

Krzysztof WYWIOŁ

Rudzka Spółka Węglowa S.A., Ruda Śląska

Zbigniew BARANOWSKI, Jan ZYCH

Politechnika Śląska, Gliwice

## **Zagrożenie tąpnięciami w kopalniach Rudzkiej Spółki Węglowej S.A.**

### **Streszczenie**

Zagrożenie tąpnięciami należy aktualnie do najbardziej niebezpiecznych zagrożeń naturalnych, z jakimi na co dzień spotykają się kopalnie Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. Czynniki decydującymi o tym zagrożeniu jest budowa geologiczna górotworu, duża głębokość eksploatowanego złoża oraz niekorzystne zaszczości eksploatacyjne w postaci resztek i krawędzi koncentrujących naprężenia. W artykule w sposób zwięzły przedstawiono aktualny stan i uwarunkowania występującego zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. Na tle zagrożenia występującego w całym Górnośląskim Zagłębiu Węglowym scharakteryzowano kształtowanie się zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. w latach 1999-2000. Przedstawiono również zasadnicze kierunki działań zmierzających do lepszego rozpoznania zjawiska wstrząsów i tąpnięć, ograniczenia ich negatywnych skutków oraz aktywnego zwalczania.

### **1. Wprowadzenie**

W skład Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. wchodzi cztery kopalnie węgla kamiennego, a mianowicie:

- KWK "Bielszowice",
- KWK "Halemba",
- KWK "Polska-Wirek",
- KWK "Pokój".

W najbliższych latach w strukturze organizacyjnej RSW S.A. funkcjonować będą cztery wyżej wymienione kopalnie o średniorocznej zdolności wydobywczej około 11,0 -11,5 mln ton węgla. Węgiel wydobywany jest z pokładów grupy rudzkiej (400) i grupy siodłowej (500) oraz w niewielkich ilościach z pokładów grupy orzeskiej (300).

Bazę zasobową kopalń RSW S.A. stanowią zasoby operatywne w ilości około 510 mln ton. Prawie 60% tych zasobów zalega poniżej poziomu 800 m. Średnia miąższość eksploatowanych pokładów wynosi około 2,3 m, a przeważającym typem węgla jest typ 34 (węgiel koksujący). Obszar górniczy kopalń RSW S.A. wynosi 113.2 km<sup>2</sup> i usytuowany jest w granicach administracyjnych jedenastu miast GZW.

W kopalniach GZW wśród szeregu występujących zagrożeń naturalnych (zagrożenie metanowe, pyłowe, pożarowe i wodne), zagrożenie tąpnięciami należy do najgroźniejszych i najwyższych w świecie (Konopko 1994). Podobne zagrożenie notowane jest w niektórych zagłębiach węglowych Rosji, Chin i Czech.

W 2000 roku 29 kopalń (w 1999 r – 31 kopalń) węgla kamiennego GZW eksploatowały pokłady zaliczone do zagrożonych tąpnięciami. W 2000 r na ogólną ilość 102,5 mln ton wydobytego węgla – 37,2 mln ton (36,3 %) wydobyto z pokładów zagrożonych tąpnięciami, w tym 16,4 mln ton z pokładów zaliczonych do III stopnia zagrożenia tąpnięciami, co stanowi 16 % ogólnego wydobycia.

W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym w ostatnich latach tąpnięcia w zasadzie występują w południowym skrzydle siodła głównego. W pozostałych rejonach GZW tj. w niecce bytomskiej, kazimierzowskiej, jejkowickiej i głównej zagrożenie tąpnięciami utrzymuje się na niższym poziomie, stąd tąpnięcia występują tam sporadycznie.

Złoże węgla kamiennego kopalń RSW S.A. zalega w południowym skrzydle (skłonie) siodła głównego. Wszystkie kopalnie zgrupowane w Rudzkiej Spółce Węglowej S.A. eksploatują pokłady zaliczone do różnych stopni zagrożenia tąpnięciami. Jest to w chwili obecnej rejon o najwyższym stopniu zagrożenia tąpnięciami w GZW.

## **2. Charakter występujących tąpnięć oraz główne czynniki mające wpływ na ich występowanie**

Eksploatacji pokładów węgla w niektórych rejonach Zagłębia Górnośląskiego towarzyszą wstrząsy górotworu. Są to zjawiska sejsmiczne, objawiające się w kopalni drganiami (falowaniem) górotworu i efektami akustycznymi (Raport roczny ...1999). Szczególnym przypadkiem wstrząsu jest tąpnięcie.

Tąpnięcie w obecnym rozumieniu - oznacza gwałtowne wyładowanie energii sprężystej nagromadzonej w górotworze, objawiające się drganiami górotworu, niosącymi znaczną energię, połączone ze zjawiskami akustycznymi i falą uderzeniową. Zjawisko to powoduje zniszczenie struktury skał stropu, spągu lub pokładu z równoczesnym dynamicznym przemieszczeniem skał do wyrobiska co powoduje zniszczenie lub uszkodzenie obudowy wyrobisk, maszyn i urządzeń oraz wypadki ludzkie.

Z wieloletnich obserwacji wynika, że tąpnięcia występujące w GZW są złożonym procesem geomechanicznym, którego powstawanie uzależnione jest od szeregu naturalnych i górniczo - technicznych czynników. Do najważniejszych z nich należą:

- stan naprężeń panujących w górotworze, wynikających z dużej głębokości zalegania złożeń, istniejących zaburzeń tektonicznych i wytworzonych zaszczości eksploatacyjnych (resztki i krawędzie),
- stateczność przyociosowych stref wyrobisk górniczych,
- występowanie w otoczeniu pokładów skał o wysokiej wytrzymałości, a zwłaszcza zaleganie w ich stropach mocnych i grubych wstrząsogennych warstw piaskowców,
- nadmierna koncentracja robót górniczych i skrupowane warunki wybierania wynikające z wielopokładowego charakteru złożeń i konieczności ochrony obiektów powierzchniowych.

Fizyczny charakter procesu tąpnięcia odpowiada ogólnemu pojęciu wybuchu rozumianego jako gwałtowna zmiana równowagi układu odbywająca się z towarzyszącą jej pracą mechaniczną i szeregiem dodatkowych efektów. Zmiana równowagi układu odbywa się w tym przypadku poprzez zniszczenie pewnej objętości górotworu otaczającego wyrobiska górnicze, pracą mechaniczną jest wyrzucenie spękanej masy skalnej do wyrobiska.

Położenie ogniska wybuchu zaistniałego tąpnięcia pozwala wyróżnić tąpnięcia pokładowe (naprężeniowe) i stropowe (pozapokładowe). W pierwszym przypadku nacisk skał stropowych na pokład węgla w strefie przyprzodkowej powoduje nagromadzenie się znacznej energii w tej

strefie pokładu, a następnie - po przekroczeniu wytrzymałości węgla - dynamiczne jego wyrzucenie do wyrobiska. Ten rodzaj tępań jest charakterystyczny dla układu, kiedy pokładom węgla skłonnym do tępań towarzyszą warstwy grubych piaskowców zalegających bezpośrednio w stropie wyrobisk.

W wielu rejonach eksploatacyjnych występują także inne układy warstw, a mianowicie nad stropem wybierkowych przodków w odległościach do kilkudziesięciu i więcej metrów zalegają grube warstwy piaskowców. W tych rejonach występują głównie tępnięcia stropowe związane z załamywaniem się grubych warstw piaskowcowych nad polami eksploatacyjnymi. Gruba i mocna warstwa skalna o dużej rozpiętości pękając dynamicznie wyzwala olbrzymią, zakumulowaną wcześniej energię sprężystą. Powstająca wówczas fala uderzeniowa przemieszczając się w górotworze powoduje po dojściu do pokładu węglowego jego zniszczenie w czole lub ociosach wyrobisk, szczególnie wtedy, gdy ma on skłonność do eksplozywnego rozpadu. Tak, więc charakter fizyczny tępań, jakie występują w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, można opisać jako utratę stateczności skał otaczających wyrobiska górnicze pod wpływem (Filcek i in. 1984):

- quasi-statycznego dopływu energii do wyrobiska w przypadku tępań pokładowych,
  - dynamicznego dopływu energii do wyrobiska w przypadku tępań stropowych.
- Analizując energetyczny charakter tępań należy stwierdzić, że są one związane ze zmianą energii potencjalnej zgromadzonej w górotworze na energię „skutków”, którym towarzyszą również inne formy energii (cieplna, akustyczna, sejsmiczna itp.). Jedynym mierzalnym parametrem jest energia sejsmiczna stanowiąca niewielki ułamek, bo zaledwie od 0,001 do 0,01 energii całkowitej.

Wstrząsy górotworu towarzyszące tępniętom w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym posiadają energię sejsmiczną od około  $10^4$  J do blisko  $10^{10}$  J.

Wyżej opisane tępnięcia pokładowe i stropowe są skrajnymi rodzajami tępań, pomiędzy którymi można wyróżnić tępnięcia stropowo-pokładowe lub spągowo-pokładowe, kiedy to przy dużych wartościach składowych stanu naprężenia w pokładzie nawet stosunkowo nieznaczny impuls udaru pochodzący z otaczającego pokład górotworu może doprowadzić do tępnięcia.

Z obserwacji praktycznych wynika, że prezentowane tutaj dwa zasadnicze mechanizmy tępań, a mianowicie mechanizm naprężeniowy i statecznościowy nie w pełni wyjaśniają niektóre przypadki tępań. Szereg zaistniałych w ostatnich latach tępań stropowych można wyjaśnić w oparciu o model poślizgowy (Goszcz 1992). Na skutek prowadzonych robót górniczych, grube warstwy stropowe przyjmują strukturę blokową spowodowaną występującymi powierzchniami podziału równoległymi i poprzecznymi do uławicenia. Bloki te osiadają na zalegających niżej skałach (ześlizgują się) po wytworzonych szczelinach, uwalniając tym samym znaczne porcje energii potencjalnej, która zamienia się w kinetyczną. Znikoma część tej energii stanowi energię sejsmiczną przejawiającą się jako wstrząs górniczy, który może być przyczyną tępnięcia w znajdujących się w jego zasięgu wyrobiskach.

Spotykany także w praktyce częsty związek między zaistniałym tępnięciem, a działalnością górniczą prowadzoną w pobliżu uskoków skłania do przyjęcia jako jednej z możliwych – koncepcji propagacji szczeliny uskokowej. Przytoczone koncepcje mechanizmu tępnięcia nie wyczerpują wszystkich spotykanych w warunkach „in situ” możliwości. Konkretnie tępnięcia charakteryzują się prawdopodobnie różnym mechanizmem, w zależności od konkretnych warunków.

Z prowadzonych obserwacji i doświadczeń wynika, że w ostatnich latach w kopalniach Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. występują tępnięcia w przeważającej mierze o charakterze stropowym, rzadziej stropowo-pokładowym lub spągowo-pokładowym.

### 3. Stan zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami w kopalniach Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. w latach 1999 –2000

W oparciu o posiadaną za okres 1999 - 2000 pełną statystykę w zakresie wielkości wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami, ilości i energii zaistniałych wstrząsów w poszczególnych kopalniach, a także ilości zanotowanych tąpnięć i ich skutków można dokonać oceny stanu zagrożenia sejsmicznego i zagrożenia tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. na tle całego GZW.

Wielkość wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami w latach 1999 - 2000 na tle wydobywania ogólnego zestawiono w tabeli 3.1. Wydobywanie w 1999 roku w kopalniach RSW S.A. kształtowało się na podobnym poziomie jak w 2000 roku.

Tabela 3.1

Wielkość wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami w latach 1999-2000

Table 3.1

The coal output from seams prone to rock bursts in 1999 - 2000

| Lp. | Kopalnia     | Wydobycie [ mln t ] |        |                                    |         |             |         |
|-----|--------------|---------------------|--------|------------------------------------|---------|-------------|---------|
|     |              | Rok                 | Ogółem | Z pokładów zagrożonych tąpnięciami | % ogółu | III stopień | % ogółu |
| 1.  | Bielszowice  | 1999                | 3,3    | 2,6                                | 78,8    | 1,6         | 48,5    |
|     |              | 2000                | 3,4    | 2,3                                | 68      | 1,8         | 53      |
| 2.  | Halemba      | 1999                | 3,9    | 1,34                               | 34,3    | 0,95        | 24,6    |
|     |              | 2000                | 3,3    | 1,96                               | 62      | 1,96        | 62      |
| 3.  | Polska-Wirek | 1999                | 2,0    | 2,0                                | 100     | 0,25        | 12,5    |
|     |              | 2000                | 2,2    | 2,2                                | 100     | 0,6         | 26,5    |
| 4.  | Pokój        | 1999                | 2,2    | 1,8                                | 83,3    | 0,77        | 35,8    |
|     |              | 2000                | 1,9    | 1,29                               | 68      | 0,96        | 51      |
| 5.  | Razem RSW    | 1999                | 11,4   | 7,7                                | 67,5    | 3,6         | 31,5    |
|     |              | 2000                | 10,8   | 7,75                               | 72      | 5,32        | 49,5    |
| 6.  | GZW          | 1999                | 108,8  | 39,4                               | 36,2    | 14,2        | 13      |
|     |              | 2000                | 102,5  | 37,2                               | 36,3    | 16,4        | 16      |

Z przedstawionych danych wynika, że razem kopalnie Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. w 2000 roku wydobyły 10,8 ml ton węgla, co stanowi około 10,5 % ogólnego wydobywania wszystkich kopalń GZW. Udział wydobywania w kopalniach RSW S.A. z pokładów zagrożonych tąpnięciami stanowi około 72 % w tym około 49,5 % z pokładów zaliczonych do III stopnia zagrożenia tąpnięciami. Odpowiednie proporcje dla wszystkich kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wynoszą: udział wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami stanowi około 37 % w tym około 16 % z pokładów zaliczonych do III stopnia zagrożenia tąpnięciami.

Wydobycie 7,75 ml ton węgla w kopalniach RSW S.A. z pokładów zagrożonych tąpnięciami uzyskano ze znacznej głębokości (powyżej 800 m) prowadząc 28 ścian (w tym 16 w III stopniu). Generalnie należy stwierdzić, że udział wydobywania w kopalniach Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. z pokładów zagrożonych tąpnięciami na tle wszystkich kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego jest średnio dwukrotnie wyższy. Tendencja ta w najbliższych latach będzie utrzymywać się na podobnym poziomie, co w 2000 roku.

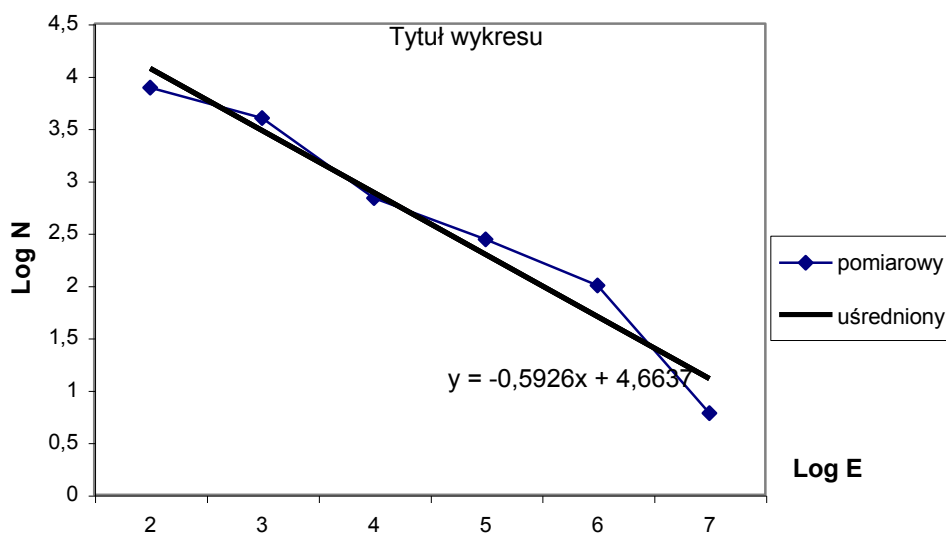
Działalności górniczej w pokładach zagrożonych tąpnięciami towarzyszą wstrząsy sejsmiczne (górnice). Wszystkie kopalnie RSW S.A. posiadają stacje geofizyki górniczej, które rejestrują i analizują objawy sejsmiczności górotworu. Obecnie rocznie rejestrowanych jest kilka tysięcy wstrząsów. Rozkład energetyczny tych wstrząsów podlega w przybliżeniu prawu Gutenberga-Richtera (tabela 3.2. i rys. 3.1) opisanym równaniem:

$$\log N = a - b * \log E \quad (3.1)$$

gdzie:

$N$  - liczba wstrząsów w danej klasie energetycznej,  $E$  - energia sejsmiczna [J],

$a$ ,  $b$  – parametry mające fizyczny sens. Parametr  $a$  jest miarą aktywności sejsmicznej i zależy od geometrii wybrania, zaś parametr  $b$  opisuje stosunek ilości wstrząsów silnych do słabych, a więc stanowi miarę stanu naprężenia górotworu.



Rys. 3.1 Rozkład energetyczny wstrząsów  
Fig. 3.1 The energetic distribution of rock bursts

Kopalniane stacje geofizyki górniczej Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. zarejestrowały w latach 1999 - 2000 następujące ilości wstrząsów górotworu:

Ilość wstrząsów w latach 1999 - 2000 w kopalniach RSW S.A. i w GZW

Tabela 3.2

Table 3.2

The number of rock bursts at the RSW JSC and the USCIB in 1999-2000

| Lp. | Kopalnia     | Rok  | Energia wstrząsów [J] (*) |                 |                 |                 |                 |                 |                 | Suma  |
|-----|--------------|------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
|     |              |      | 10 <sup>2</sup>           | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>7</sup> | 10 <sup>8</sup> |       |
| 1.  | Bielszowice  | 1999 | 7161                      | 761             | 229             | 110             | 22              | 1               | -               | 8384  |
|     |              | 2000 | 6492                      | 594             | 252             | 25              | 2               | -               | -               | 7365  |
| 2.  | Halemba      | 1999 | 494                       | 717             | 199             | 107             | 55              | 4               | -               | 1586  |
|     |              | 2000 | 644                       | 1190            | 681             | 236             | 72              | 7               | -               | 2830  |
| 3.  | Polska-Wirek | 1999 | 22                        | 165             | 88              | 28              | 19              | 1               | -               | 324   |
|     |              | 2000 | 5                         | 95              | 97              | 38              | 22              | 5               | -               | 262   |
| 4.  | Pokój        | 1999 | 64                        | 2303            | 167             | 30              | 7               | -               | -               | 2571  |
|     |              | 2000 | 7                         | 2212            | 508             | 56              | 11              | -               | -               | 2794  |
| 5.  | Suma RSW     | 1999 | 7741                      | 3956            | 683             | 275             | 100             | 6               | -               | 12864 |
|     |              | 2000 | 7148                      | 4091            | 1538            | 355             | 107             | 12              | -               | 13251 |
| 6.  | GZW          | 1999 | -                         | -               | -               | 941             | 182             | 10              | 1               | 1134  |
|     |              | 2000 | -                         | -               | -               | 877             | 192             | 18              | 1               | 1088  |

(\*) – energie wstrząsów wg GIG

Liczbę tapani i ich skutków zaistniałych w kopalniach RSW S.A. w porównaniu z ilością wszystkich tapani GZW w latach 1999 – 2000 podaje Tabela 3.3 (Raport roczny 1999).

Wykaz tapani i ich skutków w latach 1999 – 2000

Tabela 3.3

Table 3.3

The register of rock bursts and their effects in 1999 - 2000

| Lp. | Kopalnia                 | Rok  | Liczba tapani | Liczba wypadków śmiertelnych | Liczba pozostałych wypadków | Długość uszkodzonych wyrobisk [m] |
|-----|--------------------------|------|---------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Bielszowice              | 1999 | 1             | -                            | -                           | 84                                |
| 2.  | Rudzka Spółka Węglowa SA | 2000 | -             | -                            | -                           | -                                 |
| 3.  | GZW                      | 1999 | 2             | -                            | 3                           | 199                               |
|     |                          | 2000 | 2             | -                            | -                           | 270                               |

Zestawienie danych z tabel 3.2 i 3.3 daje pogląd na skalę zagrożenia tapaniami w Kopalniach Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. na tle kopalni GZW. W latach 1999 - 2000 około 38 % wszystkich wysokoenergetycznych wstrząsów i około 25 % wszystkich tapani wystąpiło w kopalniach RSW S.A. We wcześniejszych latach stosunki te były jeszcze wyższe.

W zakresie stwierdzonych skutków zaistniałych tapani wynika, że w kopalniach RSW S.A. uległo uszkodzeniu około 18 % wyrobisk górniczych w stosunku do skutków stwierdzonych we wszystkich kopalniach GZW. Powyższe świadczy, że kopalnie Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. należą do najbardziej zagrożonych tapaniami w GZW.

W latach 1999 - 2000 w kopalniach RSW S.A. ogólna długość uszkodzonych w wyniku tąpnięć wyrobisk chodnikowych wyniosła około 84 metry. Energia wstrząsu, której skutkiem było tąpnięcie wyniosła  $4,0 \cdot 10^7 \text{ J}$ . Tąpnięcie to zaistniało w rejonie ściany N-303 i w chodniku 7bz w pokładzie 507 w KWK "Bielszowice".

Tabela 3.2. daje pełny obraz zagrożenia sejsmicznego kopalń RSW S.A. Najwyższa aktywność sejsmiczna górotworu występuje w obszarach górniczych KWK "Bielszowice" i KWK "Halemba" i to praktycznie we wszystkich klasach energetycznych. Cechą charakterystyczną KWK "Halemba" jest duża liczba wstrząsów o energiach rzędu  $10^5 \div 10^7 \text{ J}$ , co stwarza bardzo duże zagrożenie sejsmiczne i w konsekwencji duże potencjalne zagrożenie tąpnięciami. Stosunkowo najkorzystniejszy rozkład energetyczny wstrząsów występuje w KWK "Pokój", gdzie przeważająca ilość wstrząsów rejestrowana jest w klasach niskich i średnich, co świadczy o łagodnym rozładowywaniu się energii sprężystej w górotworze. Także bardzo wysokie zagrożenie sejsmiczne i tąpnięciami w ostatnich kilku latach występuje w KWK "Polska-Wirek". Rejestruje się tutaj wprawdzie mniejszą liczbę wstrząsów o niskich i średnich energiach, ale występujące resztkowe parcele złoża charakteryzują się wysokoenergetycznymi wstrząsami o widocznych czasami skutkach w wyrobiskach.

Istotnym czynnikiem wpływającym na wzrost zagrożenia tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. jest ciągły wzrost głębokości eksploatacji pokładów węgla. Wszystkie tąpnięcia w latach 1999 – 2000 oraz wcześniejszych wystąpiły w pokładach zalegających na głębokości powyżej 700 m. Ponadto na zaistniałe tąpnięcia miały wpływ następujące czynniki:

- prowadzenie robót górniczych w pokładach grubych silnie skłonnych do tępnięć,
- prowadzenie eksploatacji w resztkach pokładów nadmiernie rozciętych wyrobiskami chodnikowymi,
- duże natężenie i nadmierna koncentracja robót na małych obszarach,
- niewłaściwa lokalizacja wyrobisk względem zaburzeń geologicznych i zasłóci eksploatacyjnych,
- niepełne lub nietrafne wskazania metod oceny stanu zagrożenia,
- nieprawidłowy dobór metod aktywnej profilaktyki tąpniowej,
- prowadzenie eksploatacji w warunkach skrupowanych ochroną powierzchni i koincydencji różnych zagrożeń naturalnych, co ogranicza możliwości profilaktyki, a tym samym wpływa na zwiększone zagrożenie tąpnięciami.

Reasumując, trzeba podkreślić, że w najbliższych latach w kopalniach Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. należy liczyć się z dużym potencjalnym stanem zagrożenia tąpnięciami i to pomimo utrzymywania dotychczasowego poziomu wydobycia lub jego minimalnego spadku. Zagrożenie to będzie najbardziej niebezpieczne spośród wszystkich zagrożeń naturalnych. Skomplikowana budowa i właściwości górotworu w siodle głównym - parametry fizykomechaniczne skał - oraz sposób wykształcenia i zalegania złoża, a także dokonana i kontynuowana w warunkach dużego skrupowania eksploatacja stwarzają wysokie potencjalne zagrożenie tąpnięciami. Dlatego też kopalnie Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. powszechnie i w bardzo szerokim zakresie, stosują wszystkie dostępne metody rozpoznania i bieżącej oceny zagrożenia tąpnięciami, a także w pełnym zakresie stosują długofalową i doraźną profilaktykę tąpniową.

#### **4. Zakres stosowanych metod profilaktyki tąpniowej**

Wysoki stan zagrożenia tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. sprawia, że zarówno Zarząd Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. jak i kierownictwa i dozór górniczy tych kopalń do szeroko

rozumianej profilaktyki tąpniowej przywiązują zasadniczą wagę.

Na profilaktykę tąpniową składają się metody oceny stanu zagrożenia oraz metody zwalczania tąpnięć.

#### **4.1. Metody rozpoznania i bieżącej oceny zagrożenia tąpnięciami**

Jednym z najważniejszych środków ograniczających zagrożenie tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. jest kompleksowe stosowanie metod wczesnego rozpoznania zagrożenia oraz jego bieżąca ocena w czasie prowadzenia robót górniczych. Rozpoznanie zagrożenia realizowane już jest na etapie projektowania robót w pokładach i partiach eksploatacji, a następnie na etapie rozwijanych robót górniczych.

W partiach górotworu o potencjalnym zagrożeniu tąpnięciami prowadzona jest przez kopalnię służby ds. tąpnięć bieżąca ocena stanu zagrożenia. Rezultaty powyższych prac są na bieżąco szczegółowo analizowane i stanowią podstawę racjonalnych działań ruchowych w zakresie profilaktyki oraz optymalnego doboru parametrów eksploatacji. Z metod wczesnego rozpoznania są stosowane:

- wstępne rozpoznanie zagrożenia na podstawie cech złożowych - oparte jest na analizie warunków w jakich dotychczas występowały tąpnięcia. Podstawę rozpoznania stanowi stratygraficzna charakterystyka złoża uzupełniona określeniem parametrów wytrzymałościowych skał,
- określenie skłonności węgla i skał otaczających do tąpnięć - najpowszechniej stosowane są tutaj metody wskaźników WET, GWT,  $\eta$  i PES. Badania i pomiary w tym zakresie zlecane są przez kopalnię wyspecjalizowanym jednostkom naukowo-badawczym,
- metoda rozeznania warunków geologiczno-górnich w danym rejonie eksploatacji polega na stwierdzeniu czy istnieją sytuacje sprzyjające akumulacji naprężeń oraz na wyznaczeniu odcinków wyrobisk, które znajdują się w strefach zwiększonych naprężeń w pokładzie,
- metody analityczne - pozwalają wyznaczać miejsca koncentracji naprężeń w górotworze, a także prognozować aktywność sejsmiczną dla określonych warunków geologiczno - górniczych.

Dla prognozy tąpnięć o charakterze stropowym stosowana jest opracowana przez GIG metoda oparta o analizę warunków naturalnych i górniczych występujących w danym rejonie. Wynikający z metody wskaźnik zagrożenia tąpnięciem stropowym jest proporcjonalny do maksymalnej energii wstrząsu górotworu, jaki może być związany z dynamicznym pęknięciem określonej warstwy piaskowca w stropie.

Bieżąca ocena stanu zagrożenia tąpnięciami obejmuje:

- wyznaczanie w górotworze stref szczególnego zagrożenia tąpnięciami,
- rejestrację i analizę aktywności sejsmicznej i sejsmoakustycznej górotworu.

Do wyznaczania „stref” stosowane są najczęściej następujące metody: rozeznania warunków geologiczno-górnich, wierceń małośrednicowych i analityczne.

Jednak w najszerszym zakresie stosowane są metody geofizyczne, począwszy od sejsmologii i sejsmoakustyki do sejsmiki górniczej. Stanowią one podstawę do następujących działań:

- bieżącej kontroli aktywności sejsmicznej w poszczególnych polach i wyrobiskach,
- stwierdzenia wszelkich przekroczeń stanów bezpiecznych, lokalizację miejsc ich występowania wraz z oceną stopnia niebezpieczeństwa,
- oceny skuteczności zastosowanych metod profilaktyki aktywnej.



Metody geofizyczne dają praktyczne możliwości wczesnego wykrycia zagrożenia, stąd w kopalniach RSW S.A. są nie tylko powszechnie stosowane ale również systematycznie rozwijane. Świadczą o tym zorganizowane we wszystkich kopalniach RSW S.A. stacje geofizyki górniczej, wyposażone w nowoczesną specjalistyczną aparaturę, która jest uzupełniana w miarę udoskonalania i produkcji nowych typów. Na ten cel, Zarząd Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. i Kierownictwa kopalń nie szczędzą środków.

Aktualny stan wyposażenia kopalń RSW S.A. w aparaturę geofizyczną (stacjonarną i przenośną dołową) przedstawia tabela 4.1.

Wyposażenie w aparaturę geofizyczną kopalnianych stacji geofizyki górniczej

Tabela 4.1

Table 4.1

The geophysical measuring equipment in mining geophysical stations

| Lp. | Kopalnia       | Aparatura seismologiczna | Aparatura sejsmoakustyczna | Aparatura sejsmiczna   |
|-----|----------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1.  | Bielszowice    | ARAMIS<br>ARAMIS - M     | ARES - 4                   | WLIS - 2<br>PASAT - 12 |
| 2.  | Halemba        | ARAMIS<br>ARAMIS - M     | ARES - 4                   | WLIS - 2               |
| 3.  | Polska - Wirek | ARAMIS                   | ARES - 3<br>ARES - 4       | WLIS - 2               |
| 4.  | Pokój          | ARAMIS                   | ARES - 4<br>PRS - 4a       | WLIS - 2               |

Jest to nowoczesna polska aparatura geofizyczna, w większości z cyfrową transmisją sygnałów dołowych. Badania sejsmiczne dołowe (np. profilowanie, geotomografia) i sejsmoakustyczne (RMS) samodzielnie prowadzą wszystkie kopalnie RSW S.A. Natomiast specjalistyczne badania takie jak sondowanie w otworach i geoelektryczne zlecane są wyspecjalizowanemu zespołowi.

W 2000 roku KWK „Bielszowice” zakupiła i testuje system GNOM – będący nowoczesnym sposobem identyfikacji w czasie rzeczywistym osób przebywających w strefach szczególnego zagrożenia tąpnięciami.

#### 4.2. Metody zwalczania tąpnięć

Jedną z podstawowych przyczyn powstawania tąpnięć jest nadmierna koncentracja naprężeń w pokładzie lub skałach otaczających wyrobiska górnicze. Tak, więc wszelkie działania na rzecz bezpiecznego prowadzenia robót górniczych uwzględniają unikanie lub ograniczanie niebezpiecznych stref naprężeń w sąsiedztwie tych wyrobisk.

W kopalniach RSW S.A. mamy do czynienia z podziemną eksploatacją złoża wielopokładowego, gdzie wpływy robót górniczych w poszczególnych pokładach nakładają się na siebie. Stąd też niezmiernie ważne, już w fazie projektowania robót górniczych w złożu potencjalnie zagrożonym tąpnięciami, jest takie skoordynowanie przyszłej eksploatacji pokładów, aby ich wzajemne wpływy maksymalnie ograniczyć. Z tego też powodu w kopalniach RSW S.A. do fazy projektowania przywiązywana jest zasadnicza waga. Jest to również najskuteczniejsza i najtańsza profilaktyka tąpniowa.

Całokształt prowadzonych przedsięwzięć technologicznych i technicznych zmierzających do zwalczania zagrożenia tąpnięciami można podzielić na dwie podstawowe grupy działań, a mianowicie:

- działania długofalowe obejmujące zespół środków dotyczących udostępnienia i rozciążenia

złoża, ustalenie kolejności, porządku i kierunków wybierania pokładów i ścian, systemów eksploatacji, koordynacji frontów eksploatacyjnych oraz techniczne wyposażenie ścian i wyrobisk korytarzowych. W tej grupie działań podstawowym i powszechnym sposobem ograniczającym zagrożenie tapaniami w kopalniach RSW S.A. jest wykorzystanie zasad eksploatacji odprężającej polegającej głównie na zachowaniu odpowiedniej kolejności wybierania pokładów i ustalonym porządku i kierunku wybierania ścian. W przeważającej mierze (za wyjątkiem filarów ochronnych) pokłady zagrożone tapaniami wybierane są systemami ścianowymi z zawałem stropu zapewniającymi skuteczniejsze odprężenie górotworu i wyposażone w kompleksy zmechanizowane. Także w tej grupie działań niezwykle istotnym jest w maksymalnym stopniu czyste wybieranie złoża bez pozostawiania resztek i filarów, a także minimalizacja zakresu robót przygotowawczych poprzez udostępnienie i rozcięcie złoża z wykorzystaniem tzw. szkieletu kamiennego. Ważkim zagadnieniem jest także ograniczenie natężenia i intensywności eksploatacji zwłaszcza na niewielkich obszarach. Wszystkie wyżej przytoczone najistotniejsze działania są szczegółowo uwzględniane w opracowanych przez wszystkie kopalnie RSW S.A. co kilka lat kompleksowych projektów eksploatacji pokładów zagrożonych tapaniami. Projekty te są szczegółowo analizowane i opiniowane przez Komisję ds. Tapań powołaną przez Prezesa WUG,

- działania doraźne (aktywne) są stosowane na ogół w obszarach lub strefach wzmoczonego lub szczególnego zagrożenia tapaniami. Głównym ich zadaniem jest kontrolowane wyładowanie energii sprężystej nagromadzonej w pokładzie lub skałach otaczających. Wymuszone wyzwalenie energii, które objawia się najczęściej w formie wstrząsu ma na celu wydzielanie energii oraz wytworzenie strefy spękań w pokładzie lub skałach otaczających, a także przesunięcie stref wzmoczonych naprężeń w głąb górotworu.

Stosowane w bardzo szerokim zakresie w kopalniach RSW S.A. metody aktywnego zwalczania zagrożenia tapaniami można podzielić na trzy zasadnicze grupy, w zależności od miejsca rozładowywania zakumulowanej energii sprężystej w górotworze, a mianowicie:

- metody i środki interwencji w pokładzie - takie jak strzelania kamuflętowe, wstrząsowo-odprężające i wstrząsowo-urabiające oraz nawadnianie pokładów pod wysokim ciśnieniem metodą krótkich i długich otworów,
- metody i środki odprężania spągu najczęściej węglowego z zastosowaniem głównie techniki strzelniczej lub szerokodymensyjnego rozwiercania spągu węglowego,
- metody i środki oddziaływania na zwięzłe skały stropu bezpośredniego i zasadniczego – takie jak strzelanie krótkimi lub długimi otworami (o zwiększonych średnicach) w skałach stropowych nad calizną pokładu lub zrobami, tzw. torpedowanie stropu. Jest to jedna z najbardziej powszechnych obecnie metod ograniczania zagrożenia tapaniami stropowych. W ostatnich dwóch latach w kopalniach RSW S.A. jest szeroko stosowana metoda ukierunkowanego hydroszczelinowania skał stropu bezpośredniego i zasadniczego za pomocą wody pod wysokim (około 30 MPa) ciśnieniem, oraz zmodyfikowana jej odmiana tj. ukierunkowanego szczelinowania skał za pomocą MW. Jak pokazują obserwacje metody powyższe cechują się wysoką skutecznością, a także są technicznie proste i nie wymagają wysokich nakładów.

Nie mniej jednak podstawowymi metodami aktywnej profilaktyki są wszelkie odmiany strzelań odprężających prowadzonych w węglu i strzelań torpedujących w skałach otaczających. O skali tych zabiegów świadczy fakt, że w kopalniach RSW S.A. w 2000 roku wykonano w sumie strzelań odprężających:

- 920 w węglu odpalając 40 ton MW,

- 180 w skałach otaczających pokłady odpalając 35 ton MW.

Oprócz wyżej wymienionych metod, podejmowane są także szerokie działania w zakresie obudów wyrobisk górniczych i ich wzmocnienia. Obecnie dostępne wysokopodporowe zmechanizowane obudowy ścianowe w zasadzie w zadowalający sposób zabezpieczają wyrobiska ścianowe przed skutkami wstrząsów i tąpnięć. nierozwiązany problem istnieje w odniesieniu do wyrobisk korytarzowych, w których dotychczas stosowane obudowy nie zabezpieczają w dostateczny sposób wyrobisk nawet przy wstrząsach o średnich już energiach rzędu  $10^4$  J. Dla zwiększenia odporności obudowy chodnikowej na obciążenia dynamiczne stosowane jest, niezależnie od profilów o wyższych wskaźnikach wytrzymałościowych (V-29, V-36, V-44), wiele rozwiązań jej wzmocnienia, polegających na stosowaniu podciągów, obudowy poligonowej, stalowych rozpór dwustronnego działania, a także obudowy zamkniętej.

Poza wymienionymi wyżej metodami i środkami doraźnego ograniczania zagrożenia, podejmowane są przez Kierownictwa kopalń i służby tąpnięć na szeroką skalę działania organizacyjne zmierzające do:

- maksymalnego ograniczenia liczebności załogi zatrudnionej w strefach zagrożenia,
- sterowania elementami technologii lub jej zmianie,
- automatyzacji ciągów odstawy urobku i transportu materiałów,
- zmiany koncentracji robót,
- wprowadzania telewizji przemysłowej na drogach odstawy urobku,
- wyłączania wyrobisk z ruchu,
- odpowiedniego szkolenia załóg górniczych i służb profilaktyki tąpniowej.

W tym zakresie w kopalniach RSW S.A. uzyskano w ostatnim okresie liczące się rezultaty. Przykładem powyższego są prowadzone roboty górnicze w rejonach o najwyższym zagrożeniu tąpnięciami, a mianowicie:

- w KWK "Halemba" w partii „F” w pokł. 504 " ściany 2 i 3 i w pokł. 415 ściana 2,
- w KWK "Polska-Wirek" w pokł. 507 ściana 11/B i w pokł. 510 ściana 6/B,
- w KWK "Pokój" w pokł. 504 ściany 421 i 406 i w pokł. 510 ściana 012,
- w KWK "Bielszowice" w pokł. 507 ściany 303 i 304 oraz w pokł. 502 ściana 772.

W sytuacjach szczególnych, gdzie nie można ograniczyć zagrożenia tąpnięciami, wstrzymuje się prowadzenie robót i opracowuje nowe projekty lub w ostateczności podejmuje się zaniechanie eksploatacji tych partii pokładów. Przykładem takich działań w 1999 roku było zaniechanie wybierania bardzo groźnego pokładu 507 w partii centralnej ścianą 303 oraz zmiany w projektach robót w pokładach 507/B oraz w pokładzie 416/B w KWK "Polska-Wirek", a także w pokładzie 504 i 510 w KWK „Pokój”.

## 5. Podsumowanie

W niniejszym artykule ujęto w sposób ogólny problematykę związaną z występowaniem i zwalczaniem zagrożenia tąpnięciami w kopalniach RSW S.A. Całokształt zagadnień jest tak obszerny, że niemożliwe jest jego wyczerpujące przedstawienie w jednym artykule.

Kopalnie Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. należą do najbardziej zagrożonych wstrząsami i tąpnięciami w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, a zagrożenie tąpnięciami nadal będzie w nich najbardziej niebezpiecznym z zagrożeń naturalnych.

Stosowane w kopalniach metody rozpoznania i bieżącej oceny zagrożenia tąpnięciami oraz ograniczające go środki techniczne i technologiczne przyczyniają się do zmniejszenia liczby tąpnięć i ich skutków, mimo stale pogarszających się obiektywnych czynników powodujących wzrost tego zagrożenia.

Służby do spraw tępnięć nie tylko szeroko stosują w praktyce wszystkie znane metody prognozy zagrożenia tąpnięciami, ale stale poszukują (we współpracy z ośrodkami badawczymi) nowych rozwiązań, usprawniających proces ciągłej obserwacji górotworu oraz oceny stanu zagrożenia i skuteczności stosowanej profilaktyki tąpniowej.

Doświadczenia praktyczne kopalń Rudzkiej Spółki Węglowej S.A. potwierdzają, że dobór optymalnych parametrów prowadzenia robót górniczych w dostosowaniu do istniejących warunków geologiczno-górnictwowych jest podstawowym sposobem ograniczenia zagrożenia tąpnięciami. Natomiast w rejonach o skomplikowanych warunkach geologiczno-górnictwowych, gdzie działania długofalowe nie pozwalają na likwidację zagrożenia, stosowane są doraźne metody i środki przeciwdziałania zagrożeniu. Całkowitą eliminację tępnięć uniemożliwiają obiektywne przesłanki wynikające ze specyficznej budowy siodła głównego oraz istniejących uwarunkowań technologicznych i technicznych.

Analiza zagrożenia tąpnięciami w latach 1999 – 2000 wskazuje, że organizacja (głównie ograniczenie do niezbędnego minimum) przebywania załogi w rejonach szczególnie zagrożonych stanowi bardzo istotny czynnik mogący zdecydowanie wpływać na liczbę wypadków w razie zaistnienia tępnięć.

Problematyką tępnięć w skali RSW S.A. zajmuje się łącznie kilkadziesiąt osób wyspecjalizowanej kadry inżyniersko-technicznej. Ponadto oddziały wierceń i profilaktyki tąpniowej grupują około 150 pracowników i posiadają niezbędny sprzęt wiertniczy. Rudzka Spółka Węgla S.A. prowadzi szeroką współpracę z licznymi placówkami naukowo-badawczymi w problematyce zwalczania tępnięć.

Należy sądzić, że wszystkie poczynania w zakresie oceny i zwalczania zagrożenia tąpnięciami prowadzić będą do zmniejszania skutków zjawisk dynamicznych w wyrobiskach górniczych mimo eksploatacji w coraz trudniejszych warunkach.

#### Literatura

- [1] Filcek H., Kłeczek Z., Zorychta A. 1984: Poglądy i rozwiązania dotyczące tępnięć w kopalniach węgla kamiennego. Zeszyty Naukowe AGH, Górnictwo z. 123, Kraków.
- [2] Goszcz A. 1992: Tąpnięcia stropowe - możliwości ich prognozowania i zapobiegania. Konferencja pt. Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia tąpnięciami w kopalniach węgla kamiennego, Ustroń.
- [3] Konopko W. 1994: Doświadczalne podstawy kwalifikowania wyrobisk górniczych w kopalniach węgla kamiennego do stopni zagrożenia tąpnięciami. Prace GIG, Komunikat nr 795, Katowice.
- [4] Zeszyty Naukowe AGH nr 1071 - Seria Górnictwo, Kwartalnik, Rok 10, Zeszyt 2, Kraków 1986.
- [5] Raport roczny (1999) o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego. GIG – Katowice, 2000.

### **The rock-burst hazard at the R.S.W. JSC coal mines**

The rock burst hazard is currently one of the most dangerous natural hazards daily faced by RSW JSC mines face. The factors which determine this hazard are: structure of rock mass, great depth of deposit and remainders and edges which concentrates stresses. This article concisely describes the current state and conditions of tremor and rock burst hazards present at R.S.W. JSC coal mines. Formation of tremor and rock burst hazards at R.S.W. JSC coal mines on a background of tremor and rock burst hazards at whole USCB has been characterised for period 1999 – 2000. Also main directions of researches aiming for better understanding of tremor and rock-bump occurrences, and for reduction their negative effects as well as active liquidation of those hazards have been presented.

*Przekazano: 30 marca 2001*