

PRZEGLĄD GÓRNICZY

założono 01.10.1903 r.

MIESIĘCZNIK STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW GÓRNICTWA

Nr 1 (1094)

styczeń 2014

Tom 70 (LXX)

UKD 622.333: 622.6-047.36: 622.6-047.27



Wykorzystanie przewodu promieniującego w systemie lokalizacji pojazdów w kopalniach

Application of leaky feeder in vehicle positioning system in mines

Dr inż. Antoni Wojacek, adiunkt^{*)}

Treść: Monitoring, lokalizacja czy identyfikacja (ludzi czy maszyn jako „systemu kontroli”) są obecnie coraz powszechniej wprowadzane w podziemnych zakładach górniczych. W artykule scharakteryzowano systemy identyfikacji, lokalizacji oraz monitoringu przeznaczone dla kopalń. Przedstawiono podstawowe wymagania stawiane tym systemom w kopalniach. Na przykładzie wdrażanego obecnie w kopalniach miedzi (przez firmę ENTE) systemu lokalizacji samojezdnych maszyn górniczych, przedstawiono budowę i możliwości eksploatacji takiego systemu. W kopalniach miedzi stosowana jest łączność radiowa z przewodem promieniującym (system DOTRA firmy INOVA). Torem teletransmisyjnym w systemie lokalizacji maszyn górniczych jest między innymi przewód promieniujący systemu łączności radiowej. W systemie mogą być również zastosowane radiowe punkty dostępu AP zamontowane w wybranych wyrobiskach i połączone siecią światłowodową ze stanowiskami nadzoru nad maszynami górnymi.

Abstract: Monitoring, positioning or identification (of people or machines) are more and more commonly implemented in underground mines. This paper presents systems of identification, positioning as well as monitoring provided for mines. Basic requirements for the systems to meet in mines are presented. Using the example of positioning system of self-propelled mining machines, currently implemented in copper mines (by ENTE Company), the design and operation opportunities of such system are presented. In copper mines, radio communication with leaky feeder is deployed (DOTRA system made by INOVA Co.) Leaky feeder of radio communication system is, among others, the teletransmission path of positioning system of mining machines. AP radio access points mounted in separate headings and connected by use of optical fiber networks to supervision positions over mining machines may be used in the system as well.

Słowa kluczowe:

lokalizacja pojazdu, systemy identyfikacji w kopalniach, systemy monitoringu maszyn górniczych

Key words:

vehicle positioning, identification systems in mines, mine machines monitoring systems

1. Wprowadzenie

Prawo geologiczne i górnicze zobowiązuje przedsiębiorcę do prowadzenia ewidencji osób przebywających w zakładzie górniczym [5]. W większości kopalń funkcjonują więc systemy RCP (rejestracji czasu pracy), a dla pracowników dołowych dodatkowo sporządza się rejestry np. pobranych lamp osobistych i aparatów tlenowych. Rejestracja grup pracowników w wybranych miejscach pracy na dole najczęściej jest dokonywana w dyspozytorni kopalnianej przez przyjęcie (od sztygara zmianowego) telefonicznego meldunku o liczbie

górników pracujących w danym rejonie. Na podstawie tych meldunków dyspozytor sporządza ogólny raport zmianowy. Raport ten często odbiega od rzeczywistego obrazu przemieszczania się górników w czasie danej zmiany roboczej. Elementem istotnym dla bezpieczeństwa osób pracujących w wyrobiskach jest bieżąca wiedza na temat ich aktualnego miejsca przebywania, tj. lokalizacja strefowa połączona z identyfikacją osób znajdujących się w tych wybranych rejonach kopalni. Jedynym sposobem bieżącej kontroli przemieszczania się górników w wyrobiskach jest zastosowanie **radiowych systemów lokalizacji osób**.

Dla dołowych maszyn górniczych (tzw. samojezdnych, napędzanych silnikiem spalinowym) nie ma dotychczas wymagań formalnych związanych z systemami monitoringu i ich lokalizacji w wyrobiskach. Próby w tym zakresie, prowadzone

^{*)} Politechnika Śląska; Wydział Górnicztwa i Geologii, Katedra Elektryfikacji i Automatykacji Górnicztwa

w kopalniach miedzi związane są z docenieniem wagi takiego systemu przede wszystkim dla:

- wyboru właściwych działań dla prawidłowego zarządzania pojazdami kołowymi, a w szczególności w przypadku konieczności prowadzenia akcji naprawczych, lub usuwania skutków zaistniałych awarii,
- wdrażania narzędzi umożliwiających stworzenie dobrze zorganizowanych oddziałów zarządzających samojedźdnymi maszynami dołowymi.

2. Lokalizacja, monitoring czy identyfikacja

Pojęcia te w ostatnich latach nabierają szczególnego znaczenia, ponieważ rozwiązania techniczne dla kopalń oferuje już kilkanaście firm z naszego rynku. Lokalizacja, czy identyfikacja (ludzi, maszyn) w kopalniach najczęściej jest realizowana poprzez wykorzystanie systemów radiowych RFID (*radio frequency identification*), czyli systemów wykorzystujących fale o częstotliwościach radiowych na ostatnich odcinkach systemu teletransmisyjnego.

2.1. Lokalizacja, lokacja

Lokalizacja to w ogólnym przypadku sposób wykrywania położenia (w czasie i przestrzeni) górnika, czy pojazdu. Bardzo często jest ona bardziej zaawansowana i umożliwia także wyznaczanie kierunku poruszania się lokalizowanego obiektu [6]. Nie wszystkie systemy lokalizacji stosowane w kopalniach umożliwiają identyfikację (personalizację) lokalizowanego obiektu. Typowym, stosowanym we wszystkich kopalniach, urządzeniem jest nadajnik GLON instalowany w lampie osobistej górnika. Jest to specyficzne polskie rozwiązanie, które nie umożliwia identyfikacji lokalizowanych górników.

Wszyscy zjeżdżający na dół są zobowiązani do pobierania lampy osobistej. W każdej lampie jest zainstalowany generator zasilany z akumulatora lampy osobistej górnika. Urządzenie typu GLON (Górnicy Lokacyjny Osobisty Nadajnik) wykorzystuje niemodulowane pasmo z zakresu 4100 – 5850 Hz. Tak niska częstotliwość wynika z faktu, iż propagacja fal elektromagnetycznych przez górotwór jest skutecznie możliwa tylko dla bardzo niskich częstotliwości. Zastęp ratowniczy wyposażony jest w odbiornik lokacyjny GLOP, który pozwala na pomiar odległości do nadajnika (generatora) GLON (w zakresie do 30 m). Korzystając z odbiornika urządzenia GLON potrafimy zlokalizować obiekt, lecz nie możemy go personalizować, ponieważ system tego nie umożliwia. Korzystając ze zmodyfikowanego odbiornika GLOP (np. wyłącznik WAJL firmy Elektrometal) możemy wykryć obecność nadajnika lokacyjnego, lecz nie potrafimy go zidentyfikować, ponieważ liczba kanałów częstotliwościowych nadajników GLON (8 kanałów) jest wielokrotnie mniejsza od liczby nadajników stosowanych w danej kopalni.

Dla rozwiązań technicznych, w których system GLON jest obecnie wykorzystywany (lokalizacja zasypanego górnika, monitorowanie jazdy górnika na przenośniku taśmowym) personalizacja (identyfikacja) nie ma większego znaczenia. Tego typu rozwiązanie techniczne można również określać pojęciem lokacja.

Systemy lokacyjne są coraz częściej wykorzystywane w nadzorze nad strefami ograniczonego dostępu (np. strefa przenośnika przed kruszarką, strefa przenośnika za pomostem do wysiadania), gdzie istotne jest stwierdzenie obecności np. nadajnika lokacyjnego (bez znajomości danych identyfikacyjnych) oraz zainicjowanie reakcji systemu bezpieczeństwa

np. wyłączenie kruszarki, wyłączenie przenośnika czy uruchomienie alarmu.

2.2. Identyfikacja

Jeśli system umożliwia również odczyt numeru identyfikacyjnego nadajnika, to dla określenia takiego rozwiązania technicznego w nazwie powinno się znaleźć słowo „identyfikacja”. Identyfikacja (osoby, pojazdu) jest najczęściej związana z systemami kontroli dostępu do stref ograniczonego dostępu, czyli uzyskaniem określonego poziomu pewności, że dana osoba (maszyna) jest tą, za którą się podaje. Górnik, (maszyna) przekazuje w czasie tej czynności (w strefie uwierzytelniania), „swoją tożsamość” do systemu [6]. Następuje proces identyfikacji. Wszystkie współcześnie instalowane w kopalniach systemy identyfikacji (osób, maszyn) posiadają również opcję lokalizacji, tzn. umożliwiają dyspozytorowi, w żądanym okresie czasu i w określonym rejonie, zlokalizowanie liczby osób (maszyn) w określonych strefach uwierzytelniania (w strefie kontroli czytnika).

W kopalniach stosowane są systemy, które umożliwiają:

- **Identyfikację strefową**, gdzie istotne jest przemieszczenie się ludzi (maszyn) pomiędzy poszczególnymi strefami. Granice stref są wyznaczone przez zabudowę bramek składających się z co najmniej dwóch czytników identyfikatorów. Taki system odczytuje numery identyfikacyjne nadajników; pozwala więc na określenie jakie nadajniki znajdują się w poszczególnych strefach. System ten realizuje także monitoring liczby ludzi, np. w strefach szczególnie niebezpiecznych.
- **Identyfikację punktową** (lokalizację dokładną) położenia ludzi czy maszyn (nadajników identyfikacyjnych). Tego rodzaju rozwiązania techniczne wymagają zastosowania systemów RTSL¹.

2.3. Monitoring

Obok pojęcia identyfikacji, czy lokalizacji spotyka się pojęcie **monitoringu**. Dla pojazdów pojęcie to może być związane (i/lub) z:

- **cykliczną kontrolą** wybranych parametrów pojazdu i ich prezentacją na lokalnej tablicy wskaźników w kabinie kierowcy lub zdalnym na monitorach (stąd pojęcie monitoringu) w punktach nadzoru technicznego nad pojazdami,
- **bieżącym monitorowaniem**, czyli obserwacją z wykorzystaniem kamer i przedstawianiem tych obrazów na monitorach w punktach nadzoru i zarządzania ruchem pojazdów.

Potoczne określanie systemów monitoringu w kopalniach coraz częściej kojarzone jest z tym drugim określeniem słowa monitoring, ponieważ kamery są już powszechnie stosowane w większości naszych kopalń. Nie można jednak zapominać, że dla ludzi również i to pierwsze określenie (cykliczna kontrola) ma także zastosowanie w podziemnych zakładach górniczych. Dotyczy to np. systemu wspomaganie akcji ratowniczych typu SWAR, który jest modyfikacją systemu GABI-98W [4]. W systemie tym oprócz kamery video, wykorzystano zespół czujników do monitorowania (cyklicznego pomiaru) parametrów atmosfery i stanu ratownika (O₂, CH₄, CO, CO₂, temperatura, wilgotność, ciśnienie, temperatura ciała ratownika oraz sygnalizacja braku ruchu ratownika). Taki zespół czujników jest przyłączony do radiotelefonu ratownika i umożliwia transmisję danych z czujników (przy wykorzystaniu sygnałów DTMF) do bazy. W bazie dane z czujników są archiwizowane na komputerze.

¹ RTLS – ang. *real time locating system*

2.4. Identyfikator

W systemach identyfikacji, lokalizacji, czy lokacji górnik (pojazd) jest wyposażony w urządzenie, które potocznie, choć często niewłaściwie, nazywa się nadajnikiem. Dla wielu urządzeń (z wyjątkiem np. systemu GLON lokalizacji zasypanych górników, czy nadajników aktywnych nadających impulsowo ciągle w losowych odstępach czasu) nie jest to poprawne określenie, ponieważ większość „nadajników” (jak powszechnie się je określa w języku potocznym) zarówno:

- **odbiera**; np. ładowanie kondensatora w urządzeniach pasywnych, czy uaktywnienie elementu w strefie uwierzytelniania dla urządzenia semipasywnego względnie aktywnego, jak też
- **wysyła** określone sygnały radiowe (po uaktywnieniu).

Powszechnie stosowane jest również pojęcie transponder. Należy zwrócić uwagę, że transponder (aktywny, pasywny) jest bezprzewodowym elektronicznym urządzeniem teletransmisyjnym, które automatycznie odbiera sygnały, przetwarza je i „odpowiada” na sygnał przychodzący w czasie rzeczywistym z czytnika. Termin pochodzi z połączenia słów transmitter i responder. Urządzenia pasywne też „przetwarzają” sygnał umożliwiając zasilenie (uaktywnienie) transpondera, na wzmacniony, inny sygnał radiowy. Na podobnej zasadzie działają urządzenia semipasywne. Ponieważ nie zawsze jednak identyfikator jest transponderem (tzn. odpowiada na zapytanie czytnika) to określenie identyfikator jest najbardziej poprawne i powinno być stosowane dla określania tego typu urządzeń w kopalniach. Transponderami nie są np. identyfikatory radiowe typu TTAG-868FSK/L systemu identyfikacji ARGUS firmy TRANZ-TEL Kobiór, stosowane w KWK „Pniówek” i montowane w lampach górniczych. Tego typu urządzeń nie należy również określać pojęciem „czip”, czy „tag”, chociaż w niektórych publikacjach te określenia są także stosowane.

Systemy wykorzystujące transpondery są powszechnie stosowane w transporcie samochodowym, np. dla umożliwienia wjazdu samochodom uprawnionym w określone strefy oraz na płatnych drogach do automatycznego poboru opłat. Samochody wyposaża się w transpondery, (np. viaBOX), a nad drogami, w określonych miejscach stawia się bramownice z czytnikami i antenami do komunikacji z urządzeniem pokładowym pojazdu (poboru opłat). W lotnictwie cywilnym natomiast stosowane są identyfikatory, a w wojskowym, obok identyfikatorów (dla służb cywilnych), stosuje się równocześnie transpondery.

2.5. System rejestracji czasu pracy (RCP)

Ponieważ Prawo geologiczne i górnicze (oraz stosowne akty wykonawcze do tego prawa [5]) zobowiązuje przedsiębiorcę do prowadzenia ewidencji osób przebywających

w zakładzie górniczym, to w każdej kopalni stosowane są systemy określane najczęściej jako „systemy kontroli ruchu załogi”, czy „systemy rejestracji czasu pracy” (RCP).

Systemy te są przede wszystkim dedykowane dla służb finansowo-księgowych i działów osobowych kopalni.

Systemy identyfikacji aby działały prawidłowo, nie powinny być nigdy utożsamiane z systemami „kontroli ruchu załogi”, czy systemami rejestracji „czasu efektywnej pracy dołowej”, lub przebywania w rejonach o podwyższonej temperaturze („krótszej dniówki”). Obecne uwarunkowania formalno-prawne wymuszają tego rodzaju rozgraniczenie, bo w przeciwnym wypadku system identyfikacji nie będzie działał poprawnie.

Systemy **lokalizacji czy monitoringu maszyn** powinny być powiązane zarówno ze służbami technicznymi (bieżący nadzór nad ruchem maszyn), jak i finansowo-księgowymi (wyprzedzające zamawianie części zamiennych, elementów eksploatacyjnych, czy nowych maszyn, amortyzacja itp).

3. Możliwości wykorzystania systemów RFID w kopalniach

Podstawowym elementem każdego systemu lokalizacji czy identyfikacji jest identyfikator osobisty (górnika, maszyny). Istnieją trzy zasadnicze typy tych identyfikatorów [1, 3]:

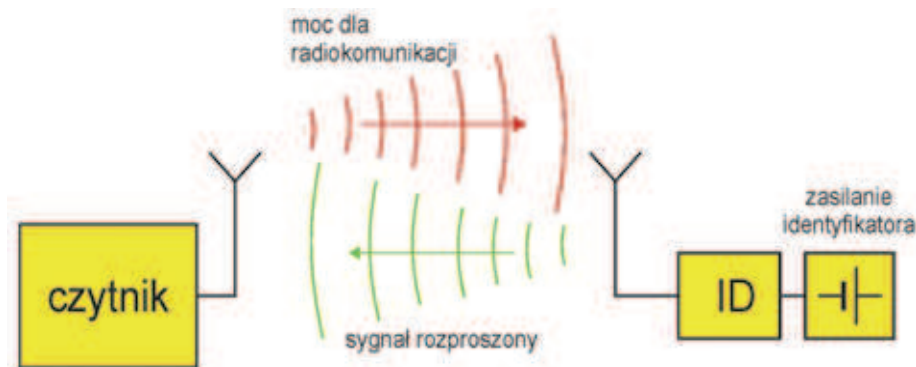
- pasywne** niezawierające własnego źródła zasilania, lecz wymagające zasilania; elementy te uaktywniają się w momencie znalezienia się w zasięgu czytnika, w jego polu elektromagnetycznym, z którego podawane jest napięcie zasilania identyfikatora; są czasami określane jako bierne, zawierające własne źródło zasilania (np. baterię litową), względnie korzystające z integralnie związanego z identyfikatorem zewnętrznego źródła zasilania (np. akumulatora z lampy górniczej) i nadające w określonych odstępach czasu.
- aktywne** zawierające własne źródło zasilania, lecz nadające tylko w momencie znalezienia się w strefie działania czytnika i jego uaktywnienia przez czytnik.
- semipasywne** zawierające własne źródło zasilania, lecz nadające tylko w momencie znalezienia się w strefie działania czytnika i jego uaktywnienia przez czytnik.

Zasadę działania wyjaśniają rysunki 1, 2, 3. Z punktu widzenia kierunku transmisji sygnałów użytecznych można wyróżnić identyfikatory jednokierunkowe oraz dwukierunkowe, w których czytnik oprócz odbioru charakterystycznego kodu identyfikatora, przesyła do niego inne sygnały użyteczne (np. alarmowe, informacyjne, przywoławcze) wygenerowane w systemie. Dotychczasowe badania prowadzone nad systemami identyfikacji dla kopalń doprowadziły do wniosku, że identyfikatory pasywne nie znajdują szerszego zastosowania w wyrobiskach.



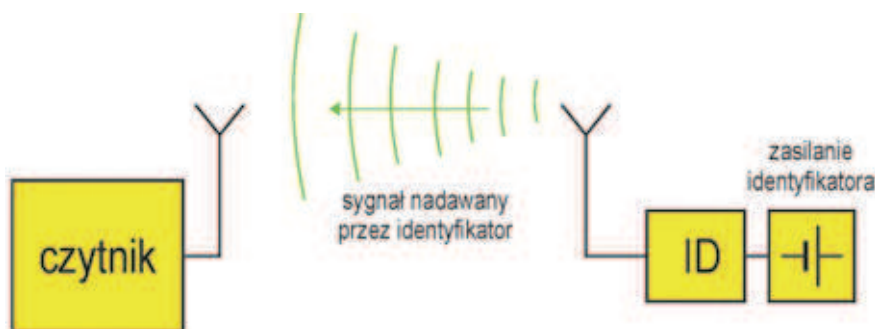
Rys. 1. Schemat blokowy systemu RFID z identyfikatorem pasywnym. ID – identyfikator

Fig. 1. Block diagram of RFID system with passive identifier. ID – identifier



Rys. 2. Schemat blokowy systemu RFID z identyfikatorem semipasywnym; czytnik uaktywnia identyfikator.

Fig. 2. Block diagram of RFID system with semi-passive identifier; the reader activates the identifier



Rys. 3. Schemat blokowy systemu RFID z identyfikatorem aktywnym; identyfikator nadaje ciągle w losowych odstępach czasu

Fig. 3. Block diagram of RFID system with active identifier; the identifier transmits continuously at random time intervals

Podstawowe wymagania stawiane kopalnianym systemom identyfikacji to [7]:

- autonomiczność zasilania, a przede wszystkim sygnalizacja zaniku zasilania (sieciovego) podstawowych urządzeń systemu oraz sygnalizacja zaniku transmisji w systemie,
 - bezkolizyjność - komunikacja czytnika z danym identyfikatorem nie powinna być zakłócana przez inne identyfikatory pozostające w tym obszarze. Dotyczy to problemu obecności większej liczby identyfikatorów w zasięgu działania jednego czytnika,
 - iskrobezpieczeństwo (dla kopalń metanowych) i bezpieczeństwo użytkownika - wykluczenie możliwości odpalenia zapalników elektrycznych znajdujących się w pobliżu czytników,
 - duży zasięg działania - jednoznaczna identyfikacja nadajnika z odległości przynajmniej kilku metrów,
 - kompatybilność elektromagnetyczna - możliwość współpracy systemu identyfikacji z istniejącymi już w kopalni systemami telekomunikacyjnymi, brak zakłócającego oddziaływania na inne systemy telekomunikacyjne, odporność na zakłócenia elektromagnetyczne istniejące w kopalniach,
 - prostota obsługi - możliwość bieżącej obsługi urządzeń przez osoby bez specjalistycznego przygotowania fachowego,
 - przezroczystość systemu - brak utrudnień w dotychczasowej technologii ruchu żalągi,
 - duża niezawodność - możliwość pracy w trudnych technicznych warunkach środowiskowych podziemi kopalń.
- Uwzględniając techniczne warunki środowiskowe podziemnych zakładów górniczych, podstawowym problemem

każdego systemu identyfikacji jest sposób transmisji informacji do centrum nadzoru na powierzchni. Uwzględniając ten parametr, można wyszczególnić [2]:

- modemowe systemy transmisyjne wykorzystujące wolne tory w telekomunikacyjnych kablach górniczych symetrycznych,
- systemy teletransmisyjne wykorzystujące przewody promieniujące ułożone w danych wyrobiskach do transmisji informacji do dyspozytorni,
- światłowodowe systemy teletransmisyjne.

4. Zasady funkcjonowania systemu

Systemy lokalizacji maszyny przemieszczającej się w czasie wykonywania swojej pracy zawsze wykorzystują techniki radiowe. Jednak w wyrobiskach korytarzowych kopalni podziemnej system teletransmisyjny w znacznej swojej części jest systemem „przewodowym”, tzn. wykorzystuje ułożone w tych wyrobiskach przewody promieniujące, kable światłowodowe, czy telekomunikacyjne kable górnicze miedziane symetryczne typu TKG [6].

Jak już wspomniano, radiowa lokalizacja pojazdu to sposób wykrywania jego bieżącego położenia. Umożliwia ona także wyznaczanie jego kierunku ruchu. Pojazd w kopalni jest również wyposażony w elementy umożliwiające jego identyfikację. Pojazd w strefie uwierzytelniania, „przekazuje swoją tożsamość” do systemu identyfikacji.

Ogólny schemat blokowy elementów wyposażenia pojazdu związanych z systemami lokalizacji, monitoringu oraz identyfikacji przedstawiono na rysunku 4.

Większość pojazdów wyposażona jest w lokalne sterowniki PLC, współpracujące poprzez magistralę danych (np. CAN) z czujnikami. Czujniki mogą być również przyłączone bezpośrednio (gwiazdziście) do sterownika, lub w standardzie Ethernet. Czujniki dokonują pomiaru wybranej wielkości fizycznej, ważnej z punktu widzenia prawidłowego funkcjonowania maszyny. Dla przeprowadzenia diagnostyki serwisowej każda maszyna wyposażona jest w system interfejsu (SI), do którego można przyłączyć komputer diagnostyczny z odpowiednim oprogramowaniem identyfikującym uszkodzenia, lub aktualny stan techniczny pojazdu. W każdym pojeździe jest również monitor (np. tablica rozdzielcza wskaźników), czy sterownik lokalny (MSL z rys. 4), który stanowi podstawowy komunikator dla operatora pojazdu. Czujniki zainstalowane w pojeździe stanowią źródło informacji dla **systemu monitoringu pojazdu**.

Na powierzchni systemy **lokalizacji pojazdów** wykorzystują system nawigacji satelitarnej GPS. Informacja o aktualnym położeniu pojazdu jest przesyłana automatycznie do serwera nadzoru nad pojazdami (np. służbowymi danej firmy) zwykle przez systemy telefonii komórkowej (GSM).

Identyfikacja danego pojazdu może nastąpić tylko wtedy, gdy wyposażony on będzie w identyfikator (aktywny, semi pasywny lub pasywny - TAG z rys. 4), czyli w bezprzewodowe urządzenie komunikacyjne, które automatycznie odbiera i odpowiada na sygnał przychodzący w czasie rzeczywistym z czytnika znajdującego się przed wjazdem do strefy ograniczonego dostępu.

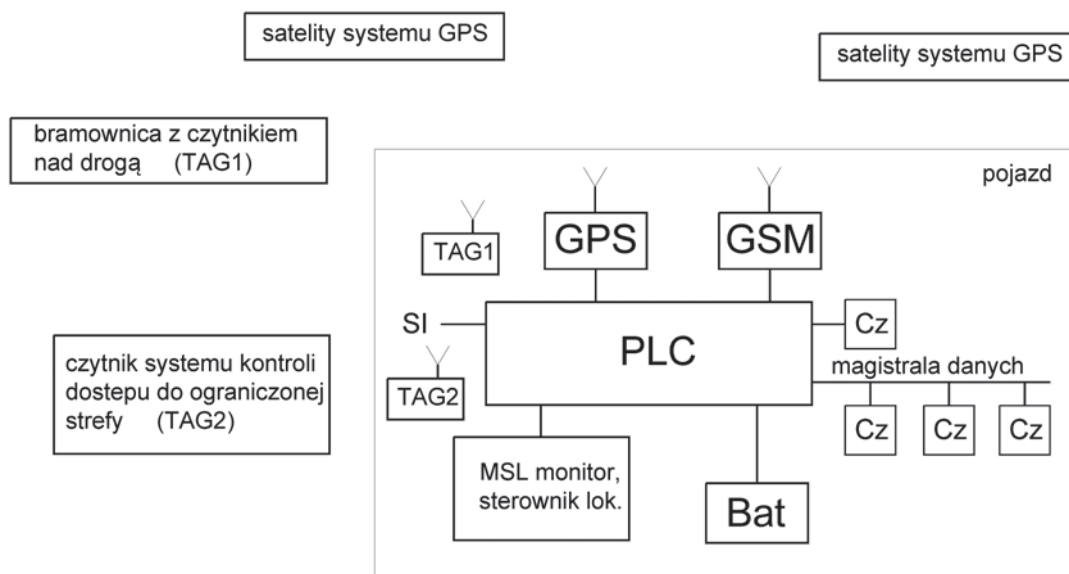
Tego typu rozwiązania (rys. 4), chociaż są bardzo rozpowszechnione na powierzchni, nie mają jednak szerokiego zastosowania w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych.

5. Budowa systemu lokalizacji pojazdów w kopalniach miedzi

Technologia wydobywania rudy miedzi w polskich kopalniach wymaga stosowania wielu rodzajów maszyn samojezdnych, które związane są bezpośrednio z procesem urabiania i transportu rudy miedzi. W kopalniach stosowane są wozy wierzące, odstawcze, ładowarki, wozy do obrywki, wiercenia i zabudowy obudowy kotwowej itp. Oprócz tego stosowanych jest wiele pojazdów do transportu ludzi oraz materiałów.

Obowiązujące przepisy wymagają, by główne drogi odstawy kołowej, niezależnie od łączności ogólnokopalnianej, posiadały również systemy łączności lokalnej [5]. Systemy łączności radiowej stosuje się wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba porozumiewania się z załogą przemieszczającą się w trakcie wykonywania swojej pracy. W KGHM kilka lat temu podjęto decyzję o budowie systemu łączności radiowej opartej o przewód promieniujący. System ten wykorzystuje się nie tylko jako technologiczny środek komunikacji głosowej, lecz także jako system łączności alarmowej dla operatorów maszyn. Takie rozwiązanie umożliwia dyspozytorowi połączenie z radiotelefonami (w trybie alarmowym) z pulpitu PA systemu alarmowania STAR (skrót od określenia „system telefonii alarmowo rozgłoszeniowej”).

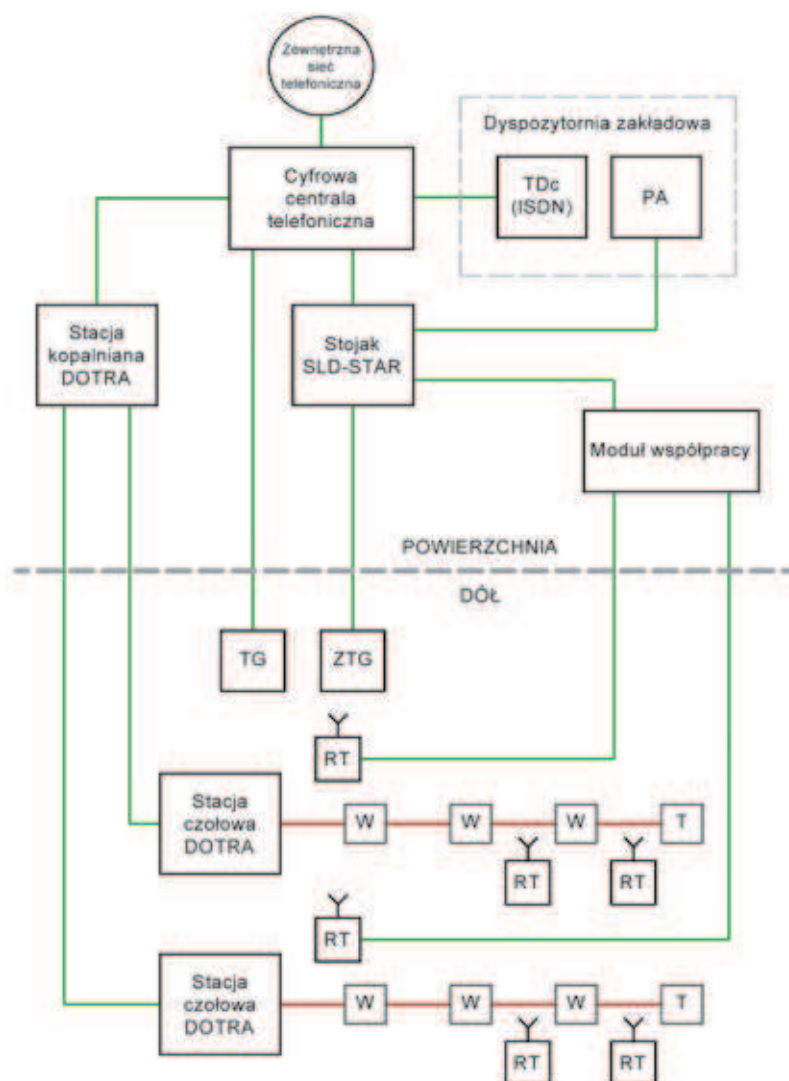
Uruchomiono trankingowy system łączności radiowej z pojazdami oraz osobami wyposażonymi w radiotelefony noszone RT typu DOTRA firmy INOVA, który następnie został zintegrowany z ogólnozakładowym systemem alarmowania typu STAR firmy TELVIS. W kopalniach miedzi od kilku lat funkcjonuje system STAR-DOTRA². Uproszczony schemat blokowy systemu został przedstawiony na rys. 5 [3].



Rys. 4. Elementy systemu monitoringu, lokalizacji oraz identyfikacji pojazdu; Cz – czujnik, miernik w pojeździe, SI – system interfejsu, złącze do komputera PC, PLC – sterownik, TAG1, TAG2 – identyfikatory aktywne pojazdu, MSL – monitor, sterownik lokalny, GPS – system nawigacji satelitarnej, GSM – jeden ze standardów telefonii komórkowej

Fig. 4. Components of monitoring and positioning system as well as identification of a vehicle. Cz – sensor, a meter in the vehicle, SI – interface system to PC, PLC – controller, TAG1, TAG2 – active identifiers of a vehicle, MSL – monitor, local controller, GPS – global positioning system, GSM – one of the cellular telephony standards

² Obecnie system alarmowania typu STAR jest zastępowany systemem alarmowania typu SAT.



Rys. 5. Struktura systemu łączności i alarmowania STAR-DOTRA w kopalniach miedzi;

W – wzmacniak, T – terminator, RT – radiotelefon, PA – pulpit alarmowy dyspozytora, TDC – telefon cyfrowy dyspozytora, TG – telefon górniczy, ZTG – telefon sygnalizator górniczy

Fig. 5. STAR-DOTRA communication and alarm system in copper mines:

W – repeater, T – terminator, RT – radiotelephone, PA – dispatcher alarm and broadcasting desk, TDC – digital dispatcher desk, TG – underground telephone, ZTG – alarm signalling device telephone

System DOTRA jest podzielony na rejony, z których każdy jest obsługiwany przez jedną stację czołową. W każdym rejonie w pobliżu stacji czołowej zainstalowany jest dodatkowy radiotelefon RT połączony (przewodowo), poprzez moduł współpracy, ze stojakiem systemu STAR. Radiotelefon ten umożliwia nawiązanie połączenia pomiędzy systemem STAR i abonentami systemu DOTRA.

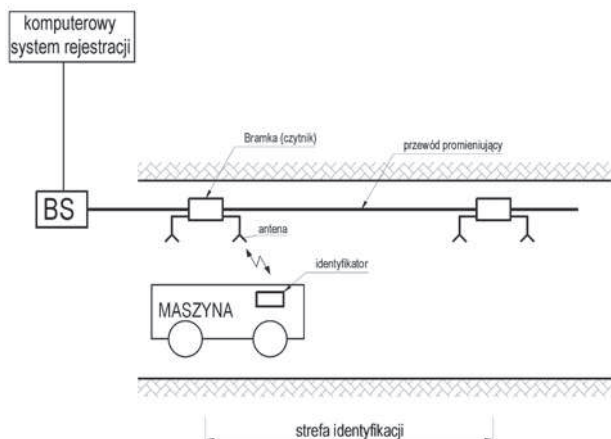
W stałych punktach kopalni zainstalowane są telefony sygnalizatory typu ZGT systemu Alarmowania STAR, lub telefony górnicze TG systemu łączności ogólnozakładowej. Dyspozytor posiada więc dwa niezależne pulpity łączności: telefonicznej TDC (cyfrowy telefon systemowy centrali ogólnozakładowej) oraz alarmowej (pulpit PA) z systemu alarmowania STAR. System łączności radiowej z przewodem promieniującym typu DOTRA został równocześnie połączony

z centralą łączności telefonicznej ogólnozakładowej dla umożliwienia nawiązywania połączeń pomiędzy radiotelefonami i telefonami stacjonarnymi w kopalni.

Uwzględniając istniejącą w tych kopalniach dobrze rozbudowaną infrastrukturę teletransmisyjną przeznaczoną w szczególności dla maszyn samojezdnych, firma ENTE z Gliwic rozpoczęła prace nad wdrożeniem (początkowo w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice”, a następnie również i w O/ZG „Rudna”) systemu lokalizacji maszyn, w którym elementem systemu teletransmisyjnego jest przewód promieniujący systemu STAR-DOTRA.

System lokalizacji pojazdów, w tym przypadku, można było zrealizować dwoma sposobami:

- „Nieruchomych bramek” (czytników identyfikatorów), które są przyłączone do przewodu promieniującego wyko-



Rys. 6. Ilustracja lokalizacji maszyny dla nieruchomych bramek

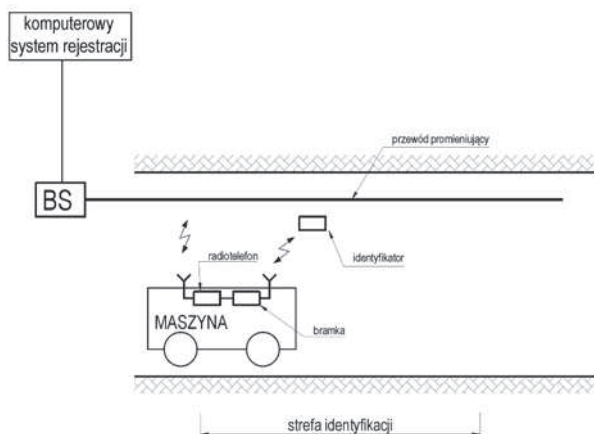
Fig. 6. Presentation of machine position in case of immobile gate

rzystwanego do transmisji sygnału z systemu lokalizacji do stacji czołowej i dalej na powierzchnię; pojazdy wyposażone są w identyfikatory aktywne przyporządkowane poszczególnym pojazdom (rys. 6).

- „Nieruchomych identyfikatorów”, które instalowane są na ociosie pod stropem w wyznaczonych stałych miejscach (najczęściej na skrzyżowaniach); bramka jest instalowana w lokalizowanym pojeździe; transmisja z bramki jest realizowana poprzez radiomodem do czołowej stacji bazowej (BS) i dalej do komputerowego systemu rejestracji na powierzchnię (rys. 7) [4].

System lokalizacji maszyn górniczych o firmowej nazwie SzLeM (skrót od określenia *System Lokalizacji Maszyn*) wykorzystuje zasadę lokalizacji z rysunku 7 (nieruchome identyfikatory, ruchomy czytnik identyfikatorów). Pod względem funkcjonalnym system ten posiada swoją analogię do struktury przedstawionej na rysunku 4, w którym:

- GPS to czytnik sygnału radiowego (863,3 MHz) generowanego przez nieruchome identyfikatory aktywne (z własną baterią litową); identyfikatory są przytwierdzone do stropu w stałych określonych punktach wyrobisk; czytnik (typu i-PORT IV) zainstalowany w pojeździe rejestruje sygnały radiowe z identyfikatorów,



Rys. 7. Ilustracja lokalizacji maszyny dla ruchomych bramek

Fig. 7. Presentation of machine position in case of mobile gate

- GSM to analogia do modemu radiowego - jest to urządzenie typu SATELLINE-3AS (414,85 MHz częstotliwość „góra” 424,85 MHz częstotliwość w „dół”) zainstalowane w pojeździe, przeznaczone do transmisji informacji (z wykorzystaniem systemu DOTRA) odebranej z identyfikatora.
- Sterownik PLC z rys. 4 to jednostka centralna produkowana przez firmę ENTE o firmowej nazwie **AWIA Locator** gromadząca dane i posiadająca interfejsy do współpracy z magistralą CAN pojazdu, interfejsami RS, USB (do komunikacji lokalnej z systemem), modemem radiowym itp.

W ZG „Polkowice-Sieroszowice” systemem tym objęto 44 maszyny samojezdne, a w ZG „Rudna” 20 maszyn z jednego oddziału. Poprzez możliwość lokalizacji maszyn można osiągnąć poprawę organizacji pracy w oddziale górniczym, a co się z tym wiąże – wzrost wydajności pracy.

Zaprojektowany przez firmę ENTE system umożliwia lokalizację maszyn w rejonie poprzez odczytywanie radiowych identyfikatorów, umieszczonych pod stropem wyrobiska, które są punktami odniesienia (źródłami sygnału radiowego) dla systemu lokalizacji. Widok identyfikatora przedstawiono na rys. 8. Zalogowanie się w systemie lokalizacji urządzenia radiowego znajdującego się w konkretnej maszynie to równocześnie proces identyfikacji pojazdu.

Dane rejestrowane w jednostce centralnej systemu zainstalowanej w maszynie (urządzenie AWIA Locator z interfejsami radiowymi, czytnikiem i-PORT, modemem radiowym SATELLINE-3AS i zasilaczem napięcia gwarantowanego buforowanym baterią akumulatorów) są przesyłane (w systemie DOTRA) do serwera komunikacyjnego. Dodatkową funkcjonalnością tego systemu jest ograniczona możliwość monitorowania maszyny. Wybrane informacje (parametry technologiczne maszyny), w określonych punktach wyrobisk (gdzie zlokalizowano punkty dostępowe sieci Wi-Fi komputerowej) siecią światłowodową mogą być przesłane do stanowisk nadzoru nad pojazdami Wi-Fi. Punkty dostępowe mogą być uruchomione w obrębie stałych punktów tankowania. Rejestrowane przez komputer lokalny maszyny jej parametry techniczne są udostępniane systemowi SzLeM poprzez magistralę CAN.

Obok stacji czołowych DOTRA ustawiony jest stojak urządzeń stacyjnych systemu SzLeM, w którym jest serwer systemu lokalizacji i modemy radiowe współpracujące ze stacją czołową DOTRA. Serwer systemu lokalizacji sekwencyjnie komunikuje się (poprzez modem radiowy) z daną maszyną znajdującą się w obszarze monitorowanego oddziału i przesyła te dane do punktów nadzoru nad transportem kołowym oraz na powierzchnię.



Rys. 8. Identyfikator systemu lokalizacji maszyn firmy ENTE Gliwice

Fig. 8. Machines positioning system identifier made by ENTE Company Gliwice

6. Podsumowanie

Sprawnie funkcjonujący i wydajny system teletransmisyjny jest podstawowym czynnikiem, który decyduje nie tylko o wyborze danego systemu telekomunikacyjnego, ale przede wszystkim o jego rozwoju i docelowych możliwościach technicznych innych systemów, które będą funkcjonowały w danej kopalni. System lokalizacji maszyn samojezdnych z powodzeniem może wykorzystywać przewody promieniujące jako linie teletransmisyjne. Jednak gdy interesuje nas nie tylko lokalizacja maszyny, lecz także jej monitoring, to system teletransmisyjny oparty o miedziany przewód promieniujący (z nieszczelnym oplotem) przy większej liczbie (kilkudziesięciu) monitorowanych maszyn może nie być systemem wystarczająco wydajnym. Monitoring maszyn wymaga jednak szybszego medium teletransmisyjnego. Wiąże się to z koniecznością wykorzystania sieci światłowodowych w kopalniach.

Autor dziękuje firmie ENTE Gliwice za udostępnienie fotografii identyfikatora systemu SzLeM (rys. 8) zastosowanego w kopalniach miedzi.

Literatura

1. *Finkenzer K.*: RFID Handbook. Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification. Second Edition. John Wiley & Sons Ltd.
2. *Laliberte. P.*: Summary Study of Underground Communications Technologies. Report CANMET-MMSL. May 2009.
3. *Miśkiewicz K., Wojaczek A., Wojtas P.*: Systemy dyspozytorskie kopalń podziemnych i ich integracja. Wybrane problemy. Wydawnictwo Politechniki Śl., Gliwice 2011.
4. *Miśkiewicz K., Wojaczek A.*: Systemy radiokomunikacji z kablem promieniującym. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
5. RMG 2002. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych. Dz.U. z 2002 r. Nr 139 poz. 1169.
6. *Wojaczek A., Miśkiewicz K.*: Wybrane problemy lokalizacji maszyn i ludzi w kopalniach podziemnych. Monografia pt. Systemy telekomunikacyjne, monitoring i wizualizacja podziemnej eksploatacji złóż. Monografia pod redakcją Artura Dyczko i Antoniego Wojaczka. Wydawnictwo Fundacji dla AGH. Kraków 2011.
7. *Wojaczek A.*: System identyfikacji osób w procesie wydobywczym typowej kopalni. MiAG. 1999, nr 8-9.

NACZELNY REDAKTOR

w zeszycie 1-2/2010 Przeglądu Górniczego, zwrócił się do kadr górniczych z zachętą do publikowania artykułów ukierunkowanych na wywołanie

POLEMIKI – DYSKUSJI.

Trudnych problemów, które czekają na rzetelną, merytoryczną wymianę poglądów – jest wiele! Od niej – w znaczącej mierze – zależy skuteczność praktyki i nauki górniczej w działaniach na rzecz bezpieczeństwa górniczego oraz postępu technicznego i ekonomicznej efektywności eksploatacji złóż.

**Od naszego wysiłku w poszukiwaniu najlepszych rozwiązań
– zależy przyszłość polskiego górnictwa!!!**