji – faza statyczna – przewietrzanie schodzącym prądem powietrza nie jest czynnikiem powodującym zagrożenia dla załogi lub ruchu zakładu górniczego, i to niezależnie od tego w jakie inne zagrożenia temu towarzyszą.

Zaburzenie fazy statycznej procesu przewietrzania powoduje jego przejście w fazę dynamiczną, która może spowodować zagrożenie w rejonie przewietrzanym schodzącym prądem powietrza, lub jego bezpośrednim sąsiedztwie. Powodem tego może być wystąpienie:

- stanu awaryjnego przewietrzania, którym może być awaria wentylatora głównego przewietrzania, awaria śluzy wentylacyjnej, powstanie tzw. krótkiego spięcia wentylacyjnego, nagłe zwiększenie oporu bocznicy (spowodowane np. obwałem, zawałem);
- stanu krytycznego przewietrzania, np. pożaru egzogenicznego, tąpnięcia.

Częściej zdarzyć się może stan awaryjny przewietrzania, powodując wystąpienie, lub wzrost, zagrożeń (Trenczek 2005e):

- wentylacyjno-gazowego, gdy nie będą zachowane – zgodne z obowiązującymi przepisami – minimalne i maksymalne prędkości powietrza oraz dopuszczalne zawartości gazów w powietrzu kopalnianym, lub nie będą zachowane wydatki powietrza określone w projekcie technicznym wykonywania danych robót górniczych;
- klimatycznego, jeśli uciążliwość warunków cieplnych przekroczy poziom nieakceptowalny, lub wymagać będzie profilaktycznego skrócenia czasu pracy.

Jeśli w danym rejonie występować będą zagrożenie metanowego lub/i zagrożenie pożarem endogenicznym ich poziom może wzrosnąć na wskutek stanu awaryjnego przewietrzania. W przypadku zagrożenia metanowego, gdy nagromadzenie metanu przekroczy progowe wartości dopuszczalne lub doprowadzi – w zrobach lub w wyrobiskach – do powstania wybuchowej mieszaniny metanowo-powietrznej. Natomiast w przypadku zagrożenia pożarem endogenicznym, gdy dojdzie do przekroczenia wartości kryterialnych w opływowym prądzie powietrza lub w zrobach.

Prawdopodobieństwo wystąpienia stanu krytycznego przewietrzania jest niewielkie (Trenczek 2005e). Jeśli jednak do niego dojdzie, to na pewno spowoduje zagrożenie wentylacyjno-gazowe. Może też być przyczyną zagrożenia klimatycznego, a w rejonach (wyrobiskach) zaklasyfikowanych do III poziomu krytycznego wzrost tego zagrożenia może być bardzo poważny i niebezpieczny. W szczególnych przypadkach może też przyczynić się do wzrostu zagrożenia metanowego i/lub zagrożenia pożarem endogenicznym, jeśli będą one występować.

Można więc uznać, że schodzący prąd powietrza nie będzie powodem niebezpieczeństwa, jeśli proces przewietrzania w takim rejonie zachowa fazę statyczną.

## 6. Podsumowanie

Analiza przyczyn, powodujących zaburzenia i zmianę fazy statycznej procesu przewietrzania na fazę dynamiczną, oraz skutków, jakie stan awaryjny i stan krytyczny przewietrzania mogą spowodować, pozwala sformułować wielowątkową, następującą odpowiedź na postawione na wstępie pytanie.

- 1) Schodzący prąd powietrza sam w sobie nie stanowi żadnego zagrożenia i nie jest też przyczyną powstania zagrożenia.
- 2) Jedynie zagrożenie tąpnięciami, w przypadku zaistnienia tąpnięcia, i pożar egzogeniczny – jeśli wystąpią w rejonie przewietrzanym schodzącym prądem powietrza – mogą być przyczyną stanu awaryjnego procesu przewietrzania, w następstwie czego wystąpić mogą zagrożenia: wentylacyjno-gazowe oraz metanowe i klimatyczne (jeśli w ogóle występują).
- 3) Występowanie innych zagrożeń, takich jak: metanowego, klimatycznego, wybuchem pyłu węglowego, pożarem endogenicznym, działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, promieniotwórczymi naturalnymi substancjami promieniotwórczymi nie może być przyczyną powstania stanów awaryjnego lub krytycznego procesu przewietrzania, w związku z tym nie mają



zadnego wpływu na poziom bezpieczeństwa w rejonach przewietrzanych schodzącym prądem powietrza.

A zatem, w moim subiektywnym odczuciu uważam, że rejon przewietrzany schodzącym prądem powietrza, w tym oczywiście również eksploatację podziemną, należy traktować szczególnie, przy czym rozpatrywać je trzeba indywidualnie, uwzględniając powyższe sugestie. Uważam też jednak, że problem eksploatacji podziemnej nadal jest otwarty i konieczne są kolejne badania. Efektem takich badań powinien być – moim zdaniem – systemowy sposób kontroli i zabezpieczenia rejonów przewietrzanych schodzącym prądem powietrza, który pozwoliłby optymalnie wykorzystać posiadane przez kopalnie elementy automatycznej aerometrii górniczej oraz systemy monitorowania zjawisk sejsmicznych, lokalizacji wstrząsów i kontroli zjawisk sejsmoakustycznych (Trenczek, Wojtas 2006c).

#### Literatura

- [1] Buchwald P. i inni 2005: Zabrzeńskie seminarium naukowo-techniczne poświęcone tematowi prowadzenia robót eksploatacyjnych poniżej poziomu udostępnienia. *Ratownictwo Górnicze* nr 2, 11–12.
- [2] Budryk W. 1954: Odwracanie się prądów powietrznych w czasie pożarów podziemnych i sposoby zapobiegania. *Archiwum Górnictwa i Hutnictwa*, t. II, z. 2, Kraków, 143–170.
- [3] Budryk W. 1957: Znaczenie analizy wypadków pożarowych dla zmniejszenia katastrof górniczych. *Przegląd Górniczy* nr 9, 401–406.
- [4] Budryk W. 1961: Wentylacja kopalń. Wyd. Górnico-Hutnicze, Katowice.
- [5] Bystron H. i inni 1974: Pożary podziemne. *Poradnik Górnika*, t. 3, dz. III, Wyd. „Śląsk”, Katowice.
- [6] Bystron H. 2005: Modelowanie termodynamiczne struktury systemu wentylacji kopalni „Barbara-Wyzwolenie” z nadziemnym rejonem eksploatacyjnym w celu uzyskania struktury niekatastrofogenicznej w przypadku pożaru w prądzie schodzącym powietrza zużytego. [W:] *Materiały 10. Sesji Międzynarodowego Biura Termofizyki Górniczej „IBMT 2005”*, Gliwice 2005, 523–538.
- [7] Bystron H. 2004: Rozprowadzenie powietrza w czynnym rejonie eksploatacyjnym zabezpieczające roboty wydobywcze przed dymami w przypadku pożaru w prądzie schodzącym. [W:] *Materiały 3. Szkoły Aerologii Górniczej*, Zakopane 2004, 257–287.
- [8] Bystron H. 1977: Stabilność prądów schodzących a profilaktyka katastrof górniczych. *Archiwum Górnictwa*, t. XII, z. 3, Kraków, 293–330.
- [9] Frączek R., Frączek J. 2005: Zalety i wady prowadzenia eksploatacji ścian węglowych poniżej poziomu udostępnienia. *Przegląd Górniczy* nr 5, 1–6.
- [10] Frączek R., Sliwczyński B. 2005: Zagrożenia wentylacyjne związane z eksploatacją ścian prowadzonych poniżej poziomu udostępnienia po 2005 roku na podstawie JSW S.A. KWK „Borynia”. [W:] *Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnictwo i Zagrożenia Naturalne 2005”* nt. Eksploatacja podziemna – zagrożenia górnicze, Ustroń 2005, 398–406.
- [11] Kołodziejczyk B. i inni 2005: Wykonanie charakterystyk zaistniałych pożarów w polskich kopalniach węgla kamiennego. Opracowanie Zespołu Rzeczoznawców SITG O/Katowice, (praca niepublikowana).
- [12] Konopko W. 2005a: Geologiczno-górnictwo uwarunkowania eksploatacji podziemnej. [W:] *Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnictwo i Zagrożenia Naturalne 2005”* nt. Eksploatacja podziemna – zagrożenia górnicze, Ustroń 2005, 71–81.
- [13] Konopko W. 2005b: Podziemne roboty górnicze – próba sumarycznej oceny stanu zagrożenia. [W:] *Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnictwo i Zagrożenia Naturalne 2005”* nt. Eksploatacja podziemna – zagrożenia górnicze, Ustroń 2005, 82–88.
- [14] Korski J. 2005: Eksploatacja poniżej poziomu udostępnienia – próba identyfikacji problemów i zagrożeń. [W:] *Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnictwo i Zagrożenia Naturalne 2005”* nt. Eksploatacja podziemna – zagrożenia górnicze, Ustroń 2005, 99–106.

- [15] Koziura M. i inni 2005: Zdarzenia związane z zagrożeniami górniczymi zaistniałe w kopalniach węgla kamiennego oraz skala prowadzonych robót górniczych poniżej poziomu udostępnienia. Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnice Zagrożenia Naturalne 2005” nt. Eksploatacja podziemowa – zagrożenia górnicze. Ustroń 2005, 107–111.
- [16] Krotkiewski W. 1957: Pożar w kopalni „Barbara-Wyzwolenie” w 1954 r. [W:] Materiały pokonferencyjne nt. Analiza większych pożarów w kopalniach węgla. Katowice 1957, 12–30.
- [17] Leksykon górniczy 1989: Leksykon górniczy, praca zbiorowa, Wyd. „Śląsk”, Katowice.
- [18] Matuszewski K. 2005: Problematyka podziemowa i uwagi do planowania eksploatacji podziemowej ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń górniczych. Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnice Zagrożenia Naturalne 2005” nt. Eksploatacja podziemowa – zagrożenia górnicze, Ustroń 2005, 172–188.
- [19] Trenczek S. 2005a: Automatyczna aerometria górnicza dla kontroli zagrożeń aerologicznych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 3, 11–20.
- [20] Trenczek S. 2006a: Eksploatacja podziemowa w aspekcie przewietrzania i zmian uwarunkowań zagrożeniowych, (artykuł złożony do druku w Archiwum Górnictwa).
- [21] Trenczek S. 2005b: Monitorowanie zagrożeń aerologicznych, a eksploatacja złóż na dużych głębokościach. CUPRUM nr 2, 49–70.
- [22] Trenczek S. 2005c: Poziom ryzyka zagrożenia cieplnego w stanach awaryjnych i krytycznych rejonów przewietrzanych schodzącym prądem powietrza. [W:] Materiały XXII Seminarium Naukowo-Technicznego nt. „Zwalczanie zagrożenia cieplnego w kopalniach. Teoria i praktyka”. Rybnik 2005, 139–153.
- [23] Trenczek S. 2005d: Poziom zagrożeń aerologicznych w stanach awaryjnych i krytycznych rejonów przewietrzanych schodzącym prądem powietrza. [W:] Materiały XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnice Zagrożenia Naturalne 2005” nt. Eksploatacja podziemowa – zagrożenia górnicze, Ustroń 2005, 380–391.
- [24] Trenczek S. 2005e: Przewietrzanie wyrobisk kopalnianych powietrzem sprowadzanym na upad. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 12, 12–20.
- [25] Trenczek S. 2006b: Rys historyczny pożarów podziemnych w ostatnim 60-leciu polskiego górnictwa. Artykuł zgłoszony na II Konferencję „Dziedzictwo i historia górnictwa oraz wykorzystanie pozostałości dawnych robót górniczych”, Politechnika Wrocławska, Jugowice 19–21.04.2006 r.
- [26] Trenczek S., Wojtas P. 2006c: Rozwój pomiaroznawstwa stosowanego od pomiarów wskaźnikowych do monitorowania i nadzorowania bezpieczeństwa. Artykuł zgłoszony na II Konferencję „Dziedzictwo i historia górnictwa oraz wykorzystanie pozostałości dawnych robót górniczych”. Politechnika Wrocławska, Jugowice 19–21.04.2006 r.

### **Application of downcast airstreams in the aspect of natural hazards**

The paper presents the attempt to answer the question whether natural hazards really affect the increased hazard when the excavations are ventilated by downcast airstreams. To the beginning, the definition of a downcast airstream and the related legal regulations are recalled. The circumstances that occurred in Poland over the fifteen years just after the 2<sup>nd</sup> World War are highlighted as the aspect that contributed tragic events with mass fatalities in the areas with ventilation by downcast airstreams. Then the effect of actions aimed to eliminate or mitigate the reasons for fires are outlined. The most important results of research work dedicated to the phenomena that may arise when the downcast airstream ventilation is applied in the contexts of possible effects of the ventilation method onto coming up of the fire hazard arise or increase of the threat. Finally, the answer to the initial question is formulated, under provision to its subjective nature and the possibility to carry on the content-related discussion on the discussed topics.

*Przekazano: 7 marca 2006 r.*