

Wyłączenie przewietrzania kopalni Ruch „Anna” – symulacja numeryczna

WACŁAW DZIURZYŃSKI, JERZY KRAWCZYK, TERESA PAŁKA, ANDRZEJ KRACH

Instytut Mechaniki Górotworu PAN; ul. Reymonta 27, 30-059 Kraków

Streszczenie

Przedstawiono wyniki symulacji przepływu mieszaniny powietrza i metanu w wyrobiskach kopalni Rydułtowy-Anna dla Ruchu Anna podczas końcowego etapu likwidacji wyrobisk kopalni Anna. Ta faza likwidacji kopalni obejmowała postawienie tam w wyrobisku łączącym Ruch Anna z Ruchem Rydułtowy oraz na wyłączeniu wentylatora na szybie Ryszard z równoczesnym otamowaniem szybów wdechowych Chrobry I i II. Przedstawiono zmiany w rozplywie powietrza i rozkładzie stężenia metanu. Symulacja potwierdziła przydatność programu komputerowego VentGraph do analizy stanu atmosfery w otamowanych wyrobiskach likwidowanej kopalni Anna.

Słowa kluczowe: likwidacja kopalni, tamowanie wyrobisk, wyłączenie wentylatora, wentylacja naturalna

1. Wprowadzenie

Interesującym zagadnieniem jest podjęcie próby zastosowania systemu programów komputerowych *Ventgraph* [Pritchard, 2010; Dziurzyński i in., 2013] do wyznaczenia rozplywu powietrza i metanu w likwidowanej części kopalni Rydułtowy-Anna Ruch II „Anna” przez otamowanie szczelnymi korkami zlokalizowanymi na szymbach wdechowych i wdechowych i wyrobisku połączeniowym z Ruchem Rydułtowy.

Kopalnia zespólona „Rydułtowy-Anna” składa się z Ruchu I (Rydułtowy) i Ruchu II (Anna). Aktualnie sieci wentylacyjne obu ruchów górniczych połączone są jednym wyrobiskiem podziemnym „upadową odwadniającą R w p. 713/1-2”. Oba Ruchy stanowią oddzielne sieci wentylacyjne, przy czym Ruch Anna eksploatuje ostatnią ścianę R-15 w pokładzie 713. Na rysunku 1 pokazano schemat graficzny struktury połączeń kopalni zespólonej „Rydułtowy – Anna”:

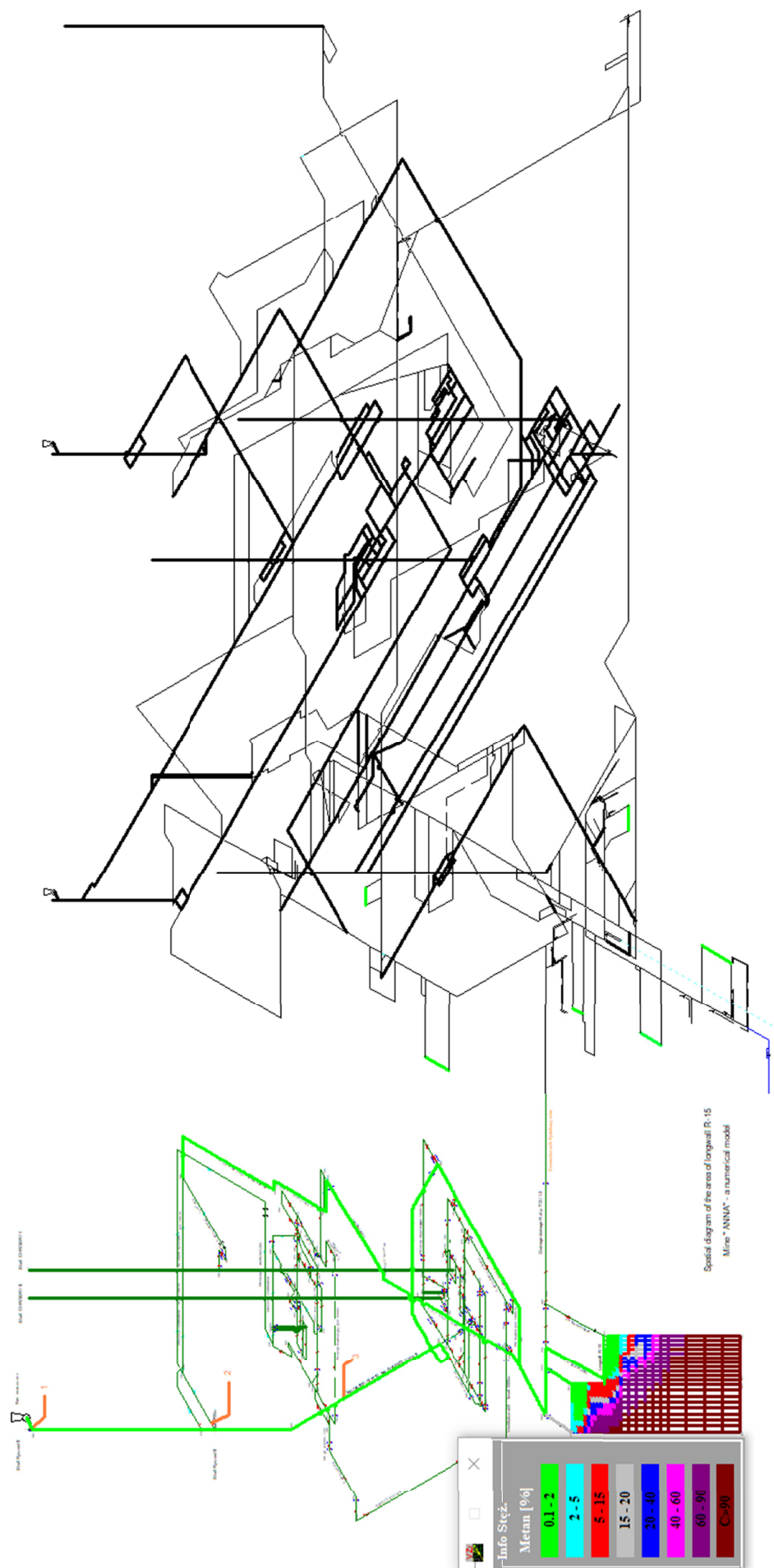
Ruch I, dawna kopalnia „Rydułtowy” posiada 6 szybów w tym:

- 2 szyby wydechowe (Powietrzny I, Powietrzny V),
- 4 szyby wdechowe (Leon II, Leon III, Leon IV i Głowacki).

Ruch II, dawna kopalnia „Anna” posiadała 5 szybów w tym:

- 2 szyby wydechowe (Ryszard II i Jedłownik III),
- 3 szyby wdechowe (Chrobry I i Chrobry II i Jan).

Rozpatrywana będzie sytuacja w przewietrzaniu kopalni Anna, która jest w procesie postępującej likwidacji wielu wyrobisk górniczych. Aktualnie kopalnia eksploatuje jedną ścianę R-15, do której dopływa $7,2 \text{ m}^3/\text{min}$ metanu. Do eksploatowanej ściany R-15 w pokładzie 713/1-2 powietrze doprowadzane jest od strony kopalni Rydułtowy, powietrze zużyte odprowadzane jest na szymb Ryszard. Kopalnia Ruch II „Anna” posiada jeden szymb wentylacyjny Ryszard II i dwa szyby wdechowe Chrobry I i Chrobry II doprowadzający powietrze do przewietrzania komór funkcyjnych kopalni.



Ruch Rydułtowy

Ruch Anna – wyrobiska przeznaczone
do likwidacji,
linie kolorowe – rozkład stężenia metanu

Rys. 1. Schemat wentylacyjny połączeń wyrobisk kopalni Rydułtowy-Anna

2. Symulacja rozprywu powietrza i metanu – ograniczenie przepływu powietrza

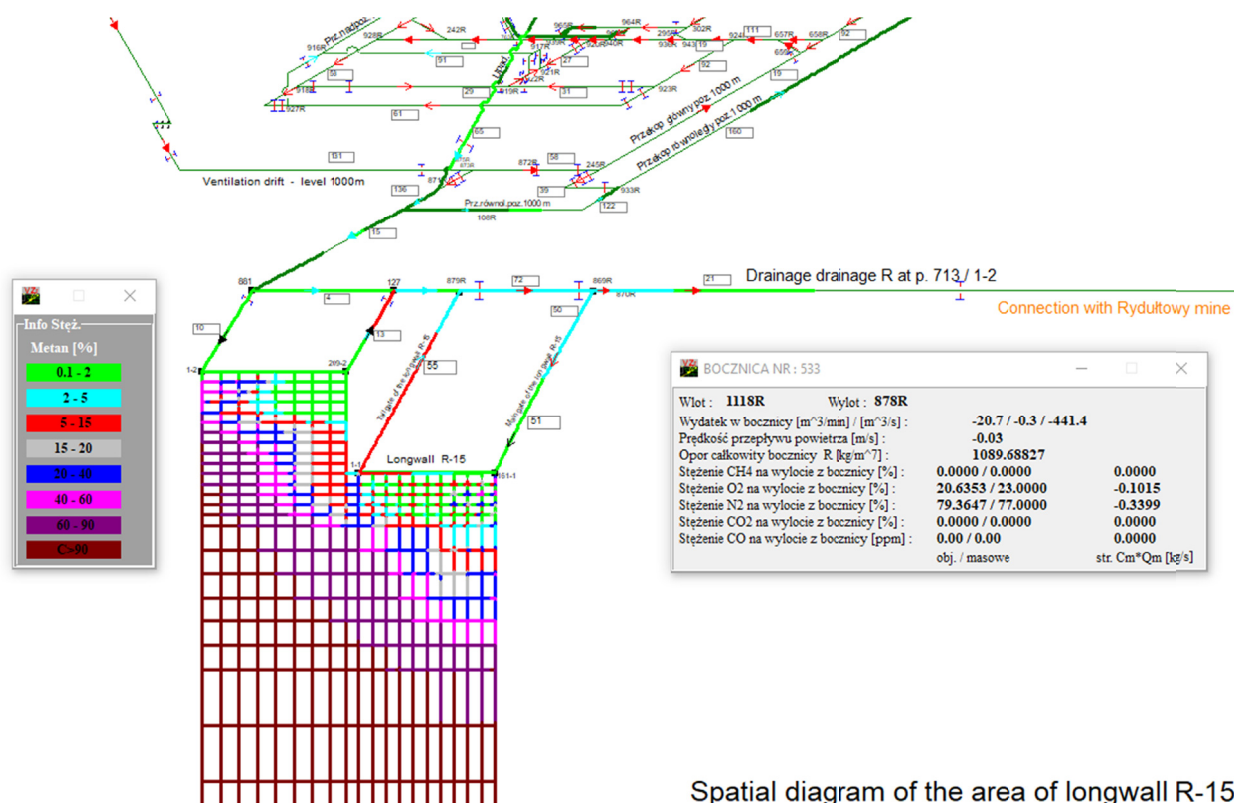
Z uwagi na ciągły dopływ metanu ze zrobów do rejonu ściany symulację rozprywu powietrza i metanu w sieci wentylacyjnej prowadzono w pętli czasowej z zastosowaniem modułu **Symulacja**, systemu **Vent-graph** [Dziurzyński i in., 2013]. Prezentację uzyskanych wyników symulacji pokazano w postaci graficznej, w kolejnych chwilach czasowych trwania procesu ograniczenia przepływu powietrza w sieci wyrobisk. Na rysunku 1 pokazano rozpryw powietrza i metanu dla stanu przed wylączeniem wentylatora na szybie Ryszard oraz przed otamowaniem wlotów do kopalni. Z lewej strony rysunku znajduje się sieć wyrobisk kopalni likwidowanej Ruch „Anna”, a z prawej strony rysunku czynna kopalnia Ruch „Rydułtowy”.

Rozpatrzmy następujący scenariusz obliczeń rozprywu powietrza i metanu co wymaga wprowadzenia do modelu numerycznego następujących działań:

- Krok 1 – otamowanie uszczelnienia szybu Ryszard II, opór tamy 1110 [kg/m^7],
- Krok 2 – otamowanie kanału wentylatora szybu Ryszard II, opór tamy 1110 [kg/m^7],
- Krok 3 – otamowanie wlotu do szybu Chrobry I, opór tamy 1110 [kg/m^7],
- Krok 4 – wylączenie wentylatora pracującego na szybie Ryszard II,
- Krok 5 – otamowanie upadowej odwadniającej R w p. 713/1-2, opór tamy 1110 [kg/m^7].

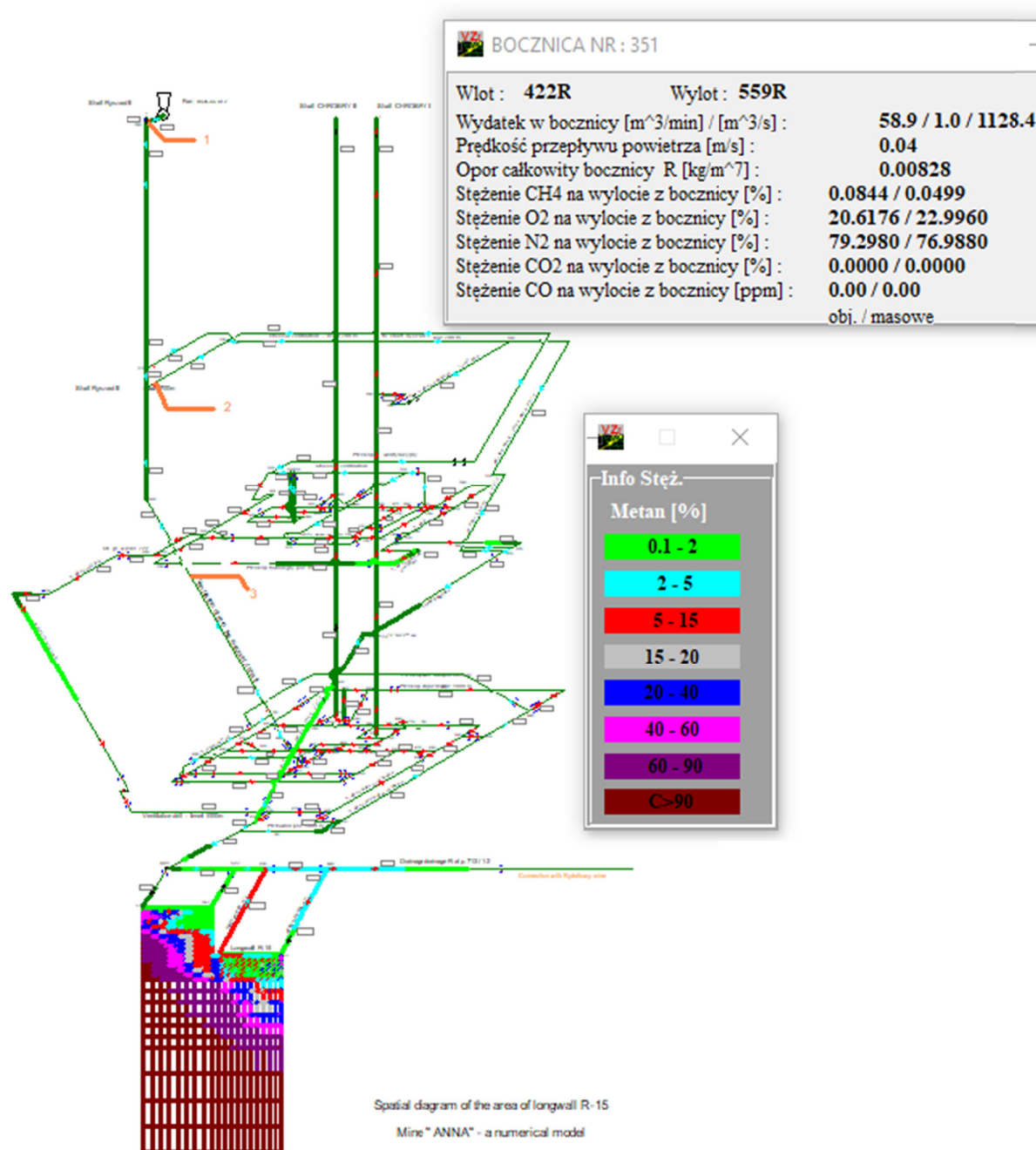
Scenariusz czynności tamowania i wylączenie wentylatora na szybie Ryszard realizowano w ciągu jednej godziny czasu rzeczywistego.

Na rysunku 2 pokazano wynik obliczeń rozprywu powietrza oraz stężenia metanu w rejonie ściany R-15 i wyrobiska połączeniowego z kopalnią Rydułtowy. Pokazane rozwiązanie dotyczy sytuacji 20 minut po wylączeniu wentylatora na szybie Ryszard, przy czym wloty do kopalni (szyb Ryszard i szyb Chrobry I i II oraz upadowa odwadniająca są otamowane). W wyniku tych działań następuje zmiana kierunku przepływu powietrza w wyrobisku łączącym obie kopalnie, jest to upadowa odwadniająca R w p. 713/1-2 i przepływ powietrza odbywa się w kierunku kopalni Rydułtowy (patrz strzałka czerwona Rys. 2). Obliczona ilość powietrza wynosi 20,7 m^3/min , a aktualne stężenie metanu wynosi 2,5% CH_4 . W miarę upływu czasu obserwuje się wzrost stężenia metanu w tym wyrobisku (Rys. 6-8) co jest wywołane dopływem metanu i jego transportem w kierunku kopalni „Rydułtowy”.



Rys. 2. Rozpryw powietrza i metanu po wylączeniu wentylatora na szybie Ryszard, wloty i wyloty otamowane, czas – 2 godziny symulacji

Na rysunku 3 pokazano wynik obliczeń rozplywu powietrza, z którego wynika, że szybem Ryszard II, mimo otamowania wylotu znacznym oporem, wypływa 58,9 m³/min powietrza, stężenie metanu nie przekracza 0,2% CH₄ (Rys. 3).



Rys. 3. Wynik obliczeń rozplywu powietrza, wylot i wlot do kopalni „Anna”, stan otamowany, w bocznicach – rozkład stężenia metanu

Szybem Chrobry I wpływa 36,7 m³/min czystego powietrza (Rys. 4), a szybem Chrobry II wpływa 32,6 m³/min czystego powietrza (Rys. 5). Dopływ czystego metanu do rejonu ściany R-15 wynosi 7.12 m³/min. Wykonany bilans dopływu i wypływu powietrza i metanu z otamowanych wyrobisk kopalni Ruch Anna jest zgodny.

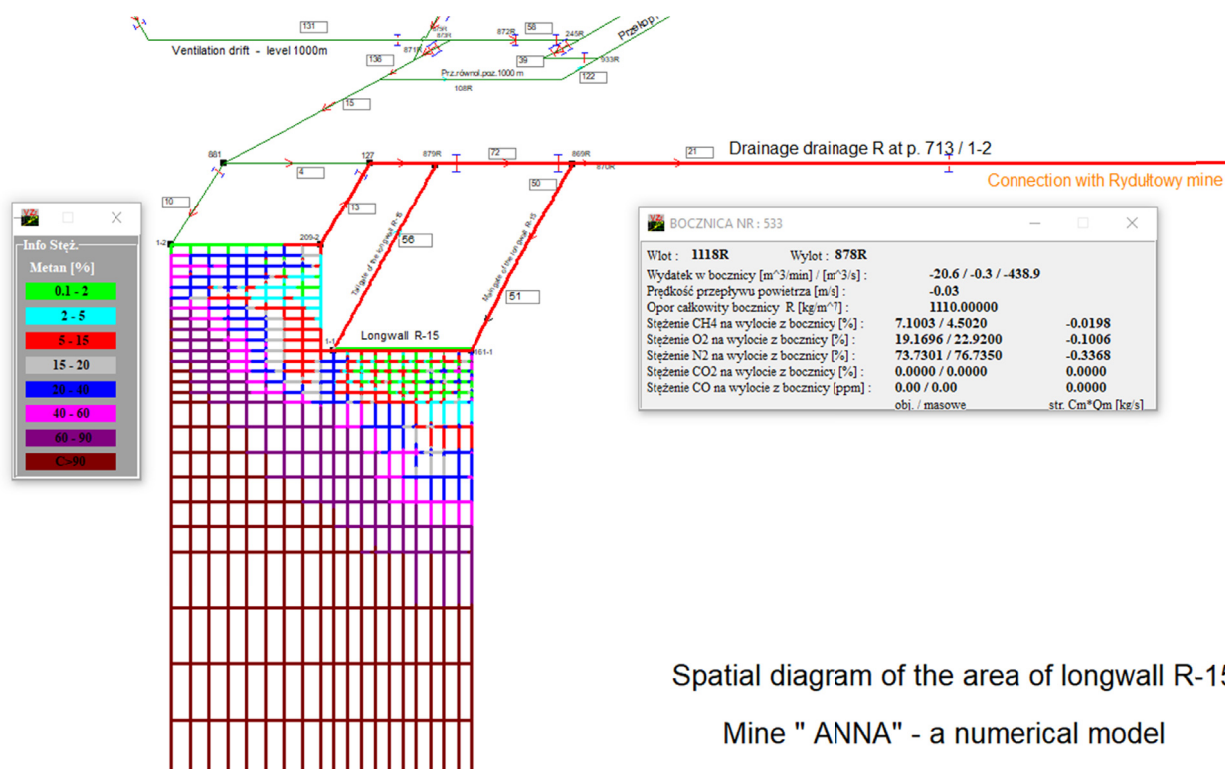
Na rysunku 6 przedstawiono wynik obliczeń rozplywu powietrza i metanu w wyrobiskach w rejonie połączenia z kopalnią Rydułtowy po upływie 1 dnia i 11 godzin od wyłączenia wentylatora.

Następuje dalszy powolny wzrost stężenia metanu w prądzie powietrza dopływającego otamowanym wyrobiskiem połączeniowym z kopalnią Rydułtowy, aktualna wartość stężenia metanu w mieszaninie wynosi 7,8% CH₄.

BOCZNICA NR : 338		
Wlot : 1	Wylot : 25R	
Wydatek w bocznicy [m ³ /min] / [m ³ /s] :		32.6 / 0.5 / 668.7
Prędkość przepływu powietrza [m/s] :		0.02
Opor całkowity bocznicy R [kg/m ⁷] :		1110.00000
Stężenie CH ₄ na wylocie z bocznicy [%] :		0.0000 / 0.0000
Stężenie O ₂ na wylocie z bocznicy [%] :		20.6353 / 23.0000
Stężenie N ₂ na wylocie z bocznicy [%] :		79.3647 / 77.0000
Stężenie CO ₂ na wylocie z bocznicy [%] :		0.0000 / 0.0000
Stężenie CO na wylocie z bocznicy [ppm] :		0.00 / 0.00

Rys. 4. Szyb Chrobry II – ilość powietrza 32,6 m³/min

BOCZNICA NR : 331		
Wlot : 1	Wylot : 24R	
Wydatek w bocznicy [m ³ /min] / [m ³ /s] :		36.7 / 0.6 / 752.3
Prędkość przepływu powietrza [m/s] :		0.03
Opor całkowity bocznicy R [kg/m ⁷] :		840.80161
Stężenie CH ₄ na wylocie z bocznicy [%] :		0.0000 / 0.0000
Stężenie O ₂ na wylocie z bocznicy [%] :		20.6353 / 23.0000
Stężenie N ₂ na wylocie z bocznicy [%] :		79.3647 / 77.0000
Stężenie CO ₂ na wylocie z bocznicy [%] :		0.0000 / 0.0000
Stężenie CO na wylocie z bocznicy [ppm] :		0.00 / 0.00

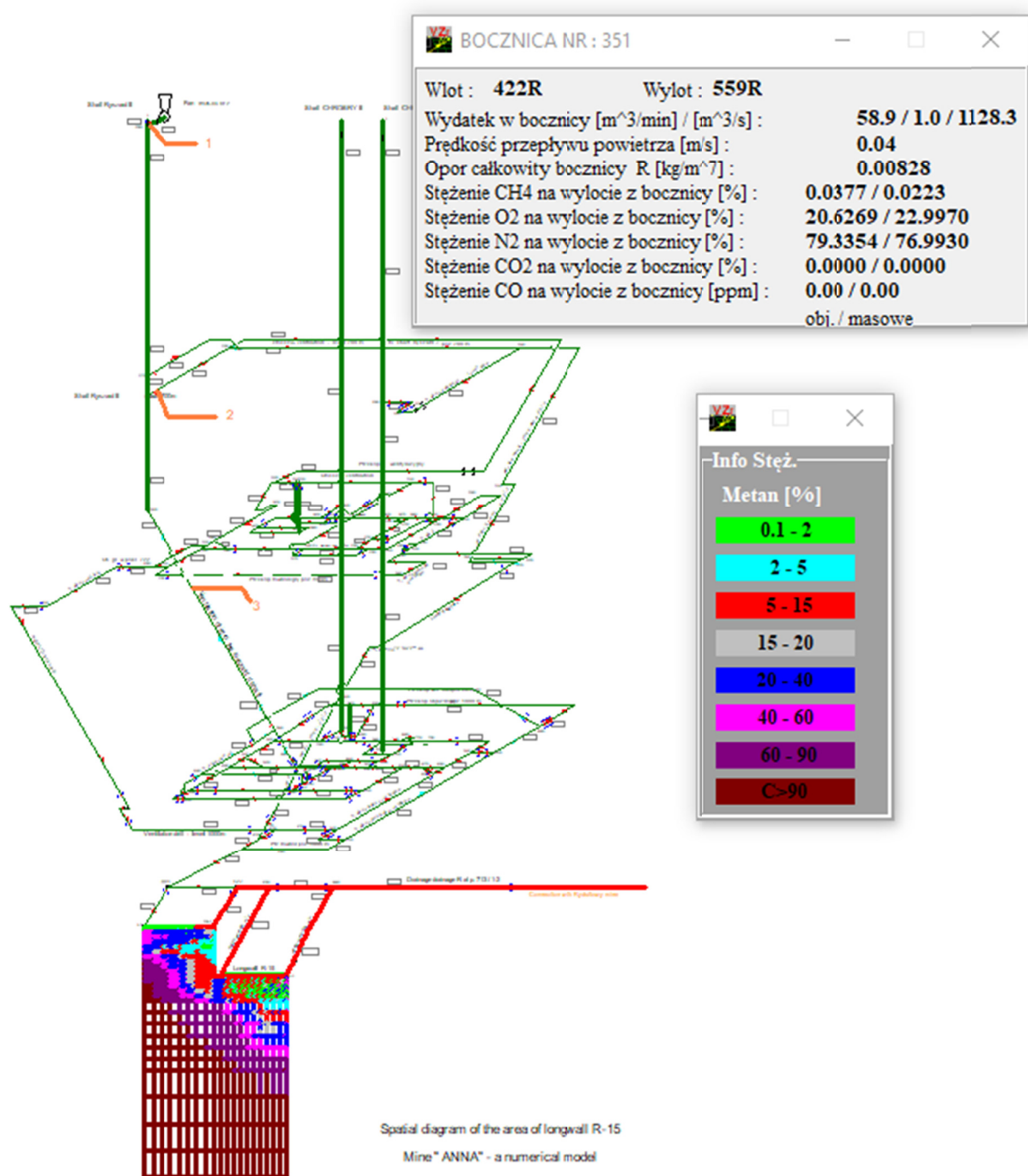
Rys. 5. Szyb Chrobry I – ilość powietrza 36,7 m³/min

Spatial diagram of the area of longwall R-15

Mine "ANNA" - a numerical model

Rys. 6. Wynik obliczeń rozplywu powietrza i metanu w wyrobiskach, połączenie z kopalnią Rydułtowy, stan otamowany, w prostokatach – ilość powietrza w m³/min; w bocznicach – rozkład stężenia metanu,

Na rysunku 7 przedstawiono wynik obliczeń rozplywu powietrza i metanu w wyrobiskach całej otamowanej kopalni Anna po upływie 1 dnia i 14 godzin od wylączenia wentylatora. Następuje dalszy powolny wzrost stężenia metanu w prądzie powietrza dopływającego otamowanym wyrobiskiem połączeniowym z kopalnią Rydułtowy, aktualna wartość stężenia metanu w mieszaninie wynosi 8,2% CH₄.

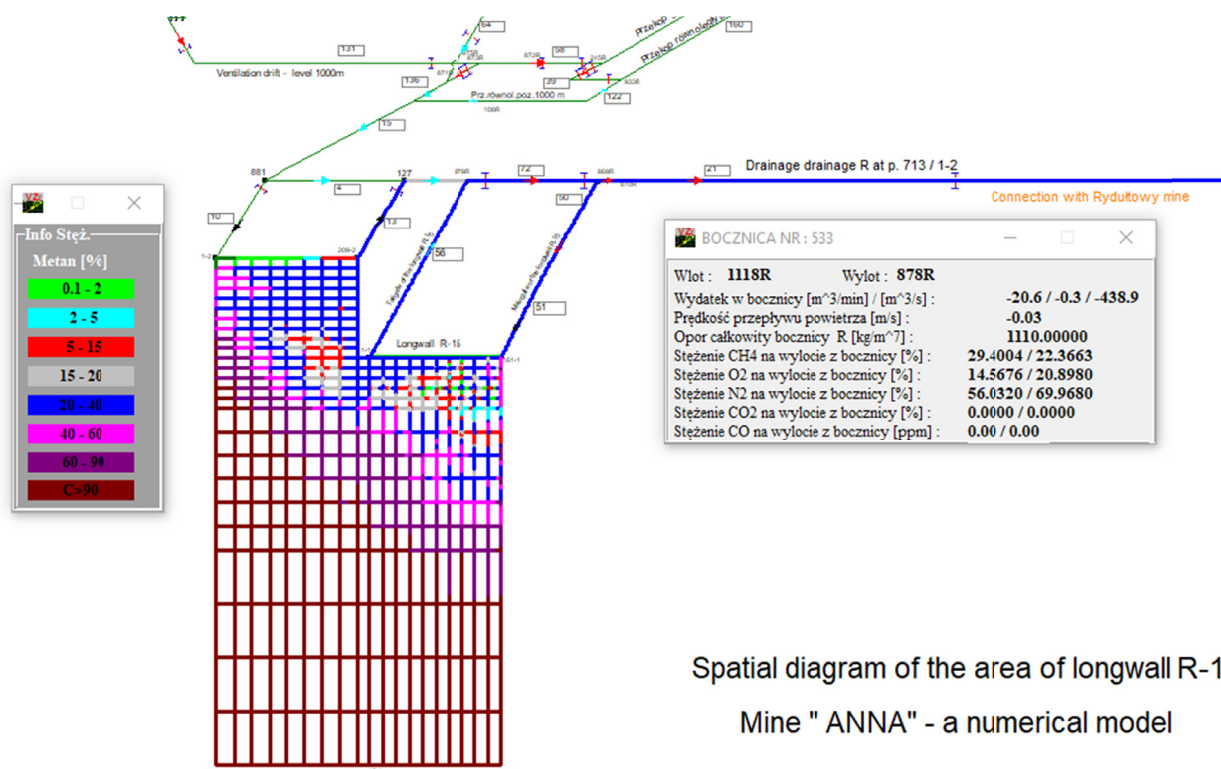


Rys. 7. Wynik obliczeń rozplywu powietrza i metanu w wyrobiskach, kopalni Anna, stan otamowany, w bocznicach – rozkład stężenia metanu; czas symulacji 1 dzień i 14 godzin

Na rysunku 8 przedstawiono wynik obliczeń rozplywu powietrza i metanu w wyrobiskach w rejonie połączenia z kopalnią Rydułtowy po upływie 12 dni i 11 godzin od wyłączenia wentylatora. Następuje dalszy wzrost stężenia metanu w mieszaninie powietrza i metanu dopływającej do kopalni Rydułtowy, aktualna wartość stężenia metanu wynosi 29,4% CH₄.

3. Wnioski

Przygotowano adekwatny do rzeczywistości model numeryczny kopalni „Rydułtowy-Anna” [Dziurzyński i in., 2015] przydatny do analizy ograniczenia przepływu powietrza i metanu i oceny wpływu tych działań na poziom bezpieczeństwa. Wykonane obliczenia symulacji przepływu powietrza w wyrobiskach tamowanej kopalni dla Ruchu Anna w połączeniu z wyłączeniem wentylatora głównego przewietrzania



Rys. 8. Wynik obliczeń rozprywu powietrza i metanu w wyrobiskach, kopalni Anna, stan otamowany, w bocznicach – rozkład stężenia metanu; czas symulacji 12 dni i 11 godzin

na szybie Ryszard potwierdziło tezę o przydatności narzędzia do przedmiotowej analizy jakim jest system programów komputerowych **VentGraph**. System programów komputerowych stwarza możliwość symulacji różnych scenariuszy postępowania, np. w przypadku:

- wieloetapowej likwidacji wyrobisk rejonów eksploatacji,
- zamykania wlotów do kopalni (szybów wdechowych) i ich kolejności oraz wyboru czasu wyłączenia wentylatora głównego przewietrzania.
- uwzględnienie wpływu dopływu metanu na poziom zagrożenia metanowego.

Wraz z możliwością wykonywania analiz aktualnych warunków wentylacyjnych poprzez analizę rozkładów potencjałów [Bystroń, 2001] w aspekcie oceny poziomu zagrożenia pożarowego w zrobach, bardzo istotnym zagadnieniem jest rozpoznanie i kontrola warunków gazowych. Rozpoznanie wymaga kierunku migracji gazów zrobowych wypełniających otamowane kompleksy wyrobisk i znaczne obszary zrobów, stwarzające bezpośrednie zagrożenie dla załogi kopalni, jak również możliwość wypływu metanu na powierzchnię obszaru górniczego likwidowanej kopalni.

W dalszej perspektywie planuje się wykonać wariantowe scenariusze zamykania wlotów (tamowanie, zasypywanie szybów) do kopalni i ograniczenia przepływu powietrza dla ustalonych źródeł dopływu metanu z zlikwidowanych rejonów eksploatacji pokładów i rozległych obszarów zrobów o objętości rzędu milionów metrów sześciennych.

Prezentowany artykuł jest wykonany w ramach projektu MERIDA i finansowany przez Unię Europejską funduszu RFCS oraz przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego RP, nr projektu RFCR-CT-2015-00004

Literatura

Bystroń H., 2001: *An approach to mine ventilation based on the aerodynamic potential of ventilating air treated as a mixture of dry air, water vapour and liquid water droplets*. Proceedings of the International Mine Ventilation Congress. Chapter 1. June 17-22, 2001. Cracow. Katowice. EMAG. Poland, p. 1-8.

- Dziurzyński W., Palka T., Krawczyk J., 2013: *Ventgraph for Windows-Ventilation Engineer's Program System for Analyzing the Ventilation Network under Normal and Emergency Conditions-Simulation of Transient Flow of Air and Fire Gases, Manuals*. Transaction of Strata Mechanics Research Institute: Kraków, Poland, pp. 1-100.
- Dziurzyński W., Palka T., Krach A., 2015: *A reliable method of completing and compensating the results of measurements of flow parameters in a network of headings*. Arch. Min. Sci. 2015, 60, 3-24.
- Pritchard C.J., 2010: *Validation of the Ventgraph program for use in metal/non-metal mines*. Proceedings of the 13th United States/North American Mine Ventilation Symposium, Sudbury, June Canada, 455-462.

Abandonment of the Anna coal mine ventilation network – a numerical simulation

Abstract

The paper is connected with a process of abandonment of the Anna coal mine. Results of a computer simulation of the flow of air and methane mixture in the excavations of the Rydułtowy-Anna mine complex were presented during the final stage of the abandonment of underground workings of the Anna mine subregion. This phase of the mine's liquidation included construction of separating seals in the excavation connecting the Subregion Anna with the Subregion Rydułtowy and stoppage of the fan at the Ryszard shaft with the simultaneous blockage of the inlet shafts Chrobry I and II. Changes in the airflow distribution and distribution of methane concentration are presented. The simulation confirmed the usefulness of the VentGraph computer program to analyze the state of the atmosphere in the sealed excavations of the Anna mine

Keywords: mine abandonment, sealing the workings off, the main ventilation fan stoppage, natural ventilation