

Stanisław TRENCZEK

Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa, Katowice

## Tendencje zmian temperatur powietrza w rejonach eksploatacji podziemowej

### Słowa kluczowe

temperatura pierwotna górotworu, zagrożenie klimatyczne, eksploatacja podziemowa

### Streszczenie

Na wstępie przedstawiono tendencje prowadzenia eksploatacji na coraz głębszych poziomach oraz zidentyfikowano problem eksploatacji podziemowej w takich warunkach. Wskazano na aspekt zagrożenia termicznego, które stanowi coraz większy problem w eksploatacji, a w szczególności przy eksploatacji podziemowej. Określono ogólny zarys bazy danych uzyskanych podczas badań. Pokazano wyniki badań zagrożenia termicznego w aspektach temperatury pierwotnej górotworu oraz temperatury powietrza wylotowego ze ścian w rejonach podziemowej eksploatacji. Omówiono główne zadania, jakie system monitorowania eksploatacji podziemowej powinien posiadać w zakresie swej funkcjonalności.

### 1. Wstęp

Jednym z wyzwań stojących przed zakładami górnictwymi są stale pogarszające się warunki klimatyczne, w tym coraz wyższa temperatura górotworu i powietrza, co jest bezpośrednią przyczyną szczypania płytko zalegających pokładów węgla. Za zwiększającą się głębokością eksploatacji nie nadąża zgłębianie szybów, przez co eksploatacja podziemowa występuje coraz częściej, nie rzadko na znacznych głębokościach. Badania przeprowadzone w kopalniach Kompani Węglowej S.A., Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. i Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. w ramach drugiej części pracy „Zintegrowany system kontrolno-pomiarowy zagrożeń: wentylacyjnego, metanowego i pożarowego, w rejonach ścian wybieranych podziemowo” [4] pokazały, że to tendencja nieodwracalna. Miały one też posłużyć do opracowania koncepcji optymalnego monitorowania oraz zabezpieczania załogi zatrudnionej w rejonach ścian wybieranych podziemowo przed skutkami stanów awaryjnych i krytycznych przewietrzania [3].

### 2. Temperatura powietrza w aspekcie

Przyjęta w obowiązujących przepisach [1] temperatura (mierzona termometrem suchym) dla powietrza kopalnianego 33°C jest granicą temperatur tolerowalnych, a temperatury wyższe

są nietolerowane. W dużym stopniu wysokość temperatury powietrza zależy od temperatury pierwotnej górotworu, stąd też określić można:

- trzy poziomy krytyczne PK dla rejonów z występującą wysoką temperaturą pierwotną górotworu:

- I PK, gdy  $30^{\circ}\text{C} \leq t_{pg} < 35^{\circ}\text{C}$ ,

- II PK, gdy  $35^{\circ}\text{C} \leq t_{pg} < 40^{\circ}\text{C}$ ,

- III PK, gdy  $t_{pg} \geq 40^{\circ}\text{C}$ ,

- trzy poziomy uciążliwości związanej z temperaturą powietrza wylotowego  $t_{pw}$  (mierzoną termometrem suchym):

- poziom akceptowalny, gdy  $t_{pw} < 28^{\circ}\text{C}$ ,

- poziom tolerowalny, gdy  $28^{\circ}\text{C} \leq t_{pw} \leq 33^{\circ}\text{C}$ ,

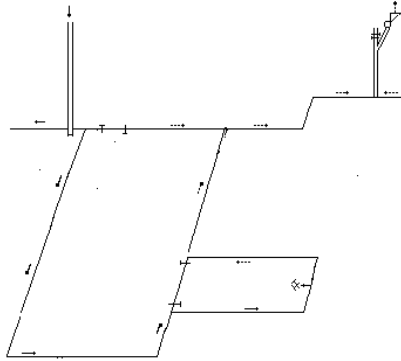
- poziom nietolerowalny, gdy  $t_{pw} > 33^{\circ}\text{C}$ .

Dyskomfort, wynikający z wysokiej temperatury jest znaczny, a przez to i różnica nawet jednego stopnia odgrywa dużą rolę. W odbiorze tego dyskomfortu duże znaczenie mają wilgotność powietrza – im mniejsza, tym lepsza tolerowalność wysokiej temperatury – oraz prędkość powietrza – im większa, tym tolerowalność większa. Wpływ człowieka na te czynniki jest zróżnicowany. Na temperaturę pierwotną górotworu praktycznie żaden, średni na wilgotność, a największy na prędkość powietrza. Istnieją, oczywiście, techniczne środki obniżania temperatury – różnego rodzaju rozwiązania i układy chłodnicze – jednak i w tym przypadku prędkość powietrza ma duże znaczenie na ich skuteczne działanie.

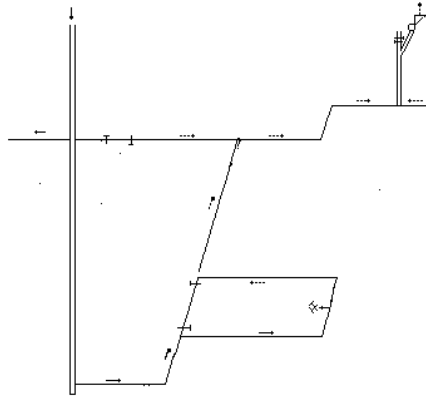
Jeśli weźmie się pod uwagę fakt, że do zmniejszenia prędkości powietrza przyczyniają się stany awaryjne (na przykład awaria wentylatora głównego przewietrzania, uszkodzenie tam wentylacyjnych – „krótkie spięcie”) i krytyczne (na przykład pożar egzogeniczny, tąpnięcie), to nie trudno sobie wyobrazić, iż w takich przypadkach do podwyższenia temperatury dojść musi [2]. W przypadku wysokiego poziomu tła termicznego –  $t_{pg}$  na II PK lub III PK, a  $t_{pw}$  na poziomie tolerowalnym – do osiągnięcia poziomu nietolerowalnego  $t_{pw}$ , czyli przekroczenia temperatury granicznej, nawet znacznego, może dojść w stosunkowo krótkim czasie. Można zatem postawić pytanie: jaki sposób przewietrzania jest szczególnie niekorzystny dla tak określonych warunków?

Przewietrzanie wyrobisk podziemnych powinno się odbywać wentylacją wznoszącą, przy czym dopuszczalne jest też sprowadzanie powietrza na upad dla określonych warunków [1]. W przypadku niedoinwestowania robót podstawowych i przygotowawczych, jakie od kilkunastu lat ma miejsce w górnictwie węgla kamiennego, eksploatacja podziemna jest nieunikniona.

Co do wcześniej wspomnianych zaburzeń, to rzecz jasna skutki stanu awaryjnego i stanu krytycznego występują zarówno przy przewietrzaniu podziemów, jak i niepodziemów. Jednak jest różnica, kiedy na przykład wystąpi „krótkie spięcie” wentylacyjne w rejonie podziemowej eksploatacji – tamy wentylacyjne na najniższym poziomie udostępnienia rys. 2.1 – i w rejonie niepodziemowej eksploatacji – na tych samych tamach wentylacyjnych, na tym samym poziomie tyle tylko, że tym razem, oczywiście jako poziomie wyższym niż najniższy poziom udostępnienia – rys. 2.2. Dlatego też znaczenie warunków klimatycznych przy eksploatacji podziemowej jest dużo wyższe.



**Rys. 2.1.** Przykład schematu przewietrzania rejonu ściany przy podziemowej eksploatacji  
**Fig. 2.1.** Example of the schematic diagram for ventilation of the longwall region under conditions of the sublevel extraction



**Rys. 2.2.** Przykład schematu przewietrzania rejonu ściany przy niepodziemowej eksploatacji  
**Fig. 2.2.** Example of the schematic diagram for ventilation of the longwall region when the sublevel extraction is not in place

Dla umożliwienia jak najszybszej reakcji na skutki powstałe w takich szczególnych przypadkach szuka się rozwiązań z zakresu opcjonalnego monitorowania, zsynchronizowanego z systemowym działaniem dla bezpiecznego wycofania załogi. Było to jednym z celów podjętych badań nad całością zagadnienia związanego z eksploatacją podziemową, która w pewnych uwarunkowaniach i sytuacjach może być źródłem większego poziomu zagrożenia, niż w takich samych uwarunkowaniach i sytuacjach przy eksploatacji niepodziemowej.

Faktem niezaprzeczalnym jest też to, że prawdopodobieństwo wystąpienia stanu krytycznego przewietrzania na wskutek na przykład pożaru egzogenicznego, czy tąpnięcia jest niewielkie. Jednak wykluczyć jednego, czy też drugiego z takich zdarzeń się nie da. Stąd też zasadne jest analizowanie tych warunków i wskazywanie na możliwość wystąpienia zagrożenia klimatycznego, szczególnie w rejonach (wyróbiskach), gdzie temperatura pierwotna górotworu kwalifikuje go do II PK lub III PK, a temperatura powietrza już osiąga poziom tolerowalny.

### 3. Warunki termiczne w rejonach podziemów

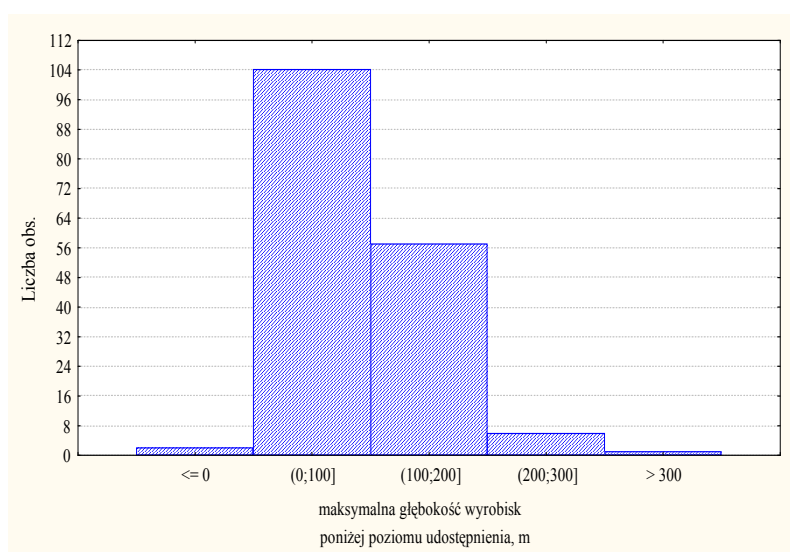
Badaniami objęto 47 czynnych ścian od 2007 roku i oraz 123 ściany planowane do ruchu do 2011 roku w rejonach podziemów – łącznie 170 rejonów [4], w tym:

- 43 ściany z Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. (13 czynnych, 30 planowanych),
- 42 ściany z Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. (15 czynnych, 27 planowanych),
- 85 ścian z Kompanii Węglowej S.A. (19 czynnych, 66 planowanych).

Pokazały one (między innymi), że występuje duże zróżnicowanie pomiędzy wartością głębokości poziomu (liczonego od poziomu morza), z którego dopływa powietrze do rejonu prowadzonej i planowanej podziemowej eksploatacji, a wartością głębokości najgłębszego miejsca w takim rejonie. Tą występującą dużą rozpiętość podziemów podzielono na pięć typów:

- podziom fragmentaryczny  $G_p \leq 0m$ ,
- podziom umiarkowany  $0 < G_p \leq 100m$ ,
- podziom średni  $100m < G_p \leq 200m$ ,
- podziom głęboki  $200m < G_p \leq 300m$ ,
- podziom bardzo głęboki  $G_p > 300m$ .

Najwięcej ścian zlokalizowanych jest i będzie w zakresie głębokości odpowiadających podziomom umiarkowanym i średnim (rys. 3.1).

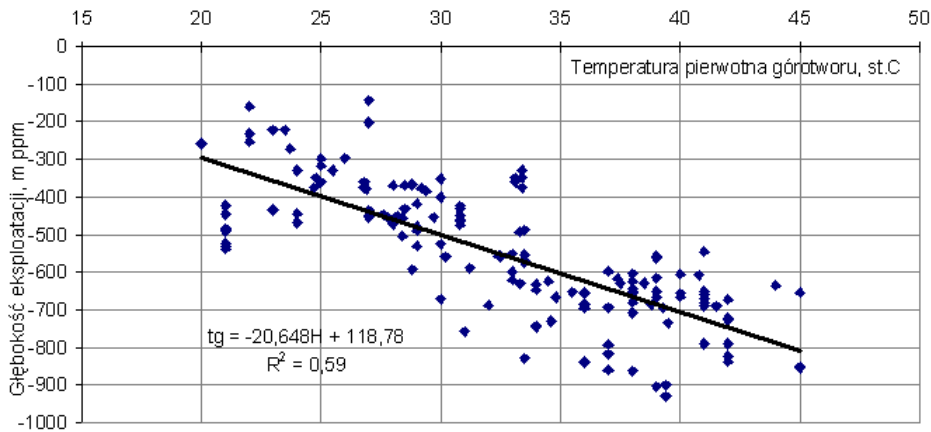


**Rys. 3.1.** Histogram liczby ścian spółek węglowych według rozpiętości podziemiu  
**Fig. 3.1.** Histogram of longwall quantities operated by coal companies with consideration of the sublevel spreads

Im większa rozpiętość podziemiu, tym skutki stanów awaryjnych i krytycznych większe.

### 3.1. Temperatura pierwotna górotworu

Badania [4] pokazały, że eksploatacja podziemowa prowadzona i planowana jest na różnych głębokościach – od -145 do -930m, dla których wartość uśredniona temperatury pierwotnej górotworu waha się od 20 do 45°C (rys. 3.2).

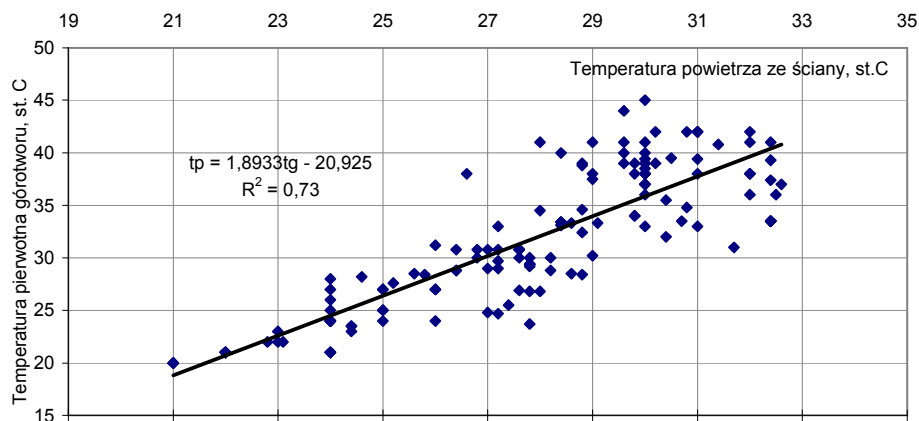


**Rys. 3.2.** Zestawienie wartości temperatury górotworu dla rejonów ścian podziemnych  
**Fig. 3.2.** Histogram of rock mass temperatures for regions of sublevel longwalls

Należy przy tym podkreślić niekorzystny wpływ wysokiej temperatury górotworu na zagrożenie pożarami endogenicznymi, ze względu na to, że mniejsza różnica pomiędzy temperaturą krytyczną a temperaturą górotworu skraca czas inkubacji pożaru. W takim przypadku poziom wyjściowy procesu samozagrzewania jest już „z natury” wysoki.

### 3.2. Temperatura powietrza wylotowego ze ścian

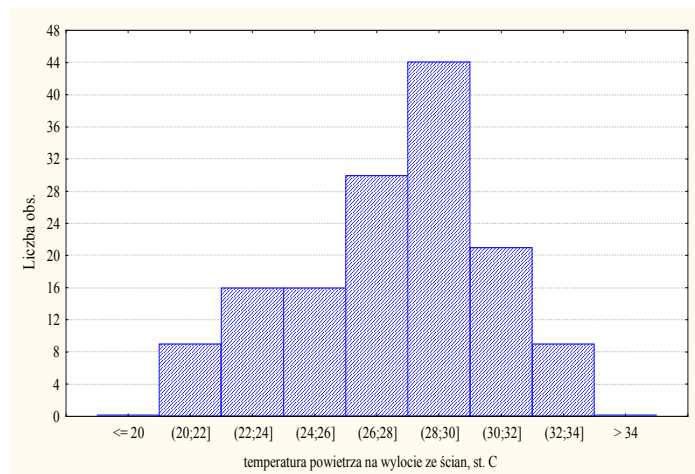
Kształtowanie się temperatury powietrza w wyrobiskach górniczych jest, jak już wspomniano konsekwencją temperatury pierwotnej górotworu, ale nie tylko. Drugim ważnym czynnikiem jest sposób doprowadzania powietrza do rejonu, co w niekorzystnych warunkach może przyczyniać się do jego nagrzewania. Trzecim jest moc zainstalowanych w rejonie eksploatacyjnym urządzeń elektroenergetycznych, przy czym jej wpływ nie zależy od głębokości, na jakiej rejon się znajduje i nie zależy od wysokości temperatury powietrza wlotowego. Zróżnicowanie wynikające z tych czynników wykazały też badania (rys. 3.3).



**Rys. 3.3.** Wartości temperatury powietrza na wylocie z badanych ścian względem temperatur pierwotnych górotworu

**Fig. 3.3.** Air temperature at the exhaust from examined longwalls vs. primary temperatures of the rock mass

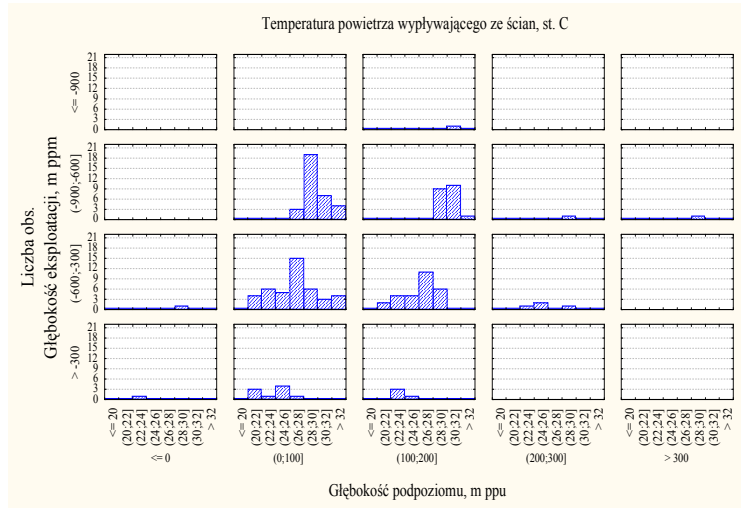
Badania pokazały też, że temperatura powietrza na wylocie ze ścian czynnych i planowanych w rejonach eksploatacji podziemnych waha się (rys. 3.4) w szerokim przedziale od 20 do 33,5°C, czyli w niektórych przypadkach przekracza nawet wartość graniczną i jeśli nie miałyby zastosowania urządzenia chłodnicze, to eksploatacja byłaby niemożliwa.



**Rys. 3.4.** Histogram wartości temperatur powietrza na wylocie ze ścian

**Rys. 3.4.** Histogram of air temperatures at the exhausts from longwalls

Rozkłady temperatury pierwotnej górotworu oraz temperatury powietrza wypływającego ze ścian w odniesieniu do głębokości eksploatacji pokazują (rys. 3.5), że znacząca jest liczba ścian z powietrzem wylotowym o temperaturze przekraczającej 28°C.



**Rys. 3.5.** Histogram temperatur powietrza wypływającego ze ścian względem rozpiętości podpoziomów  
**Fig. 3.5.** Temperature histogram for air that is exhausted from longwalls with consideration of the sublevel spreads.

### 3.3. Warunki temperaturowe rejonów eksploatacji podziemnej

Badania uwarunkowań eksploatacji podziemnej pokazały, że zagrożeniem klimatycznym objęta jest duża liczba ścian. I wcale nie jest to tylko wynikiem głębokości ich zalegania. Ze 170 ścian 32 ściany znajdują się na głębokościach odpowiadających II (PK) poziomowi krytycznemu, a 15 III (PK) poziomowi. Stanowi to łącznie prawie 28%, a więc stosunkowo niewiele. Jednak dużo groźniej przedstawiają się niekorzystne warunki wynikające z wysokiej temperatury powietrza. Z badanych 170 ścian aż 68 charakteryzuje się temperaturą powietrza wylotowego na poziomie tolerowalnym a 3 na poziomie nietolerowalnym. Łącznie stanowi to prawie 42%, co oznacza, że obejmuje to także prawie 14% ścian znajdujących się na głębokościach odpowiadających I (PK) poziomowi krytycznemu. Do takich wyników badań przyczynia się zarówno sposób rozprowadzania powietrza i jego nagrzewanie na drogach dopływu – w przypadku ścian planowanych – oraz urządzenia energoelektryczne – w przypadku niektórych ścian czynnych.

Niekorzystne uwarunkowania temperaturowe mogą też powodować trudności z utrzymaniem niezbędnego wydatku oraz kierunku przepływu powietrza w rejonach podziemnej eksploatacji – przy sprowadzaniu powietrza na upad. Występująca, w związku z różnicą temperatur depresja cieplna może – w szczególnym przypadku wystąpienia „krótkiego spięcia” na tamach wentylacyjnych – doprowadzić w takim wyrobisku do zaniku przepływu powietrza.

#### 4. Podsumowanie

Rejony podziemnej eksploatacji są i będą nieodłączną cechą kolskich kopalń. Przeprowadzone badania pokazały, że w najbliższych latach zwiększać się będzie liczba tak prowadzonych ścian:

- w Kompani Węglowej – z aktualnych 19 do 66 planowanych do eksploatacji po 2009 r.,
- w Katowickim Holdingu Węglowym – z aktualnych 15 do 27 po roku 2009,
- w Jastrzębskiej Spółce Węglowej – z aktualnych 13 do 30 po roku 2009.

Dokonana klasyfikacja rozpiętości podziemów na pięć grup pozwala ocenić jego skalę, a to daje pogląd na występowanie w takim rejonie depresji naturalnej, której poziom jest wprost proporcjonalny do poziomu rozpiętości.

Skutki stanów awaryjnych i krytycznych w rejonach podziemów mogą być tym większe im większa jest rozpiętość podziomu.

Istotne jest też to, że wysoki poziom temperatury pierwotnej górotworu i powietrza sprzyjają procesom samozagrzewania węgla poprzez skrócenie okresu inkubacji pożaru endogenicznego i mniejszych możliwości odbioru ciepła z górotworu i zrobów.

Rozpoznanie warunków prowadzenia eksploatacji podziemowej pozwala wybrać funkcjonalność odpowiedniego systemu monitorowania, dostosowanego do potrzeb, które powinny umożliwiać:

- ciągłe monitorowanie parametrów: powietrza (w tym: kierunek i prędkość przepływu, skład i zawartość gazów, temperaturę, wilgotność oraz ciśnienie), pracy zainstalowanych w rejonie urządzeń wentylacyjnych,
- monitorowanie i ocenę aktywności sejsmicznej rejonu,
- bieżące obliczanie odpowiednio opracowanych i normatywnych wskaźników oceny poziomu zagrożeń: wentylacyjnego, metanowego i pożarowego, a także tąpnięć,
- bezpośrednie i szybkie sterowanie: układami wyłączania energii elektrycznej (blokady pracy maszyn), urządzeniami alarmowo-rozgłoszeniowymi (komunikaty ostrzegawcze i ewakuacyjne), podstawowymi i pomocniczymi urządzeniami wentylacyjnymi.

#### Literatura

- [1] 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. Dz.U. Nr 139 z 2002 r., poz. 1169 z późn. zm.
- [2] Trenczek S.: Poziom ryzyka zagrożenia cieplnego w stanach awaryjnych i krytycznych rejonów przewietrzanych schodzącym prądem powietrza. Materiały XXII Seminarium Naukowo-Technicznego nt. „Zwalczanie zagrożenia cieplnego w kopalniach. Teoria i praktyka”. XXXI Dni Techniki ROP’ 2005, Rybnik, 20 października 2005. Wyd. WGiG Pol. Śl., Gliwice 2005, 139-154.
- [3] Trenczek S., Wierziński K., Krzystanek Z. 2008: Uwarunkowania ścian wybieranych podziemowo w aspekcie ich monitorowania i zabezpieczania załogi. Prace Naukowe GiG. Górnictwo i Środowisko. Wydanie Specjalne Nr 1/2008, 33-52.
- [4] Trenczek S., Wierziński K., Krzystanek Z., Tejszowski J. 2007: Zintegrowany system kontrolno-pomiarowy zagrożeń: wentylacyjnego, metanowego i pożarowego, w rejonach ścian wybieranych podziemowo. Część II. Dokumentacja Centrum EMAG pracy badawczej nr 309.0016: Badania wspólne sieci naukowej – Zintegrowany Instytut Naukowo- Technologiczny – etap 7. Katowice, grudzień 2007, niepublikowana.
- [5] Trenczek S., Wierziński K.: Wybrane uwarunkowania eksploatacji podziemowej w świetle badań. Gospodarka Surowcami Mineralnymi 2008, t. 24, z. 2/3, 313-326.



### **Importance of the thermal conditions level on the example of the sublevel extraction**

Key words:

primary temperature of the rock mass, climatic hazard, sublevel extraction

Summary

The paper starts from trends to struggle with extraction from deeper and deeper beds and identifies problems associated with sublevel extraction under such conditions. The thermal hazard is mentioned as a crucial hindrance as it presents continuously increasing problem, in particular in connection to the sublevel extraction. The reported research program made it possible to develop a database, which is outlined in general aspects. Examination results related to thermal hazard are presented in brief, with regard to the primary temperature of the rock mass as well as air temperature at the exhausts from longwalls within regions of the sublevel extraction. Basic tasks of the monitoring system and its functional features under conditions of the sublevel extraction are discussed in more extensive manner.

*Przekazano: 5 marca 2009 r.*