

24

ANALIZA WENTYLACYJNO-METANOWA, JAKO NARZĘDZIE DLA BIEŻĄCEJ OCENY POZIOMU ZAGROŻENIA METANOWEGO W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

24.1 WPROWADZENIE

W warunkach zagrożenia metanowego, najważniejszym celem procesu wentylacji kopalni jest doprowadzenie i utrzymanie w wyrobiskach górniczych dostatecznej ilości powietrza zapewniającej stężenia metanu poniżej wartości dopuszczalnych określonych przepisami górnictwymi. W kopalniach węgla kamiennego, do określenia stanu zagrożenia metanowego stosowana są powszechnie: metanowość bezwzględna całkowita oraz metanowość wentylacyjna. Metanowość bezwzględna całkowita określa całkowite wydzielanie metanu w środowisku ściany, z kolei metanowość wentylacyjna, emisję metanu uwalnianego do powietrza wentylacyjnego.

Rozwój badań nad metanowością bezwzględną środowisk ścian oraz próby określenia źródeł i intensywności emisji metanu zapoczątkowane zostały stosunkowo dawno przez Karla Wintera [8]. W późniejszym okresie prace badawcze nad intensywnością emisji metanu podczas eksploatacji ścian prowadzone były głównie przez Klause Noack'a [5, 6] i dotyczyły głównie kopalń niemieckich.

W Polsce pojęcie metanowości bezwzględnej wprowadził Bolesław Kozłowski [1] a wyznaczone przez niego funkcje odgazowania pokładów metanonośnych objętych zasięgiem wpływu eksploatacji (dla warunków w polskich kopalniach) są wykorzystywane obecnie w opracowaniu obowiązkowych prognoz metanowości bezwzględnej dla ścian. Aktualnie stosowana jest Instrukcja nr 14 GIG, zatytułowana: Dynamiczna Prognoza Metanowości Bezwzględnej Ścian [2].

Dla pełnego scharakteryzowania zagrożenia metanowego w rejonie, operowanie wyłącznie pojęciem metanowości bezwzględnej całkowitej lub metanowości wentylacyjnej jest niewystarczające.

W celu precyzyjnego określenia stanu zagrożenia metanowego, wskazane jest odniesienie w/w wielkości do występujących rzeczywistych warunków wentylacyjnych tj. wydatków (ilości) powietrza w rejonie ściany lub do tzw. kryterialnej metanowości bezwzględnej zawartej w Zasadach prowadzenia ścian w

warunkach zagrożenia metanowego – Instrukcja GIG nr 17 [4]. Kryterialna metanowość bezwzględna informuje bowiem o granicznej wielkości emisji metanu w środowisku ściany, która może być zwalczona środkami wentylacyjnymi oraz odmetanowaniem.

24.2 OPRACOWANIE ZASAD BILANSOWANIA METANOWOŚCI Z UWZGLĘDNIENIEM WIELKOŚCI UJĘCIA METANU W REJONIE CZYNNEJ ŚCIANY

Bilans wydzielania metanu do rejonu czynnej ściany powinien bazować na ustaleniu całkowitej emisji metanu do środowiska ściany tzw. metanowość bezwzględna całkowita Q_c . Wielkość ta obejmuje dopływ metanu do środowiska ściany z pokładu eksploatowanego oraz z warstw (pokładów) znajdujących się w strefie odprężenia eksploatacyjnego (z warstwy stropowych i spągowych występujących w strefie desorpcji) [3]. W przypadku stosowania odmetanowania eksploatacyjnego w rejonie ściany w ramach profilaktyki ograniczającej dopływ metanu do wyrobisk związanych z rejonem ściany, do zbilansowania metanowości bezwzględnej całkowitej konieczne jest określenie 2-ch składowych metanowości bezwzględnej całkowitej, tj:

- wielkości ujęcia metanu do sieci odmetanowania, Q_o ,
- metanowości wentylacyjnej, Q_{we} .

$$Q_c = Q_o + Q_{we} \text{ m}^3/\text{min} \quad (24.1)$$

Wielkość ujęcia metanu do sieci odmetanowania Q_o (m^3/min) oznacza ilość metanu ujętego z obszaru górotworu objętego oddziaływaniem otworów drenażowych. Z uwagi na to że otwory wykonywane są w strefie oddziaływania eksploatacyjnego, decydujący udział metanu ujmowanego do sieci odmetanowania pochodzi z metanonośnych warstw otaczających znajdujących się w strefie odprężenia eksploatacyjnego. Wielkość ujęcia metanu do sieci odmetanowania może być określana na podstawie indywidualnych (ręcznych) pomiarów stężenia metanu i wydatku mieszaniny gazów w rurociągu odmetanowania odprowadzanego z rejonu wentylacyjnego. Pomiarów te wykonywane okresowo na kryzie pomiarowej np. raz na dobę. Wielkość ujęcia metanu może być również mierzona w sposób ciągły przy pomocy automatycznego czujnika parametrów odmetanowania zainstalowanego na rurociągu. W celu odniesienia wielkości ujęcia metanu do warunków normalnych konieczny jest również pomiar ciśnienia i temperatury gazu w rurociągu. Dla parametrów stanu gazu zbliżonego do warunków normalnych wielkość ujęcia metanu do sieci odmetanowania Q_o może zostać określona na podstawie uproszczonej zależności:

$$Q_o = 0,01 \cdot n_o \cdot Q_G \text{ m}^3/\text{min} \quad (24.2)$$

gdzie:

n_o – stężenie metanu w mieszaninie gazów w rurociągu odmetanowania, %

Q_G – wydatek mieszaniny gazów w rurociągu odmetanowania, m^3/min

Metanowość wentylacyjna Q_{we} (m^3/min) stanowi wielkość wydzielania metanu do powietrza wentylacyjnego w wyrobiskach związanych z rejonem ściany. W ramach rejonu ściany najintensywniejsze wydzielanie metanu do powietrza wentylacyjnego

występuje głównie w wyrobisku eksploatacyjnym (ścianie) podczas procesu urabiania oraz w pozostałych wyrobiskach korytarzowych mających kontakt ze zrobami. Wielkość metanowości wentylacyjnej może zostać wyznaczona z różnicy między wydatkiem metanu odprowadzanym powietrzem z rejonu ściany a wydatkiem metanu doprowadzanym powietrzem wentylacyjnym do rejonu z innych źródeł:

$$Q_{we} = 0,01 (n_1 \cdot Q_1 - n_2 \cdot Q_2) \text{ m}^3/\text{min} \quad (24.3)$$

gdzie:

n_1 – stężenie metanu w powietrzu na wylocie z rejonu ściany, %

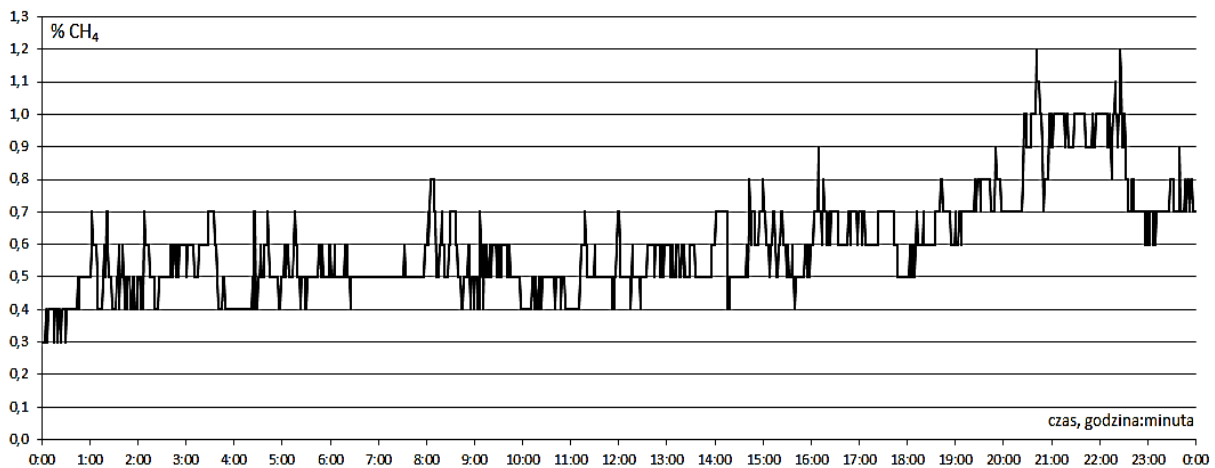
n_2 – stężenie metanu w powietrzu na wlocie z rejonu ściany, %

Q_1 – wydatek powietrza na wylocie z rejonu ściany, m^3/min

Q_2 – wydatek powietrza na wlocie z rejonu ściany, m^3/min

Wydatek powietrza na wlocie i wylocie z rejonu ściany powinien zostać określony przez indywidualny pomiar przekroju poprzecznego wyrobiska oraz prędkości powietrza anemometrem metodą trawersu w okresach dobowych oraz częściej np. po regulacji sieci wentylacyjnej.

Stężenie metanu w powietrzu na wlocie i wylocie z rejonu ściany (n_1 , n_2) powinno zostać określone w oparciu o ręczne pomiary przyrządami indywidualnymi np. metanomierzami lub w oparciu o próby powietrza do precyzyjnych analiz laboratoryjnych. Do analiz stężenia metanu mogą być również wykorzystane wskazania metanometrii automatycznej po uprzedniej ich kalibracji (rys. 24.1).

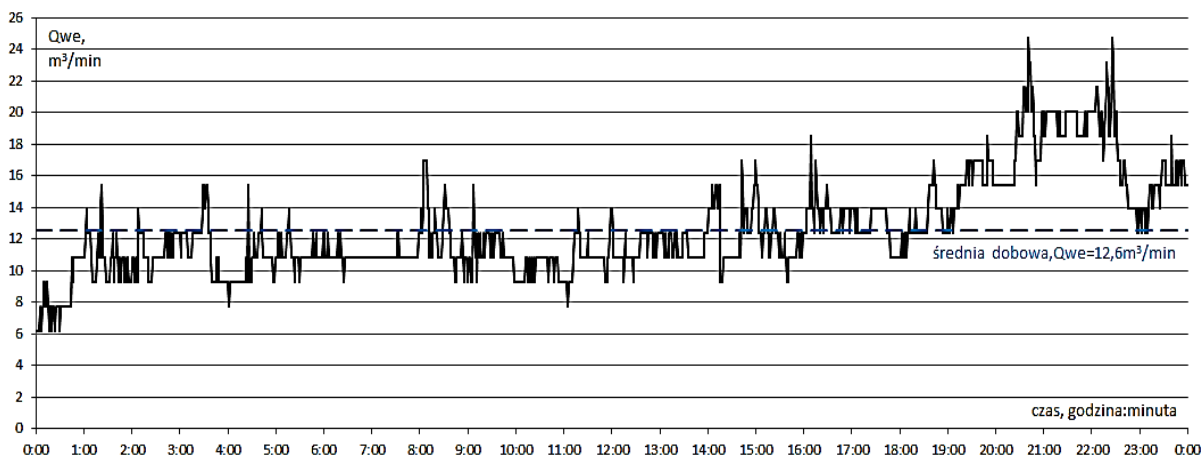


Rys. 24.1 Kształtowanie się stężeń metanu w powietrzu odprowadzanym z rejonu ściany nr 1 w dniu 20.09.2013 r. (na podstawie zarejestrowanych wartości stężeń metanu czujnikiem metanometrii automatycznej)

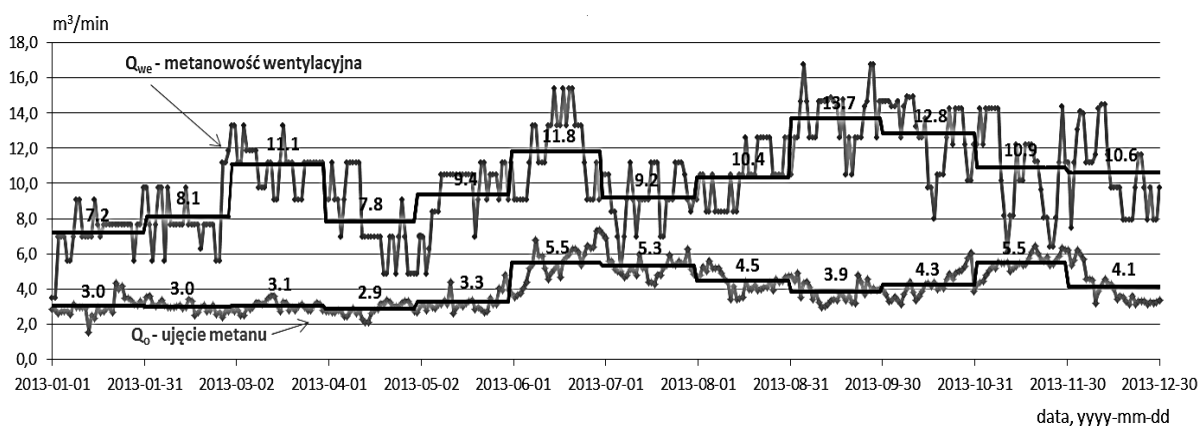
Przykład wykorzystania wskazań metanometrii automatycznej do określenia kształtowania się zmian metanowości wentylacyjnej w okresie jednej doby przedstawiony został na rys. 24.2.

Na podstawie zmian metanowości wentylacyjnej w okresie 1 doby możliwe jest określenie średniej dobowej wartości metanowości wentylacyjnej ściany. W przypadku ściany nr 1 wartość ta wynosi $12,6 \text{ m}^3/\text{min}$. Dla analiz bilansowania metanowości w

okresach dłuższych np. w okresie miesiąca lub w okresie roku – średnia dobowa metanowość wentylacyjna (Q_{we}) może być zestawiona z wartością ujęcia metanu (Q_o), która jest kontrolowana rzadziej np. 1 na dobę (rys. 24.3).



Rys. 24.2 Kształtowanie się wydzielania metanu do powietrza wentylacyjnego odprowadzanego z rejonu ściany nr 1 (metanowości wentylacyjnej Q_{we}) w dniu 20.09.2013 r.



Rys. 24.3 Bilans metanowości w rozbiu na metanowość wentylacyjną (Q_{we}) oraz ujęcie metanu (Q_o) na podstawie kształtowania się wartości dobowych oraz uśrednionych wartości miesięcznych w ujęciu rocznym dla ściany nr 1

W oparciu o przedstawioną powyżej metodykę przeprowadzono bilans metanowości bezwzględnej całkowitej (Q_c) dla 14 czynnych ścian eksploatowanych w roku 2013 r. w KWK „Bielszowice” i w KWK „Rydułtowy-Anna”. Bilans metanowy przeprowadzono w rozbiu na metanowość wentylacyjną (Q_{we}) oraz wielkość ujęcia metanu do sieci odmetanowania (Q_o). Dobowe metanowości wentylacyjne określone zostały na podstawie wskazań manometrii automatycznej zweryfikowanych kontrolnymi pomiarami wentylacyjno-metanowymi. Natomiast wielkość ujęcia metanu z rejonów ścian w oparciu o dobowe pomiary parametrów odmetanowania przeprowadzone na kryzie pomiarowej. Analizę metanowości objęto zarówno okresy miesięczne jak również okresy dłuższe odpowiadające prowadzonej eksploatacji ścian w roku 2013 r.

Zbiorczy bilans metanowości bezwzględnej całkowitej (Q_c), metanowości wentylacyjnej (Q_{we}) oraz wielkości ujęcia metanu do sieci odmetanowania (Q_o) dla 14 czynnych ścian eksploatowanych w 2013 r. w KWK Bielszowice i w KWK Rydułtowy-Anna przedstawiony został w tabeli 1.

Analizą metanowości objęte zostały okresy odpowiadające prowadzonej eksploatacji ścian w roku 2013 r. W tabeli 24.1 podano ponadto informacje dotyczącą analizowanych okresów czasu eksploatacji, zastosowanego układu przewietrzania ściany, wielkości wydatku powietrza w rejonie oraz wybiegu ścian, która częściowo może być wskaźnikiem związanym z długością kompleksu zrobów.

Tabela 24.1 Zbiorczy bilans metanowości dla 14 czynnych ścian eksploatowanych w 2013 r.

| Nr ściany | Analizowany okres czasu w roku 2013 | Średnia metanowość wentylacyjna | Średnie ujęcie metanu | Średnia metanowość bezwzględna | Sposób przewietrzania | Wydatek powietrza | Wybieg ściany |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------|
| | (od m-c do m-c) | m^3/min | m^3/min | m^3/min | | - | |
| 1 | 01-12 | 10,3 | 4,0 | 14,3 | U | 2100 | 1410 |
| 2 | 01-12 | 1,6 | 0,0 | 1,6 | U | 1150 | 570 |
| 3 | 07-12 | 1,5 | 0,0 | 1,5 | U | 1200 | 595 |
| 4 | 01-12 | 15,1 | 17,6 | 32,7 | Y | 1000 + 900 | 960 |
| 5 | 06-12 | 8,7 | 0,0 | 8,7 | U | 1510 | 420 |
| 6 | 05-12 | 0,9 | 0,0 | 0,9 | U | 1600 | 160 |
| 7 | 02-12 | 5,1 | 2,6 | 7,7 | U | 1040 | 1210 |
| 8 | 01-07 | 5,9 | 0,0 | 5,9 | U | 1120 | 1065 |
| 9 | 01-12 | 4,1 | 1,4 | 5,5 | U | 1030 | 777 |
| 10 | 08-12 | 2,0 | 0,9 | 2,9 | U | 1100 | 1030 |
| 11 | 01-09 | 4,2 | 1,4 | 5,6 | U | 990 | 800 |
| 12 | 01-11 | 4,1 | 0,0 | 4,1 | U | 1600 | 555 |
| 13 | 01-12 | 5,7 | 2,6 | 8,3 | U | 1150 | 1035 |
| 14 | 01-12 | 4,5 | 1,6 | 6,1 | U | 1040 | 850 |

24.3 ZASADY OCENY ZAGROŻENIA METANOWEGO W REJONACH EKSPLOATOWANYCH ŚCIAN

Analiza stanu zagrożenia w ścianach może być dokonana w oparciu o analizę dynamiki zarejestrowanych wartości stężenia metanu w wyrobiskach lub w oparciu o analizę wskaźników stanu zagrożenia metanowego. Analiza zarejestrowanych przebiegów czasowych zmian stężenia metanu w wyrobiskach najczęściej jest łatwa w interpretacji, ponieważ przekroczenie wartości progowej stężenia metanu 1,5% lub 2% świadczy jednoznacznie o wstąpieniu zagrożenia.

Niestety analiza ta ograniczona jest do wybranych miejsc z zainstalowaną metanometrią automatyczną. Z kolei analiza stanu zagrożenia metanowego w ścianach, oparta na analizie wrażliwości wstępnie zdefiniowanych wskaźników charakteryzujących stan zagrożenia metanowego – częściowo bazuje na założeniach teoretycznych. Do analizy i oceny stanu zagrożenia metanowego zdefiniowany został wskaźnik zagrożenia k_{KW} jako stosunek metanowości wentylacyjnej Q_{we} do metanowości kryterialnej V_{KR} [4]:

$$k_{KW} = \frac{Q_{we}}{V_{KR}} = \frac{Q_c \cdot (1-E)}{V_{KR}} \quad (24.4)$$

gdzie:

Q_c – metanowość bezwzględna całkowita ściany, m^3CH_4/min ,

E – rzeczywista efektywność odmetanowania eksploatacyjnego ściany, %

V_{KR} – metanowość kryterialna dla ściany, m^3/min (wg poniższego wzoru):

$$V_{KR} = \frac{V_p \cdot c_m \cdot k}{100 \cdot n} + \frac{V_L \left(\frac{c_m}{n} - c_p \right)}{100 - \frac{c_m}{n}} - V_{D(CH_4)} \quad (24.5)$$

gdzie:

V_p – objętościowy wydatek powietrza przepływający przez ścianę, m^3/min

V_L – objętościowy wydatek powietrza doświeżający wylot ze ściany lutiociągami pomocniczym (ściany U) lub wydatek doświeżający ścianę (sposób Y), m^3/min

c_m – dopuszczalna zawartość metanu w wylotowym prądzie powietrza, $c_m = 1,5\%$

c_p – zawartość metanu w prądzie doświeżającym,

k – współczynnik określający nierównomierność rozkładu prędkości w ścianie, $k=0,85$

n – współczynnik określający nierównomierność wydzielania metanu, $n=1,55$

$V_{D(CH_4)}$ – ilość metanu dopływająca do ściany z innych źródeł z prądem powietrza, m^3/min .

Wskaźnik stanu zagrożenia metanowego k_{KW} uwzględnia zatem kompleksowo emisję metanu do środowiska ściany tzw. metanowość bezwzględną całkowitą, środki profilaktyki metanowej tj. intensywność przewietrzania ściany, odmetanowanie górotworu jak również takie czynniki jak nierównomierność rozkładu prędkości powietrza w ścianie i nierównomierność wydzielania metanu oraz ilość metanu dopływającego do ściany z innych źródeł z prądem powietrza. Wzrost wartości wskaźnika świadczy o wysokim zagrożeniu metanowym. Można przyjąć, że przekroczenie przez wskaźnik k_{KW} wartości 1 oznacza występowanie w ścianie bardzo wysokiego stanu zagrożenia metanowego. Szczegółowa klasyfikacja dotycząca stanu zagrożenia metanowego w ścianach w oparciu o wartość kryterium k_{KW} podana została w tabeli 24.2 [7].

Tabela 24.2 Klasyfikacja stanu zagrożenia metanowego w ścianach w oparciu o wartość miernika k_{KW}

| Wartość miernika stanu zagrożenia metanowego dla ścian, k_{KW} , | Poziom stanu zagrożenia metanowego w ścianie |
|--|--|
| $\geq 1,0$ | Ściany niebezpieczne, bardzo wysoki stan zagrożenia metanowego |
| [0,8-1,0) | Wysoki stan zagrożenia metanowego |
| [0,5-0,8) | Umiarkowany stan zagrożenia metanowego |
| [0,2-0,5) | Niski stan zagrożenia metanowego |
| $< 0,2$ | Brak zagrożenia |

W tabeli 24.3 podane zostały wartości wskaźnika k_{KW} dla 14 ścian wyznaczone na

podstawie uśrednionych wartości parametrów z całego okresu aktywności ścian.

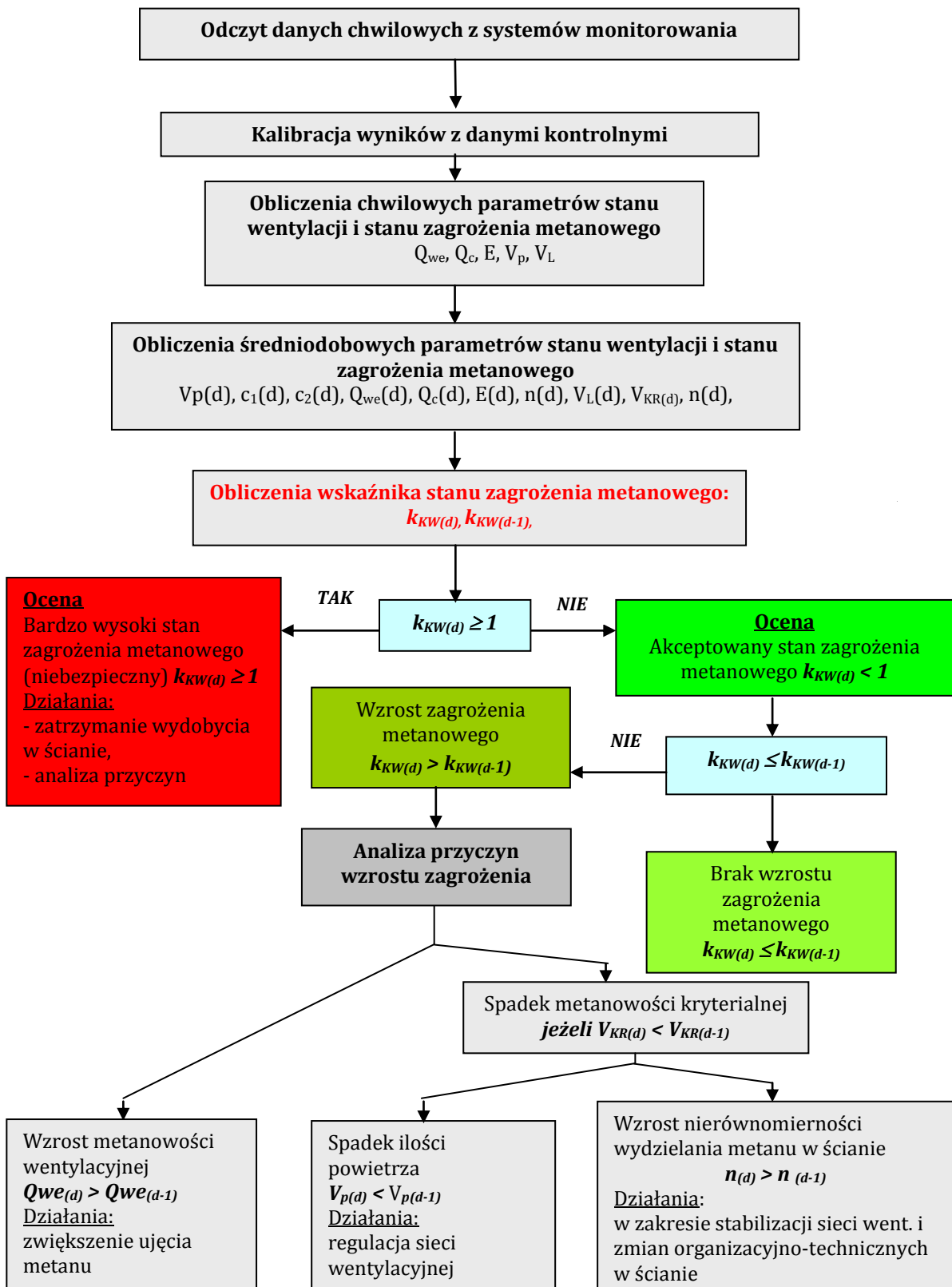
Tabela 24.3 Wartości uśrednione parametrów stanu zagrożenia metanowego z okresów aktywności ścian w roku 2013

| Nr ściany | Q_c <i>m³/min</i> | Q_{we} <i>m³/min</i> | E | V_p <i>m³/min</i> | V_{KR-O} <i>m³/min</i> | Wskaźnik k_{KW} |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------------------------|--|-------------------|
| - | | | - | | | - |
| 1 | 14,3 | 10,3 | 0,29 | 1440 | 23,6 | 0,61 |
| 2 | 1,6 | 1,6 | 0,0 | 1100 | 9,0 | 0,17 |
| 3 | 1,5 | 1,5 | 0,0 | 1200 | 9,9 | 0,15 |
| 4 | 32,7 | 15,1 | 0,54 | 900 | 37,2 | 0,88 |
| 5 | 8,7 | 8,7 | 0,0 | 1510 | 12,4 | 0,71 |
| 6 | 0,9 | 0,9 | 0,0 | 1600 | 13,2 | 0,07 |
| 7 | 7,7 | 5,1 | 0,34 | 1040 | 12,9 | 0,60 |
| 8 | 5,9 | 5,9 | 0,0 | 1120 | 9,2 | 0,64 |
| 9 | 5,5 | 4,1 | 0,25 | 1030 | 11,4 | 0,48 |
| 10 | 2,9 | 2,0 | 0,31 | 1100 | 13,1 | 0,22 |
| 11 | 5,6 | 4,2 | 0,25 | 990 | 10,9 | 0,52 |
| 12 | 4,1 | 4,1 | 0,0 | 1600 | 13,2 | 0,31 |
| 13 | 8,3 | 5,7 | 0,31 | 1150 | 13,8 | 0,60 |
| 14 | 6,1 | 4,5 | 0,26 | 1040 | 11,6 | 0,53 |

Z przeprowadzanej analizy stanu zagrożenia metanowego w oparciu o metodę porównania wartości wskaźnika k_{KW} dla ścian wynika, że najwyższe zagrożenie metanowe [0,8-1,0) występuje w ścianie nr 4. Ściana ta z uwagi na zastosowany układ przewietrzania możliwa była do prowadzenia w warunkach wysokiego zagrożenia metanowego. Z analizy wartości wskaźnika można stwierdzić, że ściany nr 1, 5, 7, 8, 11, 13 i 14 należą do grupy ścian o umiarkowanym zagrożeniu metanowym. Dla nich wartość wskaźnika zawiera się w przedziale 0,5-0,8. Pozostałe ściany prowadzone są w warunkach niskiego zagrożenia metanowego lub jego braku.

24.4 OPRACOWANIE ALGORYTMU DO OCENY I WIZUALIZACJI ZAGROŻENIA METANOWEGO W REJONIE ŚCIANY

Algorytm prognozy i wizualizacji zagrożenia metanowego oparty został na wyznaczeniu średniodobowej wartości wskaźnika stanu zagrożenia metanowego $k_{KW(d)}$. Algorytm poglądowo przedstawiony został na schemacie blokowym (rys. 24.4). Według schematu wyznaczenie wartości wskaźnika $k_{KW(d)}$ wymaga między innymi odczytu danych chwilowych z systemów monitorowania, głównie z systemów metanometrii i anemometrii automatycznej tj. stężenie metanu na wlocie do ściany (c_1), na wylocie z rejonu ściany (c_2), prędkości powietrza w chodnikach przyścianowych (w_1, w_2), wielkości ujęcia metanu z automatycznego czujnika wysokiej koncentracji metanu w rurociągu metanowym (Q_o). Wyniki wskazań czujników rejestrujących takich parametrów jak stężenie metanu w powietrzu jak i koncentracja metanu w rurociągu metanowym wymagają okresowej kontroli, natomiast wskazania prędkości powietrza okresowej kalibracji w wydatkiem powietrza.



Rys. 24.4 Algorytm prognozy i wizualizacji zagrożenia metanowego oparty na średniodobowej wartości wskaźnika stanu zagrożenia metanowego $k_{KW}(d)$.

Na podstawie skalibrowanych wielkości mierzonych możliwe jest obliczanie

chwilowych parametrów stanu wentylacji tj. wydatek powietrza w ścianie (V_p), wydatek doświeżający (V_L) oraz chwilowych parametrów stanu zagrożenia metanowego tj. metanowość wentylacyjna (Q_{we}), metanowość bezwzględna całkowita (Q_c), efektywność odmetanowania (E). W kolejnym kroku, w oparciu o wartości chwilowe, wykonywane są obliczenia wartości średniodobowych w/w parametrów oraz dodatkowo współczynnika nierównomierności wydzielania metanu $n_{(d)}$ (zgodnie ze wzorem 26.6) i na jego podstawie kryterialnej metanowości bezwzględnej $V_{KR(d)}$ (wg wzoru 24.5).

$$n_{(d)} = c_{1max}/c_{1(d)} \quad (24.6)$$

gdzie:

c_{1max} – maksymalne stężenie metanu zarejestrowane na wylocie z rejonu w okresie ostatnich 24 h w %,

$c_{1(d)}$ – średniodobowe stężenie metanu z zarejestrowanych wartości na wylocie z rejonu z okresu ostatnich 24 h w %.

W algorytmie, ocena zagrożenia metanowego bazuje na wyznaczeniu średniodobowej wartości wskaźnika stanu zagrożenia metanowego $k_{KW(d)}$ i porównaniu jej z wartością graniczną 1. Przyjęto, że w przypadku gdy wartość wskaźnika jest większa bądź równa wartości granicznej, to stan zagrożenia metanowego w ścianie oceniony zostanie na bardzo wysoki a nawet niebezpieczny uniemożliwiający prowadzenie eksploatacji w ścianie. Taka sytuacja wymagać będzie czasowego zatrzymania wydobywania w ścianie aż do momentu obniżenia zagrożenia. Założono, że stan zagrożenia metanowego w ścianie może zostać zaakceptowany jedynie w przypadku gdy wartość wskaźnika jest mniejsza od wartości granicznej. Wymagane jest dodatkowo określenie tendencji jego zmian w czasie.

Niekorzystna sytuacja może wystąpić, gdy aktualna średniodobowa wartości wskaźnika stanu zagrożenia metanowego $k_{KW(d)}$ jest wyraźnie wyższa od wartości średniodobowej z dnia poprzedniego $k_{KW(d-1)}$, co jednoznacznie wskazuje na wzrost zagrożenia metanowego ($k_{KW(d)} > k_{KW(d-1)}$). W tym przypadku konieczne jest zidentyfikowanie źródła przyczyn np. wzrostu metanowości wentylacyjnej lub/i spadku metanowości kryterialnej, która z kolei wynika ze spadku intensywności przewietrzania lub/i ze wzrostu nierównomierności wydzielania metanu, gdy $n_{(d)} < n_{(d-1)}$. W przypadku spadku ilości powietrza w rejonie, należy oczywiście przeprowadzić regulację sieci tak aby przywrócić pierwotną intensywność przewietrzania rejonu ściany. Natomiast przy wzroście nierównomierności wydzielania metanu (współczynnik n) wskazane jest podjęcie dodatkowych działań organizacyjno-technicznych wpływające na technologię wydobywania w ścianie lub poprawę stabilności przewietrzania rejonu.

W przypadku spadku ilości powietrza w rejonie, należy oczywiście przeprowadzić regulację sieci tak aby przywrócić pierwotną intensywność przewietrzania rejonu ściany. Natomiast przy wzroście nierównomierności wydzielania metanu (współczynnik n) wskazane jest podjęcie dodatkowych działań organizacyjno-technicznych wpływające na technologię wydobywania w ścianie (I) lub poprawę stabilności przewietrzania rejonu (II).

- I. *Działania organizacyjno-techniczne wpływających na technologię wydobycia w ścianie:*
 - wydłużenie w czasie cyklu urabiania kombajnem,
 - zmniejszenie wielkości zaboru organem urabiającym,
 - naprzemienne urabianie w ścianie np. co drugą zmianę wydobywczą,
 - zmniejszenie prędkości posuwu kombajnu przy dojeżdżaniu nim do chodnika wentylacyjnego na odległość mniejszą od 30 m,
- II. *Działania wpływające na poprawę stabilności przewietrzania rejonu:*
 - zwiększenie niezawodności działania regulatorów rozptywu powietrza np. przez dublowanie tam spięciowych, blokady otwarcia śluz, dodatkowe zabezpieczenie przed uszkodzeniem, wyeliminowanie lub ograniczenie wystąpienia potencjalnych czynników mających wpływ na ich pracę (np. zmiana dróg transportu),
 - monitoring pracy śluz wentylacyjnych np. przez ich ocujnikowanie w systemie automatycznym,
 - zainstalowanie w rejonie czujników ciśnienia bezwzględnego do analizy zmian wartości ciśnienia w rejonie zrobów,
 - utrzymywanie rezerwy wentylacyjnej, która w razie potrzeby może być szybko uruchomiona,
 - zwiększenie niezawodności pracy pomocniczych urządzeń wentylacyjnych w rejonie.

24.5 WNIOSKI

1. Ocena zagrożenia metanowego w rejonie ściany eksploatowanej w kopalniach węgla powinna być oparta na bilansie metanowo-wentylacyjnym, który uwzględnia zarówno wydzielanie metanu do środowiska ściany, jak i rzeczywiste warunki wentylacyjne w rejonie.
2. Dla oceny stanu zagrożenia metanowego zaproponowano wskaźnik k_{KW} , stanowiący stosunek metanowości wentylacyjnej do kryterialnej metanowości bezwzględnej, powyżej której zwalczanie zagrożenia środkami wentylacyjnymi jest niewystarczające.
3. Wykorzystany wskaźnik jest wskaźnikiem kompleksowym, który uwzględnia zarówno emisję metanu do środowiska ściany, środki profilaktyki metanowej jak również takie czynniki jak nierównomierność rozkładu prędkości powietrza w ścianie i nierównomierność wydzielania metanu oraz ilość metanu dopływającego do ściany z innych źródeł z prądem powietrza. Wzrost wartości wskaźnika informuje o wzroście zagrożenia metanowego. Można przyjąć, że przekroczenie przez wskaźnik k_{KW} wartości 1 oznacza występowanie w ścianie bardzo wysokiego stanu zagrożenia metanowego.
4. Z przeprowadzanej analizy stanu zagrożenia metanowego w oparciu o metodę porównania wartości wskaźnika k_{kw} dla analizowanych 14 ścian wynika, że

- najwyższa wartość wskaźnika ($k_{KW} = 0,88$) występuje w ścianie nr 4, co klasyfikuje ją do ścian o wysokim poziomie zagrożenia metanowego.
5. Opracowany algorytm prognozy i wizualizacji zagrożenia metanowego oparty został na wielkości średniodobowej wskaźnika stanu zagrożenia metanowego $k_{KW(d)}$. Według algorytmu wyznaczenie wartości wskaźnika $k_{KW(d)}$ wymaga między innymi wstępnego odczytu danych chwilowych z systemów monitorowania, głównie z systemów metanometrii i anemometrii automatycznej, kalibracji danych z wynikami pomiarów kontrolnych, obliczenia chwilowych i średniodobowych parametrów stanu wentylacji i stanu zagrożenia metanowego. Założono, że ocena zagrożenia metanowego będzie bazować na wyznaczeniu średniodobowej wartości wskaźnika stanu zagrożenia metanowego $k_{KW(d)}$ i porównaniu go z wartością graniczną 1. Przyjęto, że w przypadku gdy wartość wskaźnika jest większa bądź równa wartości granicznej, to stan zagrożenia metanowego w ścianie oceniony zostanie na bardzo wysoki a nawet niebezpieczny uniemożliwiający prowadzenie dalszej eksploatacji w ścianie. W algorytmie prognozy i wizualizacji zagrożenia podano również warunki wskazujące na zmianę stanu zagrożenia (wzrost lub spadek) oraz wyszczególniono listę działań organizacyjno-technicznych jakie powinny być podjęte w celu obniżenia zagrożenia metanowego.

Podziękowania

Badania te były wspierane przez Fundusz Badawczy Węgla i Stali (RFC ACT-2012-00004) w ramach kontraktu nr 2730 / FBUS / 2013/2

LITERATURA

1. B. Kozłowski, Prognozowanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego. Wyd. "Śląsk", Katowice 1972.
2. E. Krause, K. Łukowicz, Dynamiczna prognoza metanowości bezwzględnej ścian (poradnik techniczny). Instrukcja nr 14. GIG, Katowice 2000.
3. E. Krause, Ocena poziomu zagrożenia metanowego w środowisku projektowanych i eksploatowanych ścian w pokładach metanowych. Wiadomości Górnicze 7/2003.
4. E. Krause, K. Łukowicz, Zasady prowadzenia ścian w warunkach zagrożenia metanowego. Instrukcja nr 17 GIG. GIG. Katowice 2004.
5. K. Noack, P. Hubig, Die Methanabgasung im bundesdeutschen Steinkohlenbergbau 1975. Glueckauf. Zeitschrift fuer Technik und Wirtschaft des Bergbaus. Sonderabdruck aus Jahrgang 112 (1976). S.1374-1380. Nr. 24. 1976.
6. K. Noack, Grubengasabsaugung aus dem Liegenden von Abbaubetrieben. Glueckauf. Zeitschrift fuer Technik und Wirtschaft des Bergbaus. Sonderabdruck aus Jahrgang 116 (1980). S.705-712. Nr. 14. 1980.
7. K. Wierziński, Załącznik nr 4 do sprawozdania merytorycznego z realizacji projektu badawczego N N524 3381 40. pt. „Identyfikacja niebezpiecznych stref metanu w rejonach ścian przewietrzanych w układzie na U po caliznie węglowej”.
8. K. Winter, Gasabsaugung. Verfahren zur Verringerung des Gaszustroms zum Wetterstrom durch Absaugung von Grubengas aus dem gebauten Floez (Grundaugasung) und aus den beeinflussten hangenden und liegenden Floezen

(Zusatzausgasung). Sonderdruck aus "BERGBAU", Zeitschrift des Ringes ehemaliger Bergschueler e. V. Nr. 9/1958.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2016

dr inż. Henryk Koptoń, dr inż. Krystian Wierziński
GIG – Kopalnia Doświadczalna „Barbara”
Podleska 72, 43-190 Mikołów, Polska
e-mail: hkopton@gig.eu; kwierzbinski@gig.eu

ANALIZA WENTYLACYJNO-METANOWA, JAKO NARZĘDZIE DLA BIEŻĄCEJ OCENY POZIOMU ZAGROŻENIA METANOWEGO W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie: W referacie przedstawiono wybrane wyniki badań przeprowadzonych w ramach realizacji w Głównym Instytucie Górnictwa w latach 2012-2015 projektu AVENTO, finansowanego z Funduszu Badawczego Węgla i Stali (RFCS). Jednym z celów projektu było opracowanie zasad i przeprowadzenie bilansów wentylacyjno-metanowych dla rejonów wytypowanych czynnych ścian w oparciu o dane zarejestrowane przez czujniki metanometryczne i czujniki prędkości powietrza wentylacyjnego. Do oceny stanu zagrożenia metanowego zaproponowano wskaźnik, stanowiący stosunek metanowości wentylacyjnej do metanowości kryterialnej. Wzrost wartości wskaźnika wskazuje na wzrost zagrożenia metanowego. W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań bilansowania metanu opracowany został algorytm do oceny i wizualizacji zagrożenia metanowego w rejonach czynnych ścian.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, górnictwo, wentylacja, zagrożenie metanowe, analiza, ocena

METHANE AND VENTILATION ANALYSIS, AS A TOOL FOR THE ONGOING ASSESSMENT OF THE LEVEL OF METHANE HAZARD IN COAL MINES

Abstract: The paper presents selected results of the research conducted in the framework of the AVENTO project, funded by the Research Fund for Coal and Steel (RFCS). one of the objectives of this project was to develop the principles and conduct ventilation-methane balances for the operated longwalls areas based on the data registered by the automatic methane sensors and the velocity of the ventilating air. For methane hazard assessment an indicator was proposed, which is the ratio of the ventilation methane bearing capacity to the criteria methane bearing capacity. Increase of this indicator indicates an increase of methane hazard level. Based on the results of the research of methane-ventilation balancing an algorithm for assessment and visualization of methane hazard in the areas of the active longwalls was developed.

Key words: safety, mining, ventilation, methane hazard, analysis, assessment