

**Dr inż. Piotr Mocek, Politechnika Śląska w Gliwicach, Katedra Zarządzania i Inżynierii Bezpieczeństwa**

**III Ogólnopolska konferencja naukowa dla studentów i młodych pracowników naukowych.. pt.: „Organizacja służb ratowniczych w sytuacjach kryzysowych- planowanie, reagowanie, profilaktyka”**

Poznań 10.06.2016r.

**Organizator: Wyższa Szkoła Bezpieczeństwa w Poznaniu**

Referat pt.:

**Wady i zalety systemów bezpieczeństwa funkcjonujących w kopalniach węgla kamiennego.**

**Piotr Mocek**

Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice

## **WADY I ZALETY SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA FUNKCJONUJĄCYCH W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SAFETY SYSTEMS OPERATING IN COAL MINES.**

### **1. Wprowadzenie**

Katastrofy ostatnich lat w polskim górnictwie węglowym (Tabela nr 1) związane z zapłonem i wybuchem metanu, wypiętrzeniem spągu i zaciśnięciem wyrobiska, tąpnięciem, występowaniem atmosfery niezdanej do oddychania, zagrożeniem pożarowym czy wybuchem pyłu węglowego nasuwają dwa zasadnicze pytania: Co było przyczyną tych zdarzeń? i Czy zdarzeniom tym można było zapobiec?.

Tabela nr 1: Lista największych katastrof górniczych w Polsce.<sup>1</sup>

| Data zdarzenia      | Miejsce zdarzenia                     | Liczba ofiar | Przyczyna zdarzenia   |
|---------------------|---------------------------------------|--------------|---|
| 18 kwietnia 2015    | KWK Wujek „Ruch Śląsk”<br>Ruda Śląska | 2            | Wypiętrzenie spągu i zaciśnięcie wyrobiska wskutek odprężenia górotworu |
| 6 października 2014 | KWK „Mysłowice –Wesoła”<br>Mysłowice  | 5            | Zapłon i wybuch metanu  |
| 18 września 2009    | KWK Wujek „Ruch Śląsk”<br>Ruda Śląska | 20           | Zapłon i wybuch metanu  |
| 4 czerwca 2008      | KWK „Borynia”<br>Jastrzębie Zdrój     | 6            | Wybuch metanu   |
| 21 listopada 2006   | KWK „Halemba”<br>Ruda Śląska          | 23           | Wybuch metanu i pyłu węglowego  |
| 2 lutego 2002       | KWK „Jas-Mos”<br>Jastrzębie Zdrój     | 10           | Wybuch pyłu węglowego   |
| 23/24 lutego 1998   | KWK „Niwka-Modrzejów”<br>Sosnowiec    | 6            | Penetracja nieużywanego i pozbawionego tlenu wyrobiska                  |
| grudzień 1996       | KWK „Bielszowice”<br>Ruda Śląska      | 5            | Tąpnięcie i wybuch metanu   |
| 11 września 1995    | KWK „Polska-Wirek”<br>Ruda Śląska     | 5            | Tąpnięcie   |
| Wrzesień 1993       | KWK „Miechowice”<br>Bytom             | 6            | Tąpnięcie   |
| 7 marca 1991        | KWK „Halemba”<br>Ruda Śląska          | 5            | Tąpnięcie   |

W dobie wszechobecnego stosowania w kopalniach węgla kamiennego systemów monitorowania zagrożeń górniczych wydawać by się mogło, że do takich katastrof nie powinno dochodzić, a jednak coraz częściej słyszy się w środkach masowego przekazu o wypadkach zbiorowych i ofiarach wśród górników kopalń węgla kamiennego. Na pewno jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest coraz

<sup>1</sup>[https://pl.wikipedia.org/wiki/Katastrofy\\_g%C3%B3rnicze\\_w\\_Polsce](https://pl.wikipedia.org/wiki/Katastrofy_g%C3%B3rnicze_w_Polsce)

głębiej prowadzona eksploatacja pokładów węgla kamiennego powodują wzrost liczby robót wybierkowych dokonywanych w warunkach współwystępowania zagrożeń skojarzonych czyli takich, które występując jednocześnie w jednym miejscu mogą wpływać na inicjację, intensywność oraz przejawy swojego występowania. Wzajemne oddziaływanie między zagrożeniami może bowiem obejmować różne formy i stany występowania istniejących zagrożeń naturalnych wśród, których można wyróżnić: zupełnie nowe nieznanne wcześniej zagrożenia, zmiany intensywności występowania danego zagrożenia lub inicjowanie form katastroficznych znanych zagrożeń. Przykładem może tu być niekontrolowane pojawienie się pożaru endogenicznego w wyrobiskach górniczych, w których w sposób naturalny występuje metan co może spowodować jego zapalenie, a w konsekwencji wybuch nagromadzonego pyłu węglowego powstałego w wyniku prowadzonego procesu technologicznego. Efektywność stosowania działań prewencyjnych w takim przypadku jest znacznie ograniczona mimo najlepszych systemów monitoringu zagrożeń. Inną przyczyną wadliwego bądź ograniczonego działania systemów kontroli zagrożeń może być też sam człowiek, oddziaływując świadomie bądź nieświadomie na system monitoringu zagrożeń zmienia wskazania poszczególnych czujników, co może wynikać z wszechobecnej presji na wydobywanie węgla lub nieznanostwo zasad funkcjonowania systemów monitoringu górniczego.

Prezentowany artykuł będzie zatem próbą wskazania wady i zalety systemów bezpieczeństwa funkcjonujących w kopalniach węgla kamiennego.

## **2. Podstawy prawne.**

Realizacja procesu zarządzania zagrożeniami górniczymi w kopalniach opiera się na zapisach Prawa Górniczo Geologicznego z którego wynika iż:

Art. 73. Przedsiębiorca jest obowiązany w szczególności<sup>2</sup>:

1) rozpoznawać zagrożenia związane z ruchem zakładu górniczego i podejmować środki zmierzające do zapobiegania i usuwania tych zagrożeń, w tym oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe występujące w ruchu zakładu górniczego oraz stosować niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające to ryzyko,

2) posiadać odpowiednie środki materialne i techniczne oraz właściwie zorganizowane służby ruchu do zapewnienia bezpieczeństwa pracowników i bezpieczeństwa ruchu zakładu górniczego.

oraz przepisów niższej rangi jak np. Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r.<sup>3</sup> w którym stwierdzono że:

§ 8. 1. W zakładzie górniczym powinna być zorganizowana i wyposażona w odpowiednie środki techniczne służba dyspozytorska ruchu.

---

<sup>2</sup>Prawo Górniczo Geologiczne (Dz.U. z 2011 nr 163 poz. 981 z późniejszymi zmianami)

<sup>3</sup>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 poz. 1169, z 2006 r. nr 124 poz. 863 oraz z 2010 r. poz. 855)

2. Zadaniem służby dyspozytorskiej ruchu jest bieżąca kontrola ruchu i stanu bezpieczeństwa wykonywania pracy.

§ 28. 1. Zakład górniczy wyposaża się w: (...)

b) system kontroli stanu zagrożeń.

§ 309. W zakładzie górniczym ... powinna być zorganizowana służba zwalczania zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

§ 325.1. W zakładach górniczych ... organizuje się:

- 1) służby do spraw tupań,
- 2) stacje geofizyki górniczej, (...)

§ 347.1. Zakład górniczy powinien posiadać:

- 1) odpowiednio zorganizowaną i wyposażoną służbę przeciwpożarową.

### **3. Informatyczne systemy wspomagające zarządzanie bezpieczeństwem.**

**Systemy informatyczne** wspomagające zarządzanie bezpieczeństwem w górnictwie to przede wszystkim systemy telemetryczne, czyli przesyłające wartości pomiarowe na odległość najczęściej między czujnikami zlokalizowanymi w wyrobiskach górniczych, a dyspozytornią na powierzchni. Najczęściej występującymi systemami na kopalni są systemy sejsmiczne/sejsmoakustyczne, systemy łączności, systemy gazometryczne oraz systemy alarmowania. Połączenie wszystkich powyższych systemów w znaczący sposób wpływa na zwiększenie bezpieczeństwa osób pracujących pod ziemią i jest wymogiem wielu przepisów prawa górnictwa geologicznego.

#### **3.1. Systemy gazometryczne.**

Systemy te są rodzajem telemetrii, służącej do zdalnego pomiaru parametrów atmosfery w wyrobiskach górniczych. Mierzone są przede wszystkim zawartości metanu, tlenu, tlenku węgla, dwutlenku węgla, temperatura i prędkość przepływu powietrza. W tym celu wykorzystywane są różne metody pomiarowe, takie jak katalitycznego spalania, interferencyjna, półprzewodnikowa, elektrochemiczna, termokonduktometryczna, czy pochłaniania promieniowania podczerwonego. Systemy gazometryczne rejestrują zmierzone wartości, a w razie potrzeby generują alarmy i ostrzeżenia (wizualne i akustyczne).

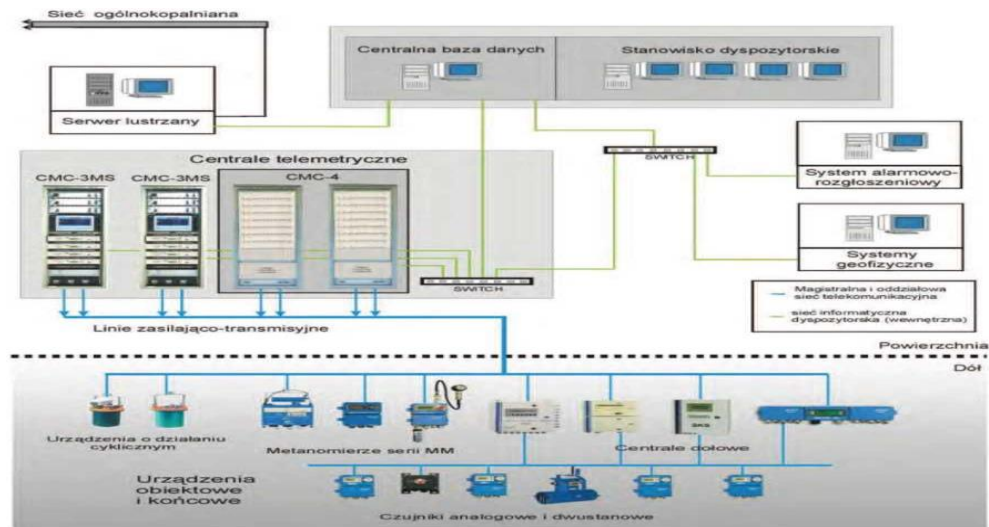
Najważniejszą funkcją systemów gazometrycznych jest wyłączenie energii elektrycznej, gdy stężenie danego gazu przekroczy wartość progu alarmowego.

Systemy telemetryczne (Rysunek nr 1) składają się przede wszystkim z:

a) mierników / czujek

- metanu - służą do tego tzw. metanomierze posiadające dodatkowo styk wyłączający,
- tlenu, tlenku węgla, dwutlenku węgla - tzw. CO-mierze i czujniki dymu oraz innych gazów (np.),
- temperatury - tzw. czujniki temperatury
- różnicy ciśnień, - tzw. barometry
- pomiaru prędkości powietrza - tzw. anemometry,

- b) układów wyłączania zasilania,
- c) systemów teletransmisji,
- d) stacji dołowych,
- e) systemów wizualizacji,
- f) central telemetrycznych.



Rysunek nr 1. Schemat poglądowy systemu SMP-NT/A<sup>4</sup>

### 3.2. Systemy seismologiczne/seismoakustyczne.

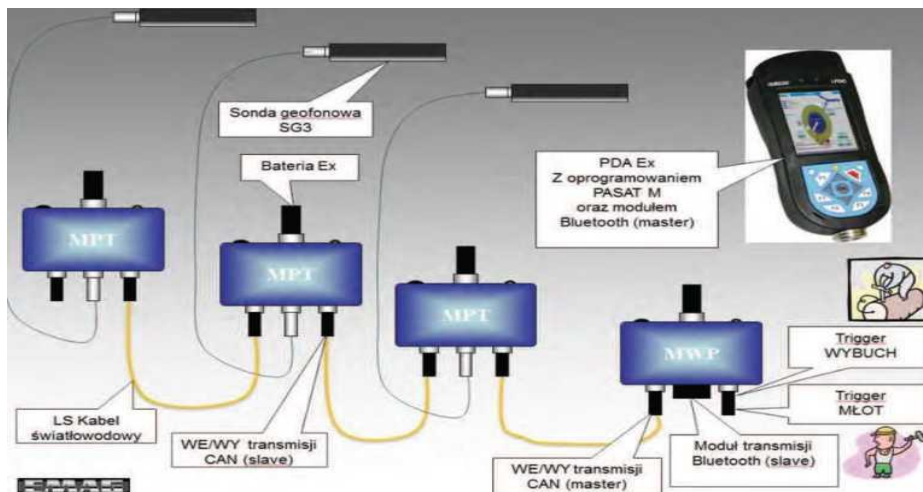
Systemy te w kopalniach służą do oceny zagrożenia seismicznego, zagrożenia tąpnięciami, zagrożenia wyrzutami gazów i skał, badania stateczności masywu skalnego w eksploatacji, oraz oceny skuteczności profilaktyki tąpniowej. Systemy te wykorzystują techniki informatyczne i urządzenia geofizyczne. Główną zaletą stosowanych w nich metod geofizycznych jest możliwość nieinwazyjnej obserwacji dużych obszarów masywu skalnego w warunkach rzeczywistych. Poza tym systemy seismologiczne i seismoakustyczne służą do głównie pozyskiwania informacji dotyczących charakterystyki ognisk wstrząsów i ich interpretacji (m.in. energii seismicznej, lokalizacji i aktywności seismicznej), automatycznego, bieżącego rejestrowania zmian naprężeń górotworu, obserwowania seismiczności górotworu w obrębie eksploatowanej ściany wydobywczej, wyznaczania parametrów źródła seismicznego, analizy danych oraz automatycznej wizualizacji wykrytych seismogramów wstrząsów.

W skład takich systemów wchodzi przede wszystkim cyfrowa aparatura seismologiczna, oprogramowanie obsługujące, geofony o różnych częstotliwościach, iskrobezpieczna część dołowa, stacja i komputer

<sup>4</sup>Trenczek S., Wojtas P.: *Rozwój pomiaroznawstwa stosowanego od pomiarów wskaźnikowych do monitorowania i nadzorowania bezpieczeństwa*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Seria: Studia i Materiały - nr 32, Wrocław 2006, s. 327-339.

przetwarzający. Systemy sejsmologiczne i sejsmoakustyczne, podobnie jak systemy gazometryczne, rejestrują zmierzone wartości, by w razie potrzeby generować alarmy i ostrzeżenia, wizualne oraz akustyczne. Przykładami tych systemów są:

- system mikrosejsmiczny typu ARAMIS
- system przetwarzania i wizualizacji zjawisk sejsmicznych ARAMIS Win
- system sejsmoakustyczny typu ARES
- system obserwacji sejsmologicznych SOS GIG
- system HESTIA
- system przenośny PASAT M



Rysunek nr 2. Schemat blokowy aparatury PASAT M<sup>5</sup>

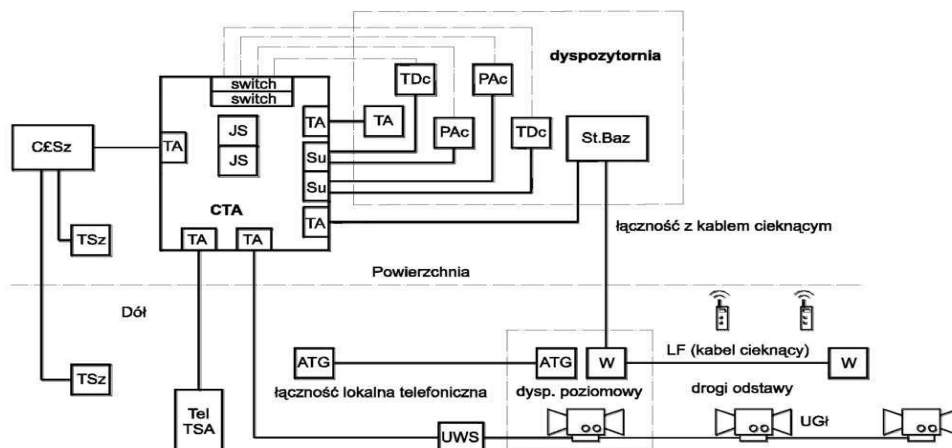
### 3.3. Systemy łączności w górnictwie.

Górniczne systemy łączności możemy podzielić na:

- a) systemy łączności telefonicznej przewodowej, w której wyróżniamy następujące klasy:
  - ogólnokopalniana,
  - dyspozytorska, w biurach kierownictwa zakładu i w dyspozytorniach jako systemowe telefony cyfrowych central telefonicznych,
  - lokalna, stosowana w danych ciągach technologicznych, głównie w dołowych punktach technologicznych i w szybach.
- b) iskrobezpieczne systemy łączności dołowej, składające się przede wszystkim z iskrobezpiecznych telefonów dołowych z klawiaturami numerycznymi,
- c) systemy łączności alarmowej, łączące funkcje łączności telefonicznej wraz z alarmowaniem załogi w razie wystąpienia zagrożenia,

<sup>5</sup>Oset K., Ptak M.: Możliwości badawcze przenośnej iskrobezpiecznej aparatury sejsmicznej PASAT M. Przegląd Górniczy, 2012 nr 7, s. 118-125.

- d) urządzenia lokalnej łączności głośnomówiącej, wykorzystywane najczęściej w ciągach technologicznych w ścianach eksploatacyjnych i na drogach odstawy przenośnikowej,
- e) systemy radiowe, rozległe w zasadniczych wyrobiskach kopalni, mające możliwość połączenia ich z systemami dyspozytorskimi, oraz lokalne, używane m.in. w traktach przewodowych, szybach i ścianach.



Rysunek nr 3. Struktura zintegrowanego systemu łączności fonicznej i alarmowania w kopalniach<sup>6</sup>

- f) systemy łączności dla akcji ratowniczych, czyli centrale abonenckie lokalne z rejestratorami rozmów, oraz cyfrowe centrale telefoniczne z telefonami systemowymi, umieszczone w pomieszczeniach przebywania kierownika akcji, sztabu akcji oraz w kopalnianej stacji ratownictwa górniczego, umożliwiając im kierowanie akcjami ratowniczymi. Zastępy ratownicze biorące udział w akcji ratowniczej, do kontaktowania się z bazą ratowniczą na dole i sztabem akcji korzystają z:
- urządzeń łączności ratowniczej (UŁR) z podłączonym telefonem ratownika do telefonu bazowego poprzez symetryczną linię kablową,
  - systemów wspomaganie akcji, wykorzystujących przewód promieniujący.
- Wraz z przemieszczaniem się zastępów ratowniczych symetryczna linia kablowa i przewód promieniujący są rozwijane.

### 3.4. Systemy dyspozytorskie nadzoru ruchu kopalni

Głównymi zadaniami systemów dyspozytorskich jest monitorowanie i wizualizacja określonych parametrów mających wpływ na bezpieczeństwo załogi i zakładu. Wśród systemów dyspozytorskich nadzoru ruchu kopalni najbardziej

<sup>6</sup>Wojaczek A., Wojtas M. Systemowe podejście do telekomunikacji zakładu górniczego. Mechanizacja i Automatykacja Górnictwa. R. 47 nr 6. Katowice 2009r. s. 29-36.

liczącymi się na polskim rynku są system ZEFIR, produkowany przez laboratorium oprogramowania Prunella, oraz system SD2000 firmy EMAG. Istnieje również system dyspozytorski MINTECH, ale praktycznie został on wyparty przez wyroby Prunelli i EMAGu.

Istotną rolę w tej grupie odgrywają też takie systemy jak SWAR-1 (system wspomagający akcję ratowniczą), system monitorujący pracę kompleksu ścianowego SMoK firmy Somar, dyspozytorski system monitorujący pracę kombajnu ścianowego SAURON (Sterowania, Automatykacji Ruchu Orz Nadzoru) firmy RNT, moduł raportów i analiz MRA oraz system wspomagania dyspozytora metanometrii SW $\mu$ P-3 firmy HASO, System teletransmisji, wizualizacji i sterowania FOD, a także zintegrowany system iskrobezpiecznej łączności telefonicznej i dyspozytorskiej alarmowo - rozgłoszeniowej STAR firmy TELVIS.

### **3.5. Systemy wspomagające.**

Informatyczne systemy zarządzania bezpieczeństwem w górnictwie, takie jak systemy monitorowania przejawów stanów zagrożeń, czy systemy dyspozytorskie nadzoru ruchu kopalni uzupełniane są przez mniejsze i nieco prostsze systemy. Możemy tu wymienić klasyczny monitoring przemysłowy i monitoring wizyjny, w którym to specjalizuje się firma FAMUR. Monitoring ten jest dostosowany do pracy w trudnych warunkach kopalnianych.

Ognioszczelne kamery dołowe monitoringu wizyjnego typu CAM-I charakteryzują się budową przeciwwybuchową i przeznaczone są do pracy w wyrobiskach zaliczanych do klasy A lub B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, oraz do stopnia „a”, „b” i „c” zagrożenia wybuchem metanu. Poprzez zastosowanie reflektora podczerwień kamery te są przystosowane do pracy w warunkach całkowitej ciemności (0 lx). Sygnał wizyjny przesyłany jest z kamer za pomocą sieci Ethernet.

Do systemów wspomagających można zaliczyć też system iRYS firmy KOMAG, czyli System identyfikacji maszyn, urządzeń, środków trwałych oraz transportu. Składa się on z pięciu rodzajów oprogramowania:

- a) Oprogramowanie do identyfikacji urządzeń i maszyn, które są wykorzystywane na powierzchni zakładów górniczych,
- b) Oprogramowanie do ewidencji urządzeń i maszyn dołowych,
- c) Oprogramowanie do identyfikacji urządzeń przeciwwybuchowych,
- d) Oprogramowanie monitorowania i identyfikowania środków transportu podziemnego,
- e) Oprogramowanie do ewidencji środków trwałych, będących wyposażeniem biur.

### **3.6. Zintegrowane systemy wspomagające zarządzanie zagrożeniami górnictwem**

W celu zwiększenia bezpieczeństwa pracowników zakładów górniczych powstają też zintegrowane systemy wspomagające zarządzanie zagrożeniami górnictwem. Opracowana w nich jest metodyka oceny stanów współwystępujących zagrożeń naturalnych w górnictwie, narzędzie informatyczne do zarządzania nimi,



a także związanego z tymi zagrożeniami ryzyka zawodowego pracowników. Głównym zadaniem oprogramowania systemu jest zbieranie, przetwarzanie i dystrybuowanie informacji o zagrożeniach, a następnie praktyczna ocena stanów zagrożeń i wynikającego z nich ryzyka zawodowego.

W Głównym Instytucie Górnictwa, przy współpracy z naukowcami Instytutu Techniki Innowacyjnych EMAG, powstał w tym celu „Informatyczny system wspomagania kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem. W systemie tym zostały uwzględnione zagrożenia: metanowe, pożarami endogenicznymi, tąpnięciami, wybuchem pyłu węglowego, wodne, klimatyczne, radiacyjne, wyrzutami skał i gazów, a także działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia. W systemie przyjęto dwa podziały poziomu zagrożeń: potencjalny i rzeczywisty. Pierwszy określany jest na podstawie klasyfikacji i zaliczeń, jakie są dokonywane dla danego rejonu projektowanej eksploatacji. W poziomie rzeczywistym zaś poziom zagrożeń określa się na podstawie parametrów, jakie są istotne dla danych warunków.

System skupiony jest głównie na zagrożeniach skojarzonych, które mają charakter dynamiczny, i przyjmuje się dla nich:

- a) z rejonu ściany:
  - energię maksymalnego wstrząsu górotworu, jaki miał miejsce w danym miesiącu,
  - najmniejszą odległość epicentrum wstrząsu,
  - Sumaryczną energię wstrząsów danego miesiąca,
- b) stężenie metanu w powietrzu wylotowym, metanowość bezwzględną, metanowość wentylacyjną, zdolność wentylacyjną rozrzedzenia metanu do wartości dopuszczalnych,
- c) intensywność osiadania pyłu węglowego (30 i 50 m. od ściany),
- d) wskaźnik Grahama, ilość tlenu węgla w wylotowym prądzie powietrza, przyrost stężenia tlenu węgla,
- e) maksymalną temperaturę powietrza, temperaturę pierwotną górotworu i minimalną intensywność chłodzenia.

Poza wymienionymi powyżej systemami, istnieje szereg innych, mniej zintegrowanych systemów, które wspomagają zarządzanie zagrożeniami górnictwem. Obejmują one zarówno systemy gazometryczne, geofizyczne, telekomunikacyjne, jak i elektrotechniki oraz automatyki przemysłowej. Dwa ostatnie obejmują m.in. zespoły zabezpieczeń blokujących, sterowanie napędem wentylatorów lutniowych, układy regulacji napędów wentylatorów głównego przewietrzania, napędów pomp, oraz sterowanie i monitorowanie pompowni głębinowych<sup>7</sup>.

#### **4. Praktyczna ocena tematu badawczego**

Przedmiotem badań na potrzeby niniejszego artykułu była ocena przydatności i funkcjonalności najczęściej stosowanych w polskich kopalniach węgla kamiennego systemów monitorujących stan bezpieczeństwa pracy.

Przeprowadzone badania pozwoliły:

---

<sup>7</sup>Kabiesz J., Iwaszenko S.: Zintegrowany system zarządzania zagrożeniami. Biuletyn Informacji Publicznej, 2008, <http://www.wnp.pl/wiadomosci/zintegrowany-system-zarzadzania-zagrozeniami-w-kopalniach-koncepcja-rozwiazania,-4417.html>

- a) zidentyfikować wady i zalety systemów bezpieczeństwa stosowanych na kopalniach węgla kamiennego,
- b) ustalić najczęstsze nieprawidłowości występujące podczas obsługi stosowanych systemów bezpieczeństwa,
- c) określić zagrożenia, które mogą prowadzić do katastrof górniczych w związku z błędnym odczytem wskazań poszczególnych elementów systemu.

W celu uzyskania skonkretyzowanych wyników dla potrzeb pracy wykorzystano takie metody badawcze jak:

- a) lista kontrolna,
- b) badania ankietowe,
- c) analizę SWOT.

#### **4.1 Lista kontrolna obiektu**

Lista kontrolna dotycząca systemów bezpieczeństwa i monitorowania zagrożeń występujących w kopalni została opracowana w celu identyfikacji obszarów problemowych mających związek z techniczną obsługą posiadanych systemów i baz danych zwłaszcza przez osoby dozoru kopalń oraz dyspozytorów ruchu. Powstała ona na podstawie obowiązujących przepisów prawa górniczo-geologicznego (rozdział drugi artykułu) oraz zakładowych przepisów wewnętrznych mających na celu poprawę bezpieczeństwa pracy.

W badaniu wzięły udział osoby dozoru z działów: górniczych, wentylacji, łąpan, energomechanicznego, szybowego, i dyspozytorzy ruchu czterech śląskich kopalń. Wyniki listy zestawiono z własnymi obserwacjami (tabela nr 2.).

Jak wynika z przeprowadzonej analizy ankietowani dobrze orientowali się w systemach wykorzystywanych w ich działach zwłaszcza jeśli idzie o głównych inżynierów i kierowników działu, których praca ma formę menadżersko-organizacyjną. Niestety nie orientują się oni zbyt dobrze w zakresach działania systemów bezpieczeństwa, wykorzystywanych przez inne jednostki organizacyjne kopalni. Znacznie gorzej sprawa wygląda z osobami funkcyjnymi, które zatrudnione są na różnych zmianach w ciągu doby, zwłaszcza chodzi tu osoby dozoru wyższego. Okazuje się, że pracownicy ci nie mają zbyt wiele czasu by wgłębić się w zagadnienia dotyczące pracy tych systemów ponieważ na co dzień więcej czasu spędzają w ruchu na dole nadzorując poszczególne roboty górnicze niż przed komputerem, ale znają przynajmniej podstawowe moduły systemu bezpieczeństwa stosowanego w ich działach. Najlepszą wiedza na temat stosowania systemów bezpieczeństwa na kopalniach wykazali się dyspozytorzy ruchu, których praca polega na bieżącej obsłudze tych systemów i monitorowaniu stanów zagrożenia.

Okazuje się jednak, że ich wiedza teoretyczna nie zawsze współgra z wiedzą praktyczną i warunkami występującymi w wyrobiskach górniczych na dole kopalni. Ingerencja bowiem pracowników dołowych w rozmieszczone urządzenia systemów ostrzegawczych i pomiarowych może zniekształcić rzeczywistość odbieraną na stanowisku dyspozytorskim i utrudnić bądź czasem uniemożliwić podejmowanie trafnych decyzji związanych z prowadzeniem ruchu zakładu górniczego lub akcji.

**Tabela nr 2:** Przykładowe pytania i wyniki list kontrolnych przeprowadzonych wśród osób dozoru, kierownictwa, dyspozytorów ruchu oraz innych pracowników funkcyjnych.

| L.p. | Pytanie   | Odp. |     | Ocena pkt. od 1 do 5 |                   |                       |                        |                           |
|------|---|------|-----|----------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
|      |   | tak  | nie | Dyspozytorzy ruchu   | Kierownicy Działu | Osoby dozoru wyższego | Osoby dozoru średniego | Inni pracownicy funkcyjni |
| 2    | Który z systemów bezpieczeństwa stosowany jest w twoim dziale: gazometryczny, sejsmiczny, łączności ?                   | -    |     | 5                    | 5                 | 3                     | 2                      | 4                         |
| 4    | Jak oceniasz swoją znajomość systemów bezpieczeństwa i umiejętność poruszania się w nich                                | -    |     | 5                    | 4                 | 2                     | 1                      | 3                         |
| 7    | Czy potrafisz przy pomocy systemu informatycznego określić źródło zagrożenia i wskazać jego obszar?                     | -    |     | 5                    | 5                 | 4                     | 2                      | 3                         |
| 9    | Czy wiesz do kogo należy się zwrócić w przypadku utraty łączności i podglądu w system informatyczny?                    |      | -   | 5                    | 4                 | 3                     | 1                      | 2                         |
| 11   | Jakie zagrożenia monitorują systemy bezpieczeństwa stosowane na kopalni?  |      | -   | 5                    | 4                 | 3                     | 1                      | 2                         |
| 17   | Czy systemy informatyczne stosowane na kopalni są zabezpieczone przed wprowadzaniem w nich zmian przez osoby postronne? |      | -   | 4                    | 3                 | 2                     | 2                      | 3                         |
| 18   | Jakie procedury bezpieczeństwa są stosowane w kopalnianych systemach informatycznych?                                   |      | -   | 4                    | 3                 | 1                     | 1                      | 1                         |
| 21   | Gdzie i jakie dokumenty i inne dane lub zapisy są przechowywane w systemach informatycznych.                            |      | -   | 4                    | 2                 | 1                     | 1                      | 2                         |
| 22   | Jak metody pomiarowe wykorzystywane są w systemach gazometrycznych na państwa kopalni?                                  |      | -   | 4                    | 3                 | 1                     | 1                      | 2                         |
| 25   | W jakich odstępach czasowych przesyłane są odczyty parametrów środowiska pracy na dole do rejestratorów na powierzchni? | -    |     | 5                    | 4                 | 2                     | 2                      | 3                         |
| 27   | Jak zasilane są systemy monitorujące zagrożenia na państwa kopalni?   |      | -   | 4                    | 3                 | 2                     | 1                      | 3                         |
| 28   | Jakie elementy wchodzi w skład systemu sejsmoakustycznego kopalni?  | -    |     | 5                    | 5                 | 4                     | 3                      | 4                         |
| 30   | Jak działa system łączności alarmowej na dole kopalni?  | -    |     | 5                    | 5                 | 4                     | 4                      | 3                         |
| 32   | Jak i gdzie można sprawdzić stan pracy maszyn i urządzeń zainstalowanych na dole?                                       | -    |     | 5                    | 4                 | 3                     | 1                      | 2                         |
| 37   | Jak sprawdza się poprawność działania systemu monitorującego zagrożenia?  |      | -   | 4                    | 3                 | 2                     | 2                      | 4                         |
| 39   | Kto i na czyje polecenie może dokonywać zmian w informatycznych systemach bezpieczeństwa?                               | -    |     | 5                    | 5                 | 4                     | 3                      | 4                         |

Źródło: opracowanie własne

## 5.2 Badania ankietowe

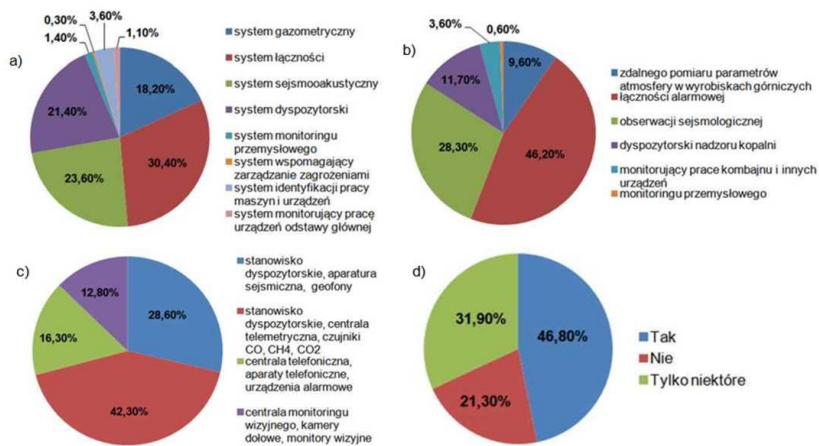
Kwestionariusze ankietowe były przeprowadzone wśród 5 wybranych grup pracowników kopalń mogących korzystać z informatycznych systemów bezpieczeństwa w celu zidentyfikowania problemów, które mogą wystąpić w trakcie ich użytkowania oraz poznania odpowiedzi dotyczących obszarów problemowych.

Ankiety opracowano w czterech blokach tematycznych, które dotyczyły:

- rodzaju systemów bezpieczeństwa stosowanych na kopalniach,
- użytkowania systemów bezpieczeństwa,
- stanu technicznego infrastruktury rejestrująco-pomiarowej systemów,
- znajomości zasad funkcjonowania systemów bezpieczeństwa.

Liczba respondentów, którzy odpowiedzieli na 40 pytań specjalnie przygotowanej ankiety wynosiła odpowiednio 10 kierowników działu, 12 dyspozytorów ruchu, 24 osoby dozoru wyższego, 36 osób dozoru średniego i 8 pracowników funkcyjnych odpowiedzialnych za część informatyczną systemu. Łącznie w badaniu ankietowym brało udział 90 osób.

Wykres 1. Odpowiedzi na pytania: a) Który z systemów informatycznych występuje na Pana kopalni?, b) System SOS stosowany na kopalni to system:?, c) W skład systemu SMP-NT/A wchodzi?, d) Czy Pan wie do czego służą poszczególne systemy bezpieczeństwa na kopalni?.

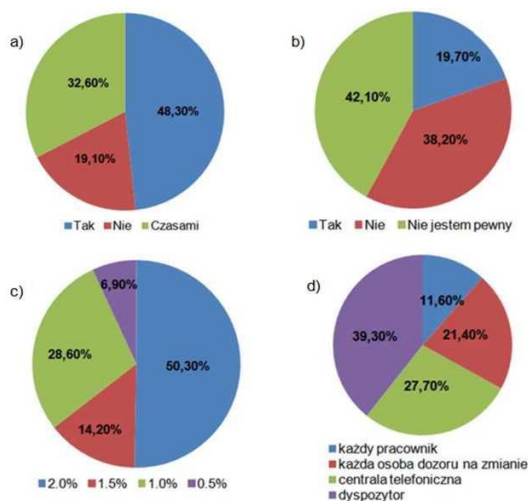


Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie przeprowadzonej ankiety ustalono, iż w obszarze problemowym dotyczącym rodzaju stosowanych systemów bezpieczeństwa (Wykres nr 1) większość ankietowanych zdawała sobie sprawę głównie z istnienia na kopalni systemu gazometrycznego, łączności i systemu sejsmoakustycznego inne systemy ankietowani rozpoznawali znacznie gorzej. Badania wykazały wyraźne podziały organizacyjne jakie występują na kopalni i ich ukierunkowanie na monitorowanie danego zagrożenia. Problem w tym, że przy takim podziale kompetencji o tym jak korzystać z danego systemu wie tylko garstka ludzi i tylko nieliczni pracownicy mogą z niego korzystać w praktyce.

Znacznie więcej problemów pojawiło się w obszarze dotyczącym użytkowania systemów bezpieczeństwa ponieważ ponad połowa ankietowanych ma problemy z odnalezieniem miejsca zabudowy czujników i rejestratorów w wyrobiskach górniczych. Tutaj jedynie pracownicy działu łączności mają gruntowną wiedzę na temat lokalizacji zabudowanych czujników. Dyspozytorzy ruchu fizycznego miejsca zabudowy czujników na dole praktycznie nigdy nie widzieli, a użytkownicy systemu odpowiedzialni bezpośrednio za bezpieczeństwo załogi znają ich lokalizacje tylko częściowo i mają duże problemy z rozróżnieniem czujników (Rysunek nr 2).

Wykres 2. Odpowiedzi na pytania: a) Czy wie Pan gdzie rozmieszczone są czujniki metanometrii automatycznej na dole?, b) Czy wie Pan jak wygląda rejestrator przepływu prędkości powietrza?, c) Przy jakiej zawartości metanu w powietrzu dopływającym do ściany powinno nastąpić wyłączenie urządzeń elektrycznych spod napięcia?, d) Kto ma bezpośrednią możliwość lokalizacji sygnalizatora alarmowego z którego nadano sygnał alarmowy?.

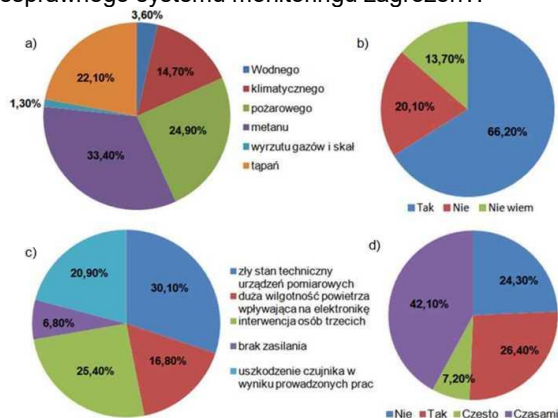


Źródło: Opracowanie własne

Jak się okazuje ankietowani zwłaszcza osoby dozoru średniego zatrudnione na innych zmianach w ciągu doby mają również duży problem z określeniem właściwych progów alarmowych czujników. Ich zaufanie do systemów bezpieczeństwa stosowanych na kopalni i osób je nadzorujących jest bezkrytyczne, w związku z czym tracą swój pierwotny instynkt samozachowawczy mający na celu ograniczenia ryzyka. Takie zachowanie jest oczywiście błędem bo jak pokazują katastrofy ostatnich lat systemy bezpieczeństwa są na tyle skuteczne na ile skuteczni są ludzie, którzy je obsługują. Wystarczy, bowiem, że przez dobę rejestrator np. metanu nie został przebudowany wraz z postępem przodka o kilka metrów i już jego wskazania mogą być inne, a skutki tragiczne ponieważ system nie wyłączył na czas urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem.

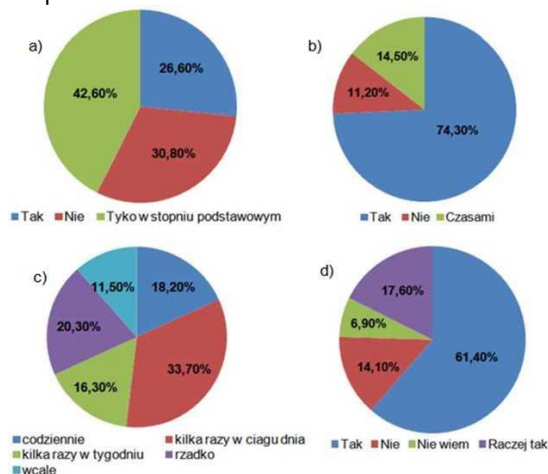
Na wzrost zagrożenia bezpieczeństwa mimo stosowanych systemów ciągłego monitoringu zagrożeń jak wynika z analizy pytań dotyczących stanu technicznego infrastruktury rejestrująco pomiarowej systemów według ankietowanych ma również wpływ: stan techniczny urządzeń rejestrujących i dynamika procesu technologicznego w wyniku, którego często dochodzi do uszkodzeń czujników lub przerwania ich zasilania. Natomiast nic wspólnego z bezpieczeństwem mają sytuacje kiedy w wyniku presji przełożonych i tzw. wydobywania za wszelką cenę ingeruje się w sposób sztuczny we wskazania urządzeń pomiarowych zakłamując ich wyniki lub decyduje się na prowadzenie eksploatacji mimo niesprawnego systemu monitoringu zagrożeń (Wykres nr 3).

Wykres 3. Odpowiedzi na pytania: a) Które z zagrożeń monitorowanych przez system występuje najczęściej w Pana pracy?, b) Czy wszystkie czujniki pomiarowe w nadzorowanych przez Pana wyrobiskach działają poprawnie?, c) Jakie są główne przyczyny wadliwego działania czujników pomiarowych?, d) Czy nadzorował Pan wykonywanie prac górniczych mimo niesprawnego systemu monitoringu zagrożeń?.



Źródło: Opracowanie własne

Wykres 4. Odpowiedzi na pytania: a) Czy potrafi Pan obsługiwać jakiś z systemów bezpieczeństwa?, b) Czy potrafi Pan zinterpretować dane uzyskane z systemu bezpieczeństwa?, c) Jak często korzysta Pan w pracy z systemów identyfikacji zagrożeń?, d) Czy znajomość systemów bezpieczeństwa stosowanych na kopalni ułatwia panu pracę i zwiększa poczucie bezpieczeństwa?.



Źródło: Opracowanie własne

Przeprowadzone badania ankietowe w obszarze znajomości zasad funkcjonowania systemów bezpieczeństwa, jednoznacznie wskazują na fakt, iż większość badanych mimo, iż pełni rolę organizatorów procesu produkcyjnego ma mało czasu na zapoznanie się z częścią techniczną systemów bezpieczeństwa i ich wiedza w tym zakresie wymaga uzupełnienia. Za to opierając się na zdobytym doświadczeniu zawodowym ankietowani potrafią prawidłowo interpretować dane

systemowe we współdziałaniu z osobami je nadzorującymi (kierownik działu, dyspozytor) co zwiększa ich poczucie bezpieczeństwa (Wykres nr 4).

### 5.3. Analiza SWOT

Analiza SWOT, jako narzędzie służące do określania najlepszych kierunków rozwoju badanego obiektu, daje możliwości wskazania działań mających na celu poprawę funkcjonowania obecnego systemu i wyeliminowanie jego słabych stron.

Na podstawie przeprowadzonych badań metodami listy kontrolnej oraz badań ankietowych, można wyróżnić wszystkie cztery aspekty analizy SWOT w odniesieniu do analizowanych systemów bezpieczeństwa funkcjonujących w kopalniach węgla kamiennego. Analiza ta przedstawia się następująco:

#### **Mocne strony:**

- a) stały monitoring wszystkich parametrów górniczego środowiska pracy,
- b) błyskawiczna transmisja i analiza danych,
- c) dostęp do nowych technologii informatycznych i systemów monitoringu,
- d) zorganizowany i rozbudowany system ostrzegania o zagrożeniu połączony z możliwością szybkiego uruchomienia działań profilaktycznych,
- e) zapewniona ciągłość działania w przypadku niespodziewanego zdarzenia o randze katastrofy,
- f) modelowanie i symulacja zagrożeń, jak i pracy urządzeń,
- g) bezpieczne, szeroko-pasmowe łącza przesyłu danych,
- h) rozbudowana sieć łączności alarmowej,
- i) rozbudowane systemy optymalizacji i planowania procesu decyzyjnego.

#### **Słabe strony:**

- a) zbyt duży natłok informacji i kłopoty z jej właściwą analizą,
- b) przeszkody prawne i techniczne w rozwoju istniejących systemów bezpieczeństwa.
- c) nieuprawniona możliwość ingerencji w strukturę systemów,
- d) możliwość zafałszowywania wyników pomiarowych,
- e) błędy ludzkie,
- f) niska wiedza użytkowników systemu,

#### **Szanse:**

- a) nowe sposoby zbierania i klasyfikacja danych,
- b) nowe technologie łączenia i analizy informacji o zagrożeniach skojarzonych,
- c) technologie przetwarzania obrazu,
- d) optymalizacja systemów i technologii wspomagania decyzji,
- e) poprawa świadomości i wiedzy użytkowników o zagrożeniach,
- f) wprowadzenie jednolitych standardów w zakresie logicznych i fizycznych protokołów transmisji w górniczych systemach telemetrycznych w systemach bezpieczeństwa i łączności.

#### **Zagrożenia:**

- a) zapaść ekonomiczna górnictwa węglowego,
- b) wyeksploatowany sprzęt rejestrująco-pomiarowy,
- c) coraz trudniejsze warunki górniczo geologiczne sprzyjające występowaniu zagrożeń skojarzonych,
- d) przestarzały park maszynowy i brak środków na jego modernizację,

Przeprowadzona analiza mocnych i słabych stron funkcjonowania systemów bezpieczeństwa wykazała, że są one dziś jednym z filarów prowadzenia bezpiecznej eksploatacji węgla kamiennego, i ich wszechstronność oraz zdolność szybkiej analizy wielu danych ułatwia proces zarządzania przedsiębiorstwem. Zagrożenia jakie mogą pojawić się dzisiaj w ich użytkowaniu i przydatności leżą raczej po stronie użytkowników tych systemów i sytuacji geopolitycznej górnictwa samego w sobie. Szansą jednak są wciąż rozwijające się technologie informatyczne i metody naukowe umożliwiające ocenę zagrożeń skojarzonych w górnictwie i optymalizacja funkcjonalności obecnych systemów.

## **6. Podsumowanie i wnioski**

Dzisiaj kiedy eksploatacja węgla kamiennego w Polsce odbywa się w coraz trudniejszych warunkach górnictwo-geologicznych o poziomie bezpieczeństwa pracy nie decyduje sam człowiek, ale również systemy zabezpieczeń, których zadaniem jest stały monitoring wszystkich parametrów górniczego środowiska pracy. Główne z nich zajmują się bieżącą analizą parametrów geosferycznych i aerologicznych, dzięki czemu mamy bieżący podgląd i wpływ na koncentrację naprężeń wokół górotworu czy pojawianie niespodziewanego wypływu metanu albo pożaru. Informacje te w znacznym stopniu ułatwiają podejmowanie skutecznych działań profilaktycznych ograniczających występujące zagrożenia i ułatwiają proces zarządzania produkcją. Oprócz zagrożeń naturalnych współczesne systemy bezpieczeństwa monitorują również szereg zagrożeń technicznych, sprawując nadzór nad prawidłowym funkcjonowaniem wszystkich procesów technologicznych, maszyn i urządzeń, których praca w razie realnego zagrożenia może być natychmiast przerwana. Należy jednak pamiętać o tym, że bezpieczeństwa załogi i ruchu zakładu górnictwa nie zapewni najlepszy nawet dostępny system bezpieczeństwa na rynku jeśli w ślad za nim nie pójdzie gruntowna wiedza użytkowników tego systemu o: bieżącym poziomie występujących zagrożeń na stanowisku pracy, (szczególnie tych zagrożeń, których koncentracja może mieć charakter katastroficzny) i możliwościach przetworzenia tych informacji przez system.

### **Streszczenie.**

Artykuł podejmuje problematykę systemów bezpieczeństwa funkcjonujących w kopalniach węgla kamiennego. Na podstawie przeprowadzonych badań próbuje zidentyfikować wady i zalety obecnie stosowanych systemów oraz możliwości ich praktycznej obsługi i wykorzystania. W oparciu o badania ankietowe przeprowadzone wśród kadry inżyniersko technicznej czterech śląskich kopalń, oraz przeprowadzoną listę kontrolną podejmuje również próbę wskazania działań zmierzających do usunięcia nieprawidłowości w obecnym funkcjonowaniu systemów.

### **Słowa klucze:**

Informatyczne systemy bezpieczeństwa, zagrożenia naturalne, monitoring, kopalnia, wyrobiska górnicze, badania ankietowe.



#### Summary.

Article take the issue of safety systems operating in the coal mines. Based on the study attempts to identify the advantages and disadvantages of the current systems and the possibilities of their practical operation and use. Based on surveys conducted among engineering and technical staff of four Silesian mines, and carried out a checklist shall also attempt to identify measures to address the shortcomings in the current functioning of the system.

#### Key words:

Information security systems, natural hazards, monitoring, mine, mining excavations, surveys.

#### Bibliografia

1. Kabiesz J., Iwaszenko S.: Zintegrowany system zarządzania zagrożeniami, <http://www.wnp.pl/wiadomosci/zintegrowany-system-zarzadzania-zagrozeniami-w-kopalniach-koncepcja-rozwiazania,-4417.html>. BIP, 2008.
2. Oset K., Ptak M.: Możliwości badawcze przenośnej iskrobezpiecznej aparatury sejsmicznej PASAT M. Przegląd Górniczy, 2012 nr 7, s. 118-125.
3. Trenczek S., Wojtas P.: *Rozwój pomiaroznawstwa stosowanego od pomiarów wskaźnikowych do monitorowania i nadzorowania bezpieczeństwa*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Seria: Studia i Materiały - nr 32, Wrocław 2006, s. 327-339.
4. Wojaczek A., Wojtas M. Systemowe podejście do telekomunikacji zakładu górniczego. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa. R. 47 nr 6. Katowice 2009r. s. 29-36.
5. Prawo Górniczo Geologiczne (Dz.U. z 2011 nr 163 poz. 981 z późniejszymi zmianami)
6. 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 poz. 1169, z 2006 r. nr 124 poz. 863 oraz z 2010 r. poz. 855)
7. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Katastrofy\\_górnnicze\\_w\\_Polsce](https://pl.wikipedia.org/wiki/Katastrofy_górnnicze_w_Polsce)

#### Notka biograficzna:

Piotr Mocek (urodzony na Śląsku w 1969r) – dr inż.; adiunkt w Katedrze Zarządzania i Inżynierii Bezpieczeństwa na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej. Autor artykułów o tematyce bezpieczeństwa i higieny pracy. Poruszający również kwestie: zagrożeń górniczych, przyczyn powstawania chorób zawodowych i analizy kosztów wypadków i chorób zawodowych w przedsiębiorstwie. Od 20 lat związany z przemysłem górniczym. Obecnie główny inżynier działu górniczego - wentylacyjnego KWK „Centrum”, i Stacji Ratownictwa Górniczego SRK S.A.