

## Rozdział 2

# Wybrane systemy monitorowania funkcjonujące w górnictwie węgla kamiennego w Polsce

Damian Cała, Michał Kozielski, Beata Sikora, Jan Śliwa

---

### 2.1 Wstęp

W ostatnich latach miał miejsce w górnictwie węgla kamiennego gwałtowny wzrost liczby systemów monitorowania obejmujących kontrolę zagrożeń naturalnych oraz procesów technologicznych. Można zauważyć, że problemy związane z pobieraniem danych z podziemi kopalni oraz ich archiwizacją zostały w pełni rozwiązane a duże ilości danych pomiarowych gromadzone przez różne systemy monitorowania w różnego rodzaju repozytoriach danych wykorzystywane są przez służby dyspozytorskie kopalni do bieżącej kontroli stanu procesu.

W górnictwie węgla kamiennego istnieje wiele systemów monitorowania związanych z różnymi aspektami pracy kopalni [2.3]. Ogólnie, systemy te możemy podzielić na trzy grupy: systemy monitorowania zagrożeń naturalnych, systemy monitorowania procesów produkcyjnych oraz tzw. systemy dyspozytorskie, które integrują dane z różnych źródeł w celu monitorowania i wizualizacji wybranych parametrów przekazywanych przez systemy z pierwszych dwóch grup.

Zasadniczą kwestią dla systemu realizowanego w ramach projektu DISESOR jest fakt, że funkcjonujące w kopalniach systemy monitorowania wykorzystują różne repozytoria danych, począwszy od baz danych nie wykorzystujących żadnego systemu zarządzania bazą (SZBD), których struktura i funkcje zarządzania zostały w całości zaimplementowane (np. pliki binarne), kończąc na stosowaniu wysokowydajnych SZBD typu Oracle lub SQL Server, które wykorzystują mechanizmy replikacji, procedur składowanych oraz wyzwalaczy.

Niniejszy rozdział zawiera przegląd systemów należących do wymienionych kategorii oraz opracowane w projekcie rozwiązanie w postaci *karty czujnika* pozwalające na jednolity opis oraz integrację danych z różnych systemów.

## 2.2 Monitorowanie zagrożeń

Monitorowanie zagrożeń pozostaje niezmiennie jednym z istotnych zagadnień, w którym zastosowanie znajdują systemy informatyczne wdrażane w kopalniach węgla kamiennego. Do grupy systemów monitorowania zagrożeń naturalnych zaliczyć można systemy:

- monitorowania zagrożeń gazowych; systemy wykorzystują czujniki: metanu, tlenku węgla, prędkości przepływu powietrza, zadymienia, temperatury, wilgotności; przykładami systemów monitorujących skład atmosfery są systemy SMP [2.1] i SWP $\mu$ P;
- monitorowania zagrożeń sejsmicznych; systemy wykorzystują sejsmometry i geofony do lokalizacji i obliczania energii zjawisk sejsmicznych; przykładami systemów sejsmicznych są systemy Hestia [2.2] (kompleksowy system wspomagania stacji geofizyki górniczej), Aramis (system rejestracji i lokalizacji zjawisk sejsmicznych), Ares Ocena (system rejestracji i oceny zjawisk sejsmoakustycznych), Geotomo (system umożliwiający „tomografię” wybranego fragmentu wyrobiska górniczego);
- rejestrujące osiadanie powierzchni na terenach objętych eksploatacją górnictw;
- monitorowania pracy pomp głębinowych odwadniających podziemia kopalni [2.4]; system monitoruje pracę silników pomp głębinowych, poziom lustra wody oraz skład atmosfery (głównie pod kątem wydzielania dwutlenku węgla) w stacji odwadniania;
- systemy lokalizacji pracowników oraz łączności alarmowej.

Wybrane spośród wymienionych systemów zostały skrótowo przedstawione poniżej. System SMP-NT/S (prod. SEVITEL) jest kompleksowym systemem bezpieczeństwa i monitorowania dla obiektów, w których występuje zagrożenie wybuchem metanu i pyłu węglowego. Podstawowym zastosowaniem systemu jest monitorowanie bezpieczeństwa i produkcji w podziemnych zakładach górniczych. SMP-NT zapewnia quasi-ciągłą komunikację z urządzeniami dołowymi takimi jak czujniki i urządzenia wyłączające.

System Hestia (prod. SEVITEL) powstał jako oprogramowanie konsumujące informacje pochodzące z systemów ARES Ocena oraz Aramis Win, z których pierwszy umożliwia interpretację zapisów pochodzących z geofonów i na tej podstawie, wykonanie oceny stanu zagrożenia metodą sejsmoakustyczną, natomiast drugi umożliwia rejestrację zapisów pochodzących z sejsmometrów i na tej podstawie lokalizacji zaistniałych wstrząsów oraz określenia ich energii. Na podstawie tych informacji (oraz informacji wprowadzanych przez użytkownika) system Hestia pozwala na automatyczne wykonywanie ocen stanu zagrożenia tąpnięciami w wyrobiskach górniczych.

Zadaniem Hestii jest ułatwienie i usprawnienie pracy stacji geofizycznej w kopalniach węgla kamiennego. Komunikacja z systemami akwizycji danych o zarejestrowanych zjawiskach sejsmicznych i sejsmoakustycznych oraz możliwość wprowadzania informacji o wykonanych wierceniach pozwala Hestii wykonywać

oceny stanu zagrożenia tąpnięciami w bardzo szerokim zakresie. Zaimplementowany zestaw funkcji raportowania i przeszukiwania zbiorów danych, zwiększa możliwości systemu i pozwala na opracowywanie syntetycznych informacji dla służb nadzoru i kontroli.

### 2.3 Monitorowanie maszyn i przeróbki węgla

Zmiany, jakie nastąpiły w ostatnich latach w przemyśle wydobywczym zmuszają do nowego spojrzenia na sposób monitorowania złożonego obiektu jakim jest kopalnia. Wynika to z przejawianej obecnie tendencji do wykorzystywania niewielkiej liczby jednocześnie pracujących ścian wydobywczych oraz z wysokiego kosztu wysoko wydajnych urządzeń zainstalowanych w ścianie. Stąd szczególnie istotny staje się ciągły nadzór nad ich prawidłową eksploatacją. W niniejszej sekcji dokonano przeglądu wdrożonych i eksploatowanych obecnie systemów monitorowania maszyn i urządzeń w podziemnych wyrobiskach górniczych.

**Systemy monitorowania maszyn i urządzeń w podziemnych wyrobiskach górniczych - część powierzchniowa.** System Sterowania, Automatykacji Ruchu oraz Nadzoru SAURON (prod. RNT) to system wizualizacji oparty na oprogramowaniu typu SCADA (Asix, Axis.Evo lub Citect w zależności od wymagań klienta) i przeznaczony dla kopalni węgla kamiennego. System składa się z szeregu opracowanych modułów przeznaczonych do prezentacji i kontrolowania wybranych procesów technologicznych w zakładach wydobywczych. Moduły te, to m.in.: Pompownie, Sieć 6kV, Odstawa, Ściany, Przędki, Skipy, Załadunek, Wydobywanie, Klimatyzacja, Ładownie akumulatorów, ZPMW (wizualizacja i sterowanie pracą zakładów przeróbki mechanicznej węgla).

System wizualizacji EK-GRAF (prod. ELTEL) umożliwia wizualizację procesów produkcyjnych oraz konfigurację urządzeń pracujących w systemach automatyki dołowej. EK-GRAF Posiada strukturę panelową np. PANEL Odstawa, PANEL LOKALIZACJA. Posiada funkcję podglądu obrazu z kamer telewizji przemysłowej. System wizualizacji posiada opracowane między innymi moduły pozwalające na monitorowanie ruchu załogi i maszyn oraz monitorowanie pracy przenośników, wentylatorów i pomp.

Zintegrowany System Sterowania ZSS-ATUT (prod. ATUT) jest przykładem hierarchicznej platformy wymiany i analizy informacji począwszy od rejonu wydobywania, aż na powierzchnię kopalni. System umożliwia m.in. wewnątrzsystemową komunikację głosową pomiędzy stanowiskami roboczymi zlokalizowanymi pod ziemią oraz z powierzchnią kopalni, a także zdalną i lokalną wizualizację procesów produkcyjnych, parametrów monitorowanych systemów, maszyn i urządzeń.

System EH-MineView (prod. KOPEX SA) przeznaczony jest do wizualizacji procesów przemysłowych w rozbudowanych kompleksach przemysłowych. Skalowalna struktura EH-MineView pozwala na wizualizację wielu kompleksów wydobywczych i procesów przemysłowych w jednym systemie. System składa się z komponentów służących kolejno do akwizycji, przesyłu i wizualizacji danych

pochodzących z maszyn i urządzeń górniczych stosowanych w kompleksach wydobywczych jak np. EH-WallView czy z innych procesów przemysłowych. Dane z systemu mogą być wizualizowane na wielu komputerach znajdujących się na terenie kopalni w różnych sieciach przemysłowych i technologicznych lub poza nimi (np. poprzez Internet) na bazie systemu EH-Service Connect.

**Systemy sterowania, łączności i blokad** System sygnalizacji, łączności głośnomówiącej i blokad typu EK ŚCIANA (prod. ELTEL) przeznaczony jest w szczególności do pracy na trasie przenośników zgrzebłowych eksploatowanych w kompleksach ścianowych. System zapewnia współpracę z układem sterowania przenośników.

Iskrobezpieczny system łączności głośnomówiącej, sygnalizacji i blokady UGS-10 (prod. ELEKTROMETAL) przeznaczony jest do stosowania w zakładach górniczych: w ścianach wydobywczych, wzdłuż tras kolejek pracujących na drogach transportowych, na drogach odstawy oraz w innych miejscach wymagających porozumiewania się w systemie głośnomówiącym.

System SSG (prod. ATUT) służy do prowadzenia łączności głośnomówiącej, także radiowej, generowania ostrzegawczych sygnałów rozruchowych oraz komunikatów słownych informujących o stanie poszczególnych urządzeń zainstalowanych w ścianach wydobywczych, zapewnia współpracę z układami sterowania i realizuje funkcje obwodu bezpieczeństwa wzdłuż tras przenośników zgrzebłowych oraz urządzeń pracujących w obrębie ściany. Dodatkowo umożliwia lokalny i zdalny monitoring parametrów urządzeń kompleksu ścianowego oraz zdalne sterowanie z powierzchni po wybraniu odpowiedniego trybu pracy.

System sterowania PROMOS Plus (prod. Becker Warkop) jest to swobodnie Programowalny, Modułowy System sterowania przeznaczony do sterowania różnorodnych instalacji i maszyn w górnictwie. PROMOS Plus poza sterowaniem realizuje wszystkie, niezbędne funkcje wymagane do prowadzenia ruchu sterowanych urządzeń, tzn. funkcję nadzoru, sterowania, komunikacji i bezpieczeństwa.

System sterowania i automatyki do przenośników taśmowych typu EK-DIAMENT (prod. ELTEL) przeznaczony jest do sterowania i sygnalizacji pracy przenośników taśmowych wchodzących w skład odstawy urobku oraz do sygnalizacji ostrzegawczej przed ich uruchomieniem. Dodatkowo układ ten umożliwia prowadzenie łączności głośnomówiącej za pośrednictwem sygnalizatorów akustycznych SAG-EX lub SAG-EC.

System sterowania przenośnikami typu SSP (prod. ATUT) składa się ze sterownika głównego oraz węzłów sieci, które są połączone ze sobą w jedną magistralę. W węzłach sieci zabudowane są urządzenia głośnomówiące, separatory oraz urządzenia wejścia/wyjścia, które wymieniają ze sobą informacje.

System MAKS-DBC (prod. ITI EMAG) jest uniwersalnym, rozproszonym systemem sterowania maszyn i urządzeń górniczych wykorzystującym zarówno łączność bezprzewodową jak i magistralę przewodową (CAN) do połączenia bloków funkcjonalnych systemu.

## 2.4 Systemy dyspozytorskie

Systemy dyspozytorskie monitorują i wizualizują wybrane parametry przekazywane przez systemy monitorowania. Najpopularniejsze systemy dyspozytorskie w polskim górnictwie węgla kamiennego to: Zefir (prod. Prunella), THOR (prod. SEVITEL) oraz DemKop (prod. Somar). Nieco bardziej szczegółowo zostanie opisany THOR, z którym współpracuje oprogramowanie tworzone w ramach projektu DISESOR.

System THOR jest kompleksowym rozwiązaniem przeznaczonym do monitorowania zakładów przemysłowych i obiektów technicznych np. takich jak: kopalnie, kotłownie, przedsiębiorstwa przemysłowe a także inne obiekty, gdzie ważne są rejestracja oraz wizualizacja danych parametrów środowiska, archiwizacja oraz raportowanie ułatwiający analizę zagrożeń występujących na monitorowanym obiekcie.

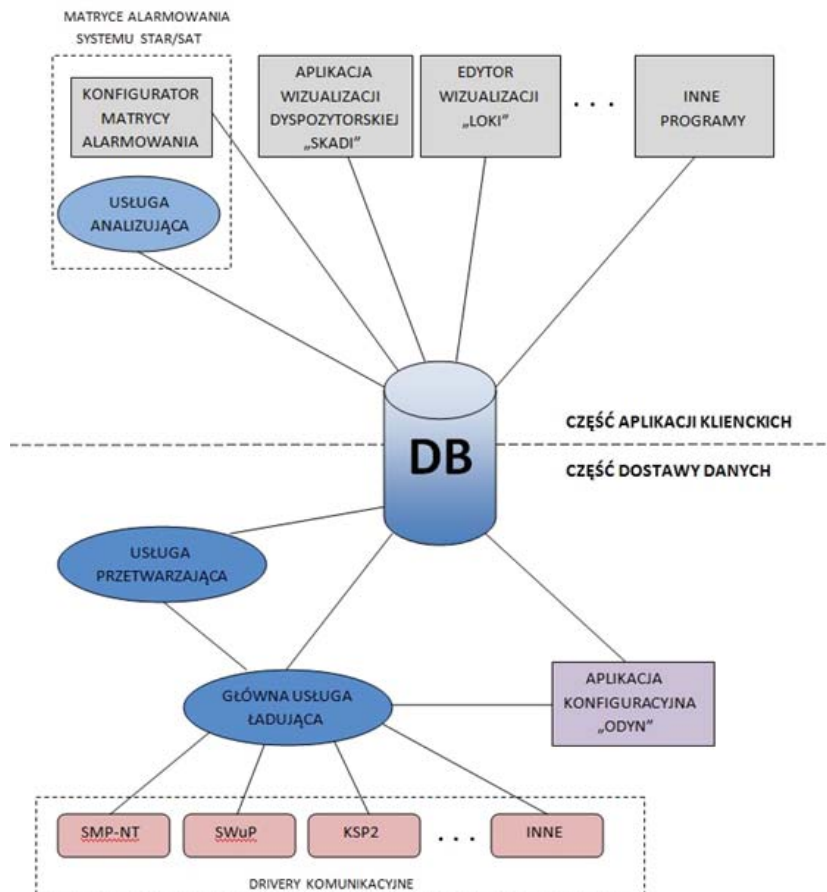
Jest on instalowany jako rozszerzenie systemu dyspozytorskiego SMP-NT, ale może pracować również całkowicie niezależnie pobierając dane z innych systemów pomiarowych poprzez dedykowane sterowniki komunikacyjne. Przechowywanie oraz dystrybucja danych realizowane są z wykorzystaniem systemu zarządzania relacyjną bazą danych SQL Server. Ogólna struktura systemu THOR przedstawiona jest na rysunku 2.1.

Przedstawioną strukturę systemu można podzielić na dwie części: dostawy danych oraz aplikacji klienckich. Pierwsza zawiera elementy odpowiadające za pobieranie danych z różnych systemów pomiarowych i zapisywanie w określony sposób do bazy danych. W jej skład należy również zaliczyć wymagany sprzęt tj. komputery, stojaki telemetryczne, czujniki pomiarowe oraz inne elementy tworzące całość poszczególnych systemów pomiarowych.

Druga obejmuje aplikacje umożliwiające dostęp do bazy oraz zawartych w niej zapisów. Poprzez dostarczone oprogramowanie użytkownik otrzymuje zestaw funkcji konfiguracji i sterowania urządzeniami, przeglądania, analizowania i raportowania danych a także wiele innych ułatwiających pracę z systemem.

System THOR posiada budowę modułową i składa się z następujących składowych:

- OLYN – program konfiguracji systemu THOR. Aplikacja, za pomocą której użytkownik ma możliwość wprowadzania danych do bazy i przygotowania systemu do swoich wymagań.
- LOKI – program edycji projektów, za pomocą którego istnieje możliwość tworzenia odpowiednich plansz obiektowych, map, rysunków oraz podpinania danych z bazy celem ich wizualizacji. Aplikacja udostępnia zestaw narzędzi do rysowania, konwersji z innych formatów (np. dxf, dwg) oraz wizualizacji obiektów dostępnych w bazie określając jednocześnie ich sposób działania.
- SKADI – program wizualizacji danych, który animuje wcześniej przygotowane przez użytkownika projekty (mapy, plansze), a także udostępnia funkcje dostępu do danych.



Rys. 2.1. Struktura systemu THOR

- KOMUNIKATY - moduł systemu, udostępniający funkcjonalność wyświetlania i obsługi występujących w systemie dyspozytorskim THOR zdarzeń: alarmowych, ostrzegawczych, informacyjnych i innych. Zdarzenia te funkcjonują w systemie pod nazwą „Komunikat”
- MANAGER RAPORTÓW – aplikacja udostępniająca zestaw raportów zawierający zestawienia i analizy danych dostępnych w systemie.

## 2.5 Karta czujnika - jednolity opis danych pomiarowych gromadzonych przez systemy monitorowania

W celu realizacji założeń przedstawionych w rozdziale 1 konieczna była integracja danych pochodzących z różnych systemów monitorowania i dyspozytorskich. Stworzenie jednolitego repozytorium dla jak największej liczby systemów

wymagało w pierwszej kolejności poznania ich charakterystyki. Dla realizowanego projektu mniej istotna była funkcjonalność tych systemów, a bardziej typy i rodzaje danych jakie są przez nie gromadzone. Akwizycję informacji na temat danych gromadzonych przez systemy monitorowania funkcjonujące w górnictwie rozpoczęto od zgromadzenia ogólnych opisów wybranych systemów (znajdujących się w szczególnym obszarze zainteresowania projektu). Takimi systemami są np. THOR (SEVITEL Sp. z o.o.), Hestia (EMAG), programy związane z przeróbką węgla (osadzarki, flotacja, jakość węgla — EMAG), oprogramowanie monitorujące zużycie energii elektrycznej (EMAG), systemy monitorowania maszyn, w szczególności kompleksów ścianowych SMOk i DEMKop (Somar), oprogramowanie monitorujące produkowane przez firmę ATUT.

W ramach realizacji projektu opracowano tzw. rekord modelowy, w którym mogą być zapisywane dane z czujnika dowolnego typu i przeznaczenia. Rekord modelowy w jednolity sposób opisuje dane pomiarowe, które gromadzone będą w repozytorium (hurtowni danych) systemu DISESOR.

W zakresie zdefiniowania zestawu rekordów modelowych podjęto szereg działań mających na celu przede wszystkim identyfikację typów i rodzajów czujników stanowiących źródła danych pomiarowych dla szerokiej gamy systemów monitorowania. Przeprowadzono analizę kilkudziesięciu czujników związanych zarówno z monitorowaniem zagrożeń naturalnych (m.in. metanomierze, anemometry, czujniki tlenu węgla, sejsmometry, geofony) jak również z monitorowaniem maszyn (m.in. czujniki dwustanowe określające stan urządzenia lub maszyny, czujniki analogowe mierzące np. natężenia prądów czy stopień wypełnienia zbiorników). Na podstawie tej analizy opracowano sformalizowany dokument nazwany kartą czujnika. Dokument przygotowany jest w taki sposób aby można było za jego pomocą scharakteryzować szeroką gamę czujników (nie tylko tych będących przedmiotem badania). Informacje zawarte na karcie czujnika stanowią również tzw. rekord modelowy, na podstawie którego opracowano repozytorium danych przedstawione w rozdziale 3.

Dla karty czujnika zdefiniowano 28 punktów, które zostały podzielone na trzy sekcje: dane informacyjne, metrologiczne, systemowe. Do głównych punktów karty czujnika należą:

1. Wielkość mierzona,
2. Nazwa wielkości mierzonej,
3. Nazwa własna i typ przyrządu/czujnika,
4. Miejsce zabudowy,
6. Przeznaczenie,
7. Nazwa(-y) systemu(-ów) gromadzących dane z przyrządu/czujnika,
9. Grupa do jakiej można zaliczyć przyrząd /czujnik,
10. Zakres pomiaru i jednostki wielkości mierzonej,
11. Przelicznik jednostki wielkości mierzonej,
14. Rodzaj funkcji realizowanych samodzielnie lub systemowo,
16. Typ gromadzonych danych,
17. Kryteria oceny pomiaru w systemie (procedura identyfikacji błędnych pomiarów),



- 18. Identyfikacja statusu przyrządu/czujnika,
- 20. Próg istotności zmian wyniku pomiaru,
- 22. Predefiniowane graniczne wartości pomiarowe,
- 26. Zalecany okres agregacji pomiarów.

Dla większości punktów karty czujnika opracowano tzw. słowniki, które ułatwiają potencjalnemu użytkownikowi wypełnienie karty, przykładowo dla punktu 14. *Rodzaj funkcji realizowanych samodzielnie lub systemowo*, użytkownik otrzymuje do wyboru następującą listę wielokrotnego wyboru: rejestrujący, rejestrująco-sygnalizacyjny, rejestrująco-alarmujący, rejestrująco-sterujący.

Podczas opracowywania kart czujników duże znaczenia miało również poznanie dokładnego cyklu życia czujnika w systemie dyspozytorskim oraz zasada działania takich systemów, ich przeznaczenie oraz obserwacja rzeczywistej pracy dyspozytora.

Poniżej zamieszczono przykładową kartę czujnika. Aby zilustrować w jaki sposób karty te były wypełniane zamieszczono przykładową kartę dotyczącą pewnej grupy metanomierzy.

#### A. DANE INFORMACYJNE

##### 1. Wielkość mierzona (mezurand)

Proszę określić wielkość fizyczną (jednego rodzaju) stanowiącą przedmiot pomiaru.

*Przykład:*  
*Stężenie, lub*  
*Gęstość, lub*  
*Temperatura,*  
*Natężenie prądu itd.*

##### 2. Nazwa wielkości mierzonej w systemie

Precyzyjnie określić rodzaj wielkości mierzonej.

*Przykład:*  
*Stężenie dwutlenku węgla CO<sub>2</sub>, lub*  
*Ciśnienie bezwzględne, lub*  
*Temperatura osłony napędu, itd.*

##### 3. Nazwa własna i typ przyrządu/czujnika danej wielkości

Wymienić wszystkie nazwy i typy czujników i/lub przyrządów pomiarowych danej wielkości.

Jeśli występuje kilka typów czujników, to proszę wymienić je w podpunktach, jak w poniższym przykładzie.

Uwaga: Do tych podpunktów należy się odwoływać odpowiadając na pozostałe pytania (np. metanomierz będzie występował w różnych odmianach i typach, w zależności od przeznaczenia, różniących się funkcjonalnością i własnościami).

*Przykład:*



- A. *Metanomierz MM-2PW*
- B. *Metanomierz MM-4*
- C. *Metanomierz CSM-1*
- D. *Metanomierz CSM-3*
- E. *Metanomierz CPC-2*
- F. *Metanomierz SC-CH4*

#### 4. Miejsce zabudowy przyrządu/czujnika

Proszę podać lub opisać miejsca zabudowy czujnika/miernika. Jeśli czujnik monitoruje parametry jakiegoś urządzenia to proszę podać nazwę tego urządzenia.

Przykłady możliwych miejsc zabudowy:

- a) przodek (ślepe wyrobisko),
- b) ściana (sporadycznie),
- c) chodnik podścianowy,
- d) chodnik nadścianowy,
- e) przekop,
- f) pochylnia,
- g) dowierzchnia,
- h) przecinka,
- i) komora,
- j) maszyna (np. kombajn, przenośnik, kołowrót, itd.)
- k) urządzenie (np. rozdzielnica, stacja transformatorowa, itd.)
- l) inne – podać jakie?

*Przykład zapisu:*

*A, B → c) chodnik podścianowy*

*E → j) kombajn*

*D, F → d), h) chodnik nadścianowy, przecinka*

#### 5. Identyfikacja źródła danych – czujników monitorujących pracę urządzeń

Proszę określić (nazwać):

- a) rodzaj czujnika/przyrządu pomiarowego określonej wielkości,
- b) najmniejszy podzespół funkcjonalny monitorowanego urządzenia, z którym związany jest bezpośrednio dany czujnik/przyrząd pomiarowy,
- c) hierarchię podzespołów wyższego rzędu aż do kompletnego urządzenia.

*Przykład zapisu dla czujnika prądu organu urabiającego kombajnu:*

- a) *czujnik prądu silnika,*
- b) *napęd organu urabiającego,*
- c) *organ urabiający/kombajn chodnikowy.*

#### 6. Przeznaczenie

Krótki opis przeznaczenia czujnika/przyrządu pomiarowego (do czego służy) i realizowanej funkcji bezpośrednio lub w systemie, z którym współpracuje – zaklasyfikowanie do określonej kategorii:

- a) bezpieczeństwo,
- b) monitorowanie pracy urządzeń,
- c) monitorowanie produkcji,
- d) przygotowanie produkcji,
- e) inne (można dodać własne propozycje kategorii).

Uwaga: Jeśli czujnik należy do kilku kategorii proszę wymienić wszystkie.

*Przykład opisu:*

*A, B:*

*Przeznaczenie: Pomiar stężenia metanu w wyrobiskach kopalnianych.*

*Kategoria: Bezpieczeństwo.*

*E, F:*

*Przeznaczenie: Pomiar stężenia metanu w ścianie.*

*Kategoria: Bezpieczeństwo.*

#### 7. Nazwa (-y) systemu(-ów) gromadzących dane z czujnika/przyrządu

Odwołując się do pozycji klasyfikacji wg p. 3 poszczególnych rodzajów i typów czujników/przyrządów, podać:

- a) nazwę(-y) (handlowe) i oznaczenie systemów, które gromadzą dane z tych przyrządów/czujników,
- b) nazwę producenta danego systemu,
- c) nazwę i oznaczenie systemu komputerowego nadrzędnego, który wizualizuje dane pochodzące z przyrządu,
- d) nazwę producenta systemu nadrzędnego.

*Przykład:*

*A, B:*

- a) *System monitorowania parametrów środowiska SMP-NT/A;  
Zintegrowany system bezpieczeństwa SMP-NT/S*
- b) *Centrum Transferu Technologii EMAG Sp. z o.o.  
Centrum Transferu Technologii EMAG Sp. z o.o.*
- c) *System dyspozytorski ZEFIR*
- d) *System dyspozytorski SD 2000  
System dyspozytorski THOR*
- e) *Centrum Transferu Technologii EMAG Sp. z o.o.  
SEVITEL Sp. z o.o.*

*C, D:*

- a) *System telemetryczny CST-40;*
- b) *HASO S.C.*
- c) *System dyspozytora bezpieczeństwa SW $\mu$ P-3  
System dyspozytorski SD 2000  
System dyspozytorski THOR*
- d) *HASO S.C.  
Centrum Transferu Technologii EMAG Sp. z o.o.  
SEVITEL Sp. z o.o.*

*E, F:*

- a) *Komputerowy system pomiarowy KSP-3;*
- b) *Przedsiębiorstwo Kompletacji i Montażu Systemów Automatyki CARBOAUTOMATYKA SA*
- c) *System dyspozytorski ZEFIR  
System dyspozytorski SD 2000  
System dyspozytorski THOR*
- d) *Centrum Transferu Technologii EMAG Sp. z o.o.  
SEVITEL Sp. z o.o.*

**8. Nazwa i kod (skrót/akronim i/lub numer) przyrządu/czujnika w danym systemie**

Odwołując się do pozycji klasyfikacji wg p. 3 należy w trzech kolumnach podać następujące dane dotyczące czujnika/przyrządu:

- a) nazwę, poprzedzoną wyróżnikiem literowym zgodnym z pozycją w pkt. 3.
- b) jego oznaczenie w systemie (skrót literowo-cyfrowy),
- c) nazwę (oznaczenie) systemu

*Przykład zapisu:*

*E Anemometr AN SMP-NT/A*

*D Metanomierz Mxxx SMP-NT/S*

*gdzie: xxx oznacza trzycyfrowy numer czujnika nadawany przez służby kopalniane*

**9. Grupa, do jakiej można zaliczyć przyrząd/czujnik /pkt 8 p. 7/**

Proszę podać, do jakiej z poniżej wymienionych grup można zaliczyć dany przyrząd/czujnik:

- a) parametrów atmosfery kopalnianej (zagrożenia klimatyczne)
- b) jakości węgla,
- c) parametrów sieci elektrycznej,
- d) parametrów pracy urządzeń,
- e) prognozowania zużycia mediów,
- f) zagrożeń sejsmicznych,
- g) zagrożeń metanowych,
- h) diagnostyki stanu urządzeń,
- i) zagrożeń pożarowych
- j) zagrożeń wodnych
- k) zagrożeń tapaniami
- l) zagrożeń wyrzutami gazów i skał
- m) zagrożeń wybuchu pyłu węglowego
- n) zagrożeń osuwiskowych
- o) zagrożeń erupcyjnych
- p) zagrożeń siarkowodorowych
- q) zagrożeń substancjami promieniotwórczymi
- r) inne – jakie?

*Przykład zapisu:*

*E Anemometr: a) – parametrów atmosfery kopalnianej* Uwaga: Jeśli to konieczne, proszę dodać nową grupę do powyższej listy.

**B. DANE METROLOGICZNE****10. Zakres pomiaru i jednostka wielkości mierzonej**

Należy podać:

- a) zakres pomiaru wielkości mierzonej,
- b) jednostkę wielkości mierzonej.

Zakres pomiaru należy wyrazić przez podanie jego dolnej i górnej granicy.

*Przykład zapisu:*

*a) Zakres pomiarowy: 0 ÷ 100*

*b) Jednostka miary: % CH<sub>4</sub>*

Uwaga: W przyrządach umożliwiających pomiar wielkości w kilku podzakresach charakteryzujących się różną niepewnością pomiaru, należy wymienić odrębnie każdy z podzakresów, np. głowica pomiarowa metanomierza zawiera dwa elementy detekcyjne przeznaczone do pomiaru stężenia metanu w różnych przedziałach wartości, dlatego należy podać odrębnie obydwa zakresy (podzakresy), jak pokazano poniżej: zakres pomiaru dzieli się na dwa podzakresy:

- zakres niskich stężeń  $0 \div 5 \text{ \% CH}_4$
- zakres wysokich stężeń  $5 \div 100 \text{ \% CH}_4$

#### 11. Przelicznik jednostki wielkości mierzonej

Należy określić wartość przelicznika, jeżeli jest stosowany, jednostki wartości mierzonej, w jakiej podany jest wynik pomiaru danej wielkości i czy wymaga zastosowania przelicznika, np. przemnożenia przez 100.

*Przykład zapisu:*  $\times 100$  lub  $\times 10^{-3}$

#### 12. Podstawowe dane techniczne

Należy podać:

- a) niepewność roboczą przyrządu/czujnika (niepewność w znamionowych warunkach użytkowania),
- b) rozdzielczość transmisji,
- c) rozdzielczość zapisu wyniku pomiaru w repozytorium,
- d) format zapisu,

odwołując się przy tym do oznaczeń nazw i typów przyrządów wymienionych w p. 3.

*Przykład zapisu:*

A. MM-2PW

- a) Niepewność robocza:  $\pm 0,1 \text{ \% CH}_4$
- b) Rozdzielczość transmisji wyniku pomiaru: do jednego miejsca po przecinku
- c) Rozdzielczość zapisu: do jednego miejsca po przecinku
- d) Format zapisu: *xx.x*.

B. - F.:

- a) Niepewność robocza:
  - zakres  $0 \pm 5 \text{ \% CH}_4$  :  $\pm 0,1 \text{ \% CH}_4$
  - zakres  $5 \pm 100 \text{ \% CH}_4$  :  $\pm 3 \text{ \% wartości zmierzonej}$
- b) Rozdzielczość transmisji wyniku pomiaru: do dwóch miejsc po przecinku
- c) Rozdzielczość zapisu: do dwóch miejsc po przecinku
- d) Format zapisu: *xx.xx*.

#### 13. Rodzaj urządzenia

Podać, do jakiego rodzaju (kategorii) można zakwalifikować dane urządzenie (przyrząd pomiarowy/czujnik).

Jeśli urządzenie należy do kilku kategorii proszę wymienić je wszystkie.

- a) Urządzenie:
  1. przyrząd pomiarowy,
  2. czujnik
  3. detektor (wykrywa daną wielkość bez podawania jej wartości)
- b) Przyrząd pomiarowy/czujnik/detektor:
  1. elektryczny,
  2. elektroniczny,

3. wskazujący,
4. rejestrujący,
5. analogowy,
6. cyfrowy,
7. dyskretny /binarny/ (sygnał wyjściowy zestykowy, logiczny „0/1”)
8. jednozakresowy,
9. wielozakresowy,
10. jednofunkcyjny,
11. wielofunkcyjny.

*Przykład zapisu dla CVD-1000:*

- a) 2. : czujnik,
- b) 2,5,8,10 : elektroniczny, analogowy, jednozakresowy, jednofunkcyjny

*Przykład zapisu dla ICZ-1:*

- a) 2. : czujnik,
- b) 2,5,7,8,10 : elektroniczny, dyskretny, jednozakresowy, jednofunkcyjny

#### 14. Rodzaj funkcji realizowanych samodzielnie lub w systemie

W zależności od właściwości funkcjonalnych i/lub konfiguracji w systemie, przyrząd/czujnik może być:

- a) rejestrujący (default),
- b) rejestrująco-sygnalizacyjny (sygnalizacja optyczna i/lub akustyczna),
- c) rejestrująco-alarmujący (generujący sygnał alarmowy),
- d) rejestrująco-sterujący (wyłączający – bezpośrednio z wyjścia sterującego lub poprzez inne urządzenia pośredniczące).

Jeśli przyrząd/czujnik realizuje kilka ww. funkcji, to proszę wymienić je wszystkie, a jeśli trzeba, proszę zaproponować nową kategorię.

#### 15. Rodzaj I/O przyrządu/czujnika

Proszę określić rodzaj wejść i wyjść danego przyrządu/czujnika.

- a) Wejścia czujnika:
  1. AI : wejście analogowe,
  2. DI : wejście dyskretnie (binarne),
  3. CU : wejście licznikowe sumujące (impulsowe, np. impuls rejestrowany przez czujnik powoduje wzrost wartości licznikowej w górę np. licznik skippów),
  4. CD : wejście licznikowe odejmujące (impulsowe, np. impuls rejestrowany przez czujnik powoduje zmniejszenie wartości licznikowej)
  5. MI : wejście dyskretnie (może być kilka wartości, ale nie są uporządkowane)
  6. MMI : wejście dyskretnie uporządkowane (wartości dyskretnie uporządkowane np. mały, średni, wysoki)
- b) Wyjścia czujnika:
  1. AO : wyjście analogowe:
    - napięciowe
    - prądowe
  2. DO : wyjście dyskretnie (binarne):
    - czynne
    - bierne
    - rezystancyjne
  3. CO : wyjście impulsowe (licznikowe),

4. ESI : rodzaj interfejsu komunikacyjnego i protokołu (interfejs systemu zewnętrznego),
5. MO : wyjście dyskretne (może być kilka wartości, ale nie są uporządkowane)
6. MMO : wyjście dyskretne uporządkowane (wartości dyskretne uporządkowane np. mały, średni, wysoki)

Uwaga:

1. W razie konieczności proszę dopisać nowy wymagany typ I/O.
2. Wymienione przykładowo typy metanomierzy są przyrządami mierzącymi więcej niż jedną wielkość i mającymi więcej niż jedno I/O.

Podstawową wielkością mierzoną jest stężenie metanu (% CH<sub>4</sub>) – wielkość analogowa AO, lecz oprócz tego przyrządy te są wyposażone w jedno lub dwa wejścia dwustanowe DI oraz dwa wyjścia dwustanowe DO, które wykorzystuje się do zdalnego wyłączenia energii elektrycznej i/lub do załączania urządzeń sygnalizacyjnych. Wszystkie wielkości wejściowe są obowiązkowo rejestrowane przez system monitorowania, natomiast pozostałe funkcje/wyjścia (alarm, wyłączenie) są konfigurowalne.

### C. DANE SYSTEMOWE

#### 16. Typ gromadzonych danych

Proszę podać (wybrać) typ danych z poniżej wymienionych grup, które rejestrowane są w systemie:

- a) status przyrządu (tryb pracy, np. programowanie, wzorcowanie, kalibracja, praca, awaria, naprawa, wyłączenie etc.),
- b) nazwa przyrządu/czujnika i jego oznaczenie w systemie,
- c) miejsce zabudowy przyrządu/czujnika w strukturze zakładu,
- d) wartość wielkości mierzonej,
- e) stan wyjść dwustanowych,
- f) stan wyjść sterujących,
- g) stan wyjść sygnalizacyjnych,
- h) stan wyjść alarmowych,
- i) data pomiaru,
- j) czas pomiaru (godzina:minuta:sekunda),
- k) nazwa zdarzenia (pożar, tąpnięcie, wybuch, itp.)
  - l) data zdarzenia,
- m) czas zdarzenia,
- n) etc.

Jeśli system rejestruje kilka typów danych, to proszę wymienić je wszystkie. W razie konieczności proszę dopisać nowy wymagany typ.

#### 17. Kryteria oceny wyniku pomiaru w systemie

Proszę określić kryteria oceny, które pozwolą zakwalifikować uzyskany wynik pomiaru z danego przyrządu/czujnika do jednej z czterech, poniżej wymienionych grup:

- a) wynik z zakresu pomiarowego przyrządu
- b) przekroczenie zakresu
- c) wynik błędny (niepoprawny, nieprawdopodobny)

d) brak wyniku pomiaru

*Przykład określenia kryteriów dla metanomierza:*

- a) *wynik zawarty między dolną a górną wartością zakresu pomiarowego, np.  $0 \div 100$*
- b) *wynik poniżej dolnej lub powyżej górnej granicy zakresu pomiarowego, np. dla zakresu pomiarowego metanu  $1 \div 5\% \text{ CH}_4$ , wartość  $0,5\% \text{ CH}_4$  lub  $6\% \text{ CH}_4$*
- c) *wynik pomiaru nieprawdopodobny w kontekście mierzonej wielkości, metody pomiarowej, dynamiki zjawiska itp. Przykłady:*
  - $-5\% \text{ CH}_4$ : ujemna wartość stężenia metanu
  - $103\% \text{ CH}_4$  : stężenie metanu powyżej  $100\%$
  - etc.
- d) *brak wyniku pomiaru w ustalonym czasie akwizycji spowodowany:*
  - zerwaniem transmisji,
  - uszkodzeniem przyrządu (awaria)
  - wyłączeniem przyrządu (przeglądy, naprawy, remonty, itp.)
  - zmianą trybu pracy – statusu przyrządu (przejście z trybu pomiar do trybu np. programowanie, wzorcowanie, kalibracja, etc.)

#### 18. Identyfikacja statusu przyrządu/czujnika w systemie

Proszę określić, czy, a jeśli tak, to w jaki sposób są identyfikowane w danych pomiarowych następujące tryby pracy przyrządu/czujnika:

- a) konfiguracja
- b) programowanie,
- c) wzorcowanie,
- d) kalibracja,
- e) zerwanie transmisji.

Należy określić, czy i w jaki sposób powyżej wymienione powody braku wyniku pomiaru są identyfikowane i wyróżniane w systemie, z którym czujnik współpracuje, np. poprzez odpowiedni atrybut w transmisji danych, zmianę koloru wyniku (np. podczas kalibracji) w systemie wizualizacji danych, wprowadzenie w miejsce wyniku ustalonego w systemie znaku szczególnego (np. „?” czy „-“), ustalonego kodu (BD – brak danych), pozostawienie pustego pola w bazie danych, itp.

Jeśli zmiana trybu pracy nie jest identyfikowana (wyróżniona) w danych transmitowanych do systemu, to proszę określić, czy można ten stan zidentyfikować przez:

- f) charakterystyczne dane (wartości),
- g) charakterystyczny wykres (przebieg const.),
- h) czas trwania (kalibracji lub konfiguracji)
- i) inne – jakie?

#### 19. Kryteria oceny wyniku pomiaru w kontekście dynamiki zmian

Proszę określić – jeśli jest to możliwe – dopuszczalną dynamikę zmian wielkości mierzonej między kolejnymi pomiarami, pozwalającą uznać uzyskany wynik za:

- a) prawdopodobny,
- b) nieprawdopodobny.

Chodzi o to, czy możliwe jest określenie możliwych maksymalnych zmian wartości danej wielkości w kolejnych pomiarach danym przyrządem/czujnikiem, np. jeśli czujnik mierzy co 2 sekundy to zmiany pomiędzy kolejnymi pomiarami nie mogą się różnić o więcej niż np. 20%. Innymi słowy pytamy o dopuszczalne różnice pomiędzy dwoma kolejnymi pomiarami.



Uwaga: Ten punkt dotyczy tylko sytuacji, w których kolejne wartości uznane są za spełniające kryterium p. 17.a) – wynik z zakresu pomiarowego przyrządu (normalny pomiar).

*Przykład określenia kryteriów (wyjaśnienia) dla metanomierza:*

*Ze względu na możliwość wystąpienia zjawisk o bardzo wysokiej dynamice (wyrzuty, fukacze i inne nagłe wypływy metanu) w metanometrii nie definiuje się zakresu możliwych zmian, bez względu na okres próbkowania sygnału pomiarowego. Jednak każde z takich zjawisk powoduje wystąpienia stosunkowo długotrwałego procesu przejściowego – od kilku minut do nawet kilku godzin. Dlatego ocena, czy zarejestrowany nagły wzrost stężenia jest rzeczywistym wzrostem czy jest spowodowany błędem przyrządu lub systemu transmisji, może być dokonany dopiero na podstawie obserwacji dalszego przebiegu procesu.*

## 20. Próg istotności zmian wyniku pomiaru

Proszę określić graniczne wartości zmian wielkości mierzonej, które ze względu na charakter monitorowanej wielkości i/lub znaczenie dla oceny zagrożenia można uznać za:

- a) nieistotne,
- b) istotne.

Progi istotności należy określić (jeśli to możliwe) dla każdego czujnika, podając dopuszczalny przedział zmienności wartości wielkości mierzonej, określony procentowo lub w wartościach bezwzględnych.

Określone w przepisach lub normach maksymalne wartości dopuszczalne (wartości graniczne lub progi bezpieczeństwa) nie powinny zostać przekroczone przez wartość zmierzoną z uwzględnieniem niepewności pomiaru.

*Przykład zapisu dla anemometru:*

*a) nieistotne: wartości mieszczące się w przedziale  $\pm 3\%$ .*

*Przykład wyjaśnienia dla metanomierza:*

*Zasady pomiaru metanu, monitorowania i działania automatycznych zabezpieczeń metanometrycznych są uregulowane przepisami górnictwymi. W przypadku przekroczeń wartości progowych przepisy nie dopuszczają żadnej tolerancji – przekroczenie nawet o jednostkę na ostatniej pozycji po przecinku musi powodować alarm i ewentualne wyłączenie napięcia.*

*W przypadku zmian „w dół” użytkownik systemu (dyspozytor) ma jedynie możliwość zdefiniowania strefy histerezy, czyli takiej wartości zmiany poniżej wartości progowej, przy której system pozwoli na załączenie energii. Konsekwencją takiego podejścia jest w praktyce brak jednolitej definicji progu istotności zmian wartości pomiarowej.*

*Logika wskazuje jednak, że zakres taki powinien być zdefiniowany z uwzględnieniem deklarowanego przez producenta błędu pomiaru. Błąd ten dla zakresu niskich stężeń wynosi  $\pm 0,1\% \text{CH}_4$ . Zakres progu istotności zmian nie powinien być mniejszy od tej wartości.*

## 21. Częstotliwość i warunki rejestracji pomiarów

Proszę określić:

- a) częstotliwość próbkowania wielkości mierzonej przez dany przyrząd/czujnik,
- b) częstotliwość (okres) poboru danych przez system (akwizycja danych pomiarowych),

- c) czy wszystkie dane pomiarowe są transmitowane do systemu (pomiarowego, wizualizacji danych, sterowania etc.),
- d) kryteria kwalifikacji danych pomiarowych do transmisji i/lub rejestracji w systemie,
- e) inne – jakie?

*Przykład określenia parametrów:*

- a) pomiar ciągły,
- b) co 2 sekundy między dolną a górną wartością zakresu pomiarowego,
- c) nie – program SEMP w systemie SMP-NT/x rejestruje tylko pomiary różniące się od wyniku pomiaru poprzedniego,
- d) nieokreślone – możliwość definiowania kryteriów („istotnych zmian”) w systemie – system ZEFIR, SD 2000, THOR.
- e) nie dotyczy.

## 22. Predefiniowane graniczne wartości pomiarowe

Proszę podać predefiniowane dla przyrządu/czujnika:

- a) nazwy, symbole wartości progowych:
  - 1. próg(-i) ostrzegawczy (-cze) (niższy poziom),
  - 2. próg(-i) alarmowy(-e) (poziom wyższy)
  - 3. inne – jakie?
- b) nazwy stanu wartości wielkości mierzonej:
  - 1. stan normalny (poniżej progu ostrzegawczego)
  - 2. stan ostrzeżenia (powyżej progu ostrzegawczego, lecz poniżej progu alarmowego)
  - 3. stan alarmu (powyżej progu alarmowego),
  - 4. inne – jakie?

*Przykład dla metanomierza:*

- a) Wartości progowe:
  - 1. PO – próg ostrzegawczy (niższy),
  - 2. PA – próg alarmowy (wyższy).
- b) Nazwy stanu wartości:
  - 1. Stan normalny – poniżej PO,
  - 2. Stan ostrzeżenia – powyżej PO lecz poniżej PA,
  - 3. Stan alarmu – powyżej PA.

## 23. Rodzaj pracy przyrządu/czujnika

Proszę określić (wybrać) jeden z możliwych rodzajów pracy przyrządu/czujnika:

- a) ciągła (24h/dobę)
- b) krótkotrwała,
- c) przerywana,
- d) okresowa (nieregularna, „od włączenia do włączenia”).

*Przykład określenia dla metanomierza:*

- a) Praca ciągła „24 h/dobę”.

## 24. Znacznik czasu pomiaru

Proszę określić, czy wynik pomiaru jest uzupełniony o:

- a) czas (tzw. stempel czasowy) i jest to czas:
  - 1. wykonania pomiaru,

2. zapisu na dysk,
3. inny – wyjaśnić jaki?
- b) system zapisu czasu:
  1. lokalny (systemowy),
  2. GMT,
  3. środkowoeuropejski (wyjaśnić sposób zapisu przy zmianie czasu z zimowego na letni),
  4. inny – podać jaki?

*Przykład określenia dla metanomierza:*

- a) 2. – czas zapisu (rejestracji) w komputerze sterującym centrali telemetrycznej na powierzchni kopalni
- b) 1.3. – czas lokalny (systemowy) centrali telemetrycznej; w przypadku przejścia na czas letni baza danych zawiera godziną lukę; przy zmianie na czas zimowy (cofanie zegara) godzinny zapis o zdublowanym czasie jest przechowywany do ewentualnego wykorzystania podczas analizy danych historycznych.

## 25. Wartość mierzona

Proszę określić, czy wartość mierzona (wskazana) jest wartością:

- a) bezwzględną,
- b) względną (np. odniesioną do nominalnej wartości prądu znamionowego, prądu jałowego, nominalnej zawartości gazu, etc),
- c) umowną (np. odnoszącą się do predefiniowanych wartości granicznych, progów odniesienia PO lub PA)

*Przykład:*

- c) – umowną; odniesienie wartości mierzonej do wartości progów PO i PA.

## 26. Zalecany okres agregacji pomiarów

Proszę określić:

- a) wymagany (zalecany) czas agregacji pomiarów, którego wynik (pojedynczy) odzwierciedlałby wartość wielkości mierzonej w danym przedziale czasu (większym niż akwizycja danych pomiarowych)
- b) metodę wyznaczania tej wartości, np.:
  1. średnia z okresu czasu,
  2. średnia z liczby pomiarów,
  3. inna metoda – opisać, jaka.

Okres agregacji powinien wynikać z praktyki górniczej, przepisów, etc. (np. dla geofonów zapisuje się godzinową aktywność i energię).

*Przykład określenia:*

- a) czas agregacji 1 h,
- b) 2. średnia z liczby pomiarów.

## 27. Informacje dodatkowe dotyczące przyrządu(-ów)/czujnika(-ów)

Proszę określić:

- a) czy dany czujnik jest:
  1. autonomiczny (niezależny od innych czujników),
  2. związany (występuje w grupie, jest związany z innymi czujnikami).
- b) czy występują jakieś zależności, korelacje między pomiarami tych czujników; podać jakie (np. gdy wartość mierzona jednego czujnika rośnie, to drugiego też powinna narastać, lub gdy jeden wskazuje „0” to inny (drugi) też powinien wskazywać „0”, itd.)

*Przykład określenia:*

- a) 1. autonomiczny

## Literatura

- [2.1] Z. Krzystanek, A. Dylong, P. Wojtas. Monitorowanie parametrów środowiska w kopalni-system SMP-NT. *Mechanizacja i automatyzacja górnictwa*, 42(9):91–100, 2004.
- [2.2] M. Sikora. System wspomaganie pracy stacji geofizycznej — eksploatacja i rozwój. *Materiały z XIII międzynarodowej konferencji Górnicze Zagrożenia Naturalne, Główny Instytut Górnictwa, Katowice*, s. 7–10, 2006.
- [2.3] M. Sikora, B. Sikora. Systemy monitorowania w kopalniach węgla kamiennego-bazy danych, wizualizacja, analiza danych. W „*Bazy Danych: Nowe Technologie*”. *Politechnika Śląska, Gliwice*, 2007.
- [2.4] M. Sikora, D. Widera. Identification of diagnostics states for dewater pumps working in abyssal mining pump stations. *XV International Conference on Systems Sciences, September*, s. 7–10, 2004.