

Lokalizacja osób i maszyn za pomocą systemu PORTAS

W niniejszym artykule przedstawiono specyfikę zagadnień prawnych, funkcjonalnych i technicznych związanych z systemami lokalizacji personelu oraz logistyki materiałów dla górnictwa podziemnego ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki górnictwa węglowego. Przykładem realizacji złożonych i wielowymiarowych wymagań jest system PORTAS produkcji firmy SYBET sp. z o.o., która specjalizuje się w technologiach RFID oraz innych technikach radiowych dla górnictwa. Omówiono również rolę systemu PORTAS w zarządzaniu ryzykiem. Podano przykłady integracji systemu lokalizacji z systemami alarmowo-rozgłoszeniowym i metanometrii mobilnej.

1. WSTĘP

Stosowane w podziemiach kopalń systemy monitorowania obejmują coraz to nowe obszary. Należy do nich na pewno monitorowanie miejsca przebywania pracowników oraz maszyn. Szczególnie ten pierwszy aspekt ma duże znaczenie w przypadku podziemnych kopalń, w których występują strefy szczególnego zagrożenia, np. tąpnięciami, metanowego, pożarowego czy też związanego z prowadzeniem prac lub akcji ratowniczych. Drugi aspekt z kolei przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa na drogach transportowych oraz do poprawy efektywności. Dlatego już kilka firm proponuje swoje systemy monitorowania wspomagające funkcjonowanie podziemnego ruchu załogi i ruchu maszyn. W niniejszym artykule przedstawione zostały najnowsze w tym względzie rozwiązania.

2. FUNKCJE BEZPIECZEŃSTWA SYSTEMU PORTAS

System lokalizacji pracowników w górnictwie podziemnym służy bezpieczeństwu pracy na trzy różne sposoby. Jedną ze strategii przyjmowanych wobec ryzyka jest jego akceptacja. Dzieje się tak w odniesieniu do ryzyka, którego prawdopodobieństwo i skutki zostały obniżone dostępnymi sposobami. W tych przypadkach system lokalizacji personelu umożliwia nadzór nad ekspozycją na ryzyko. Staje się narzędziem kontroli w zakresie nieprzekraczania

maksymalnej liczby osób oraz czasu ich przebywania w rejonie zagrożenia. W ten sposób indywidualne ryzyko pracownika zostaje zminimalizowane.

Drugim obszarem oddziaływania systemu lokalizacji jest ograniczanie prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka. System realizuje tę strategię w ramach dyspozytorskiego nadzoru nad lokalnym sterowaniem urządzeniami poprzez zdalne nadawanie uprawnień (np. do załączenia ciągu transportowego), blokadę automatycznego ruchu urządzeń (np. obudowy ścianowej) oraz automatyczne wyłączenie urządzeń (np. kruszarki).

Trzecim obszarem oddziaływania jest ograniczanie skutków ryzyka. Przykładem może być automatyczny nadzór nad ewakuacją: zliczanie liczby osób w rejonie zagrożenia oraz osób wyprowadzonych ze strefy zagrożenia, jak i tych, którzy wyjechali na powierzchnię. Wspomaganie wyznaczania rejonu zagrożenia i posterunków stanowi kolejny przykład rozwoju systemów lokalizacyjnych. Jest nim również nadzór nad zastępem ratowniczym, realizowany przez przenośne urządzenie, które monitoruje obecność członków zastępu ratowniczego i umożliwia poszukiwanie w dymach osób omdlałych.

3. SYSTEM PORTAS WOBEC WYMAGAŃ PRAWNYCH

System PORTAS spełnia specyficzne wymagania prawne. Jako system bezpieczeństwa posiada dopuszczenie WUG do stosowania w zakładach górni-

czych. Urządzenia elektroniczne systemu spełniają wymagania kompatybilności elektronicznej. Radiowe urządzenia nadawczo-odbiorcze spełniają wymagania prawa telekomunikacyjnego. Wszystkie urządzenia wchodzące w skład systemu PORTAS, pracujące w przestrzeni zagrożonej wybuchem, posiadają certyfikaty ATEX uprawniające do ciągłego działania w dowolnym stężeniu metanu. Obwody elektryczne mają poziom zabezpieczenia „ia”, natomiast urządzenia optyczne – „op is”.

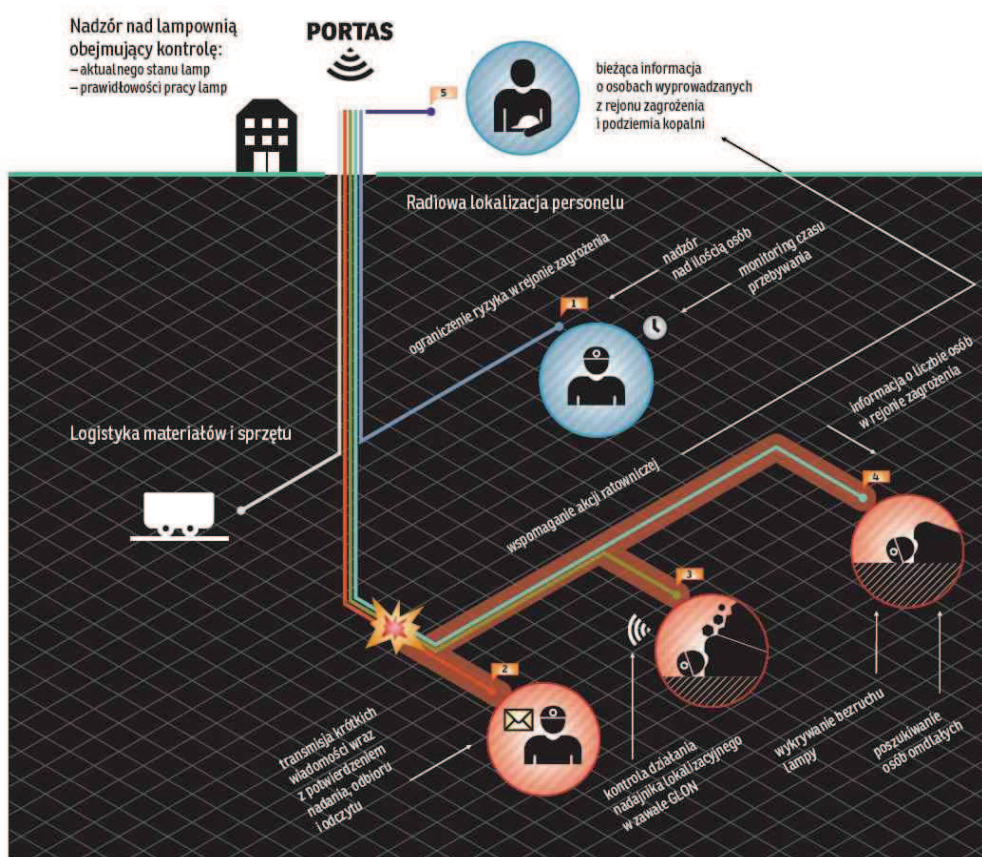
Lampy z zabudowanymi identyfikatorami systemu PORTAS posiadają aprobatę Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego, która potwierdziła, że funkcjonowanie identyfikatora w lampie nie zaburza prawidłowego działania systemu GLON/GLOP.

3.1. Specyficzne wymagania funkcjonalne

Warto pamiętać, że system lokalizacji dla górnictwa podziemnego musi spełniać określone wymagania funkcjonalne. Przekładają się one na założenia projektowe systemu. Przy bliższej analizie okazuje

się, że zbiór tych wymagań jest dość specyficzny i różny od wielu innych zastosowań typowych dla systemów RFID. Pierwszym, najistotniejszym wymaganiem jest niezawodność zliczania – rejestracji przejść identyfikatorów przez bramki systemu. Jest to istotny parametr, od którego zależne są wszystkie funkcje bezpieczeństwa systemu. Drugim wymaganiem jest duża przepustowość – maksymalna liczba osób w zasięgu bramki z uwagi na konieczność zliczania pracowników w kolejkach, na peronach. Innym istotnym wymaganiem jest jak największa precyzja w wyznaczaniu granic stref, ponieważ niektóre strefy zagrożeń są niewielkich rozmiarów (30-50 m).

Należy również pamiętać o tym, że system podlega częstej rekonfiguracji, szczególnie w rejonach prowadzonego wydobywania, i musi być przystosowany do łatwego przeinstalowania bramki. PORTAS jest zaprojektowany i wykonany z myślą o prostocie użytkowania. Klient może bez ograniczeń korzystać z wszystkich jego funkcji. Możliwa jest samodzielna rekonfiguracja przy postępie ściany oraz samodzielna instalacja w nowych wyrobiskach – przykład przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Przykład funkcjonalności systemu PORTAS (opracowanie własne)

Wymagania funkcjonalne powodują konieczność stosowania aktywnej technologii RFID, ponieważ systemy pasywne lub półpasywne nie zapewniają niezawodności oraz odpowiedniej przepustowości.

W rozwiązaniach pasywnych precyzja osiągnięta jest kosztem ograniczenia zasięgu działania i w związku z tym – niezawodności. Dodatkowo nawet minimalny konieczny zasięg działania wymaga dużych nakła-

dów energii, co w warunkach przestrzeni zagrożonych wybuchem stanowi dodatkowy problem. Urządzenia aktywne promieniują z mocą przekraczającą dozwolone wartości.

3.2. Uwarunkowania techniczne systemu PORTAS

Przyjęcie technologii aktywnej stwarza konieczność własnego źródła zasilania dla identyfikatorów systemu. Do tego celu najlepiej nadają się lampy górnicze, których pielęgnację stosunkowo łatwo jest zapewnić przez przypisanie ich konkretnym pracownikom. Z drugiej strony stwarza to konieczność współpracy z producentami lamp i recertyfikacji lamp wyposażonych w identyfikatory systemu. Innym uwarunkowaniem związanym z wykorzystaniem lamp górniczych jest obecność nadajnika GLON, który jest relatywnie silnym nadajnikiem nadającym w zakresie częstotliwości 4-6 kHz, posiadającym silne właściwości zakłócające. Problemem staje się nie tylko niezakłócone działanie systemu GLON, również system lokalizacji musi wykazywać odpowiednią odporność i posiadać kompatybilność elektromagnetyczną z systemem GLON.

Ważnym uwarunkowaniem jest także powiązanie danych systemu lokalizacji z danymi personalnymi. W kopalniach istnieją systemy, w których przechowywana jest aktualna informacja o zatrudnionych pracownikach oraz przypisanych im numerach i lampach. Najlepszym rozwiązaniem problemu spójności i aktualności danych osobowych systemu lokalizacji jest wykorzystanie danych z istniejącej bazy danych personalnych. Rozwiązanie to wymaga współpracy z administratorem i często dostawcą oprogramowania zarządzającego danymi personalnymi zakładu pracy.

Naturalnym miejscem, w którym dostępne są dane systemu PORTAS, jest dyspozytornia. Można zdefiniować wydzielone stanowisko lub włączyć dane do głównego istniejącego systemu dyspozytorskiego kopalni.

Ponieważ system PORTAS obejmuje zasięgiem teren praktycznie całej kopalni, istotne jest wykorzystanie istniejącej infrastruktury telekomunikacyjnej – zarówno dla światłowodowej, jak i przewodowej transmisji danych oraz automatycznego powiadamiania.

W systemie PORTAS łączenie bramek lokalizacyjnych może odbywać za pomocą światłowodu lub kabla miedzianego. Centrala bramki wyposażona jest w dwa typy portów: 100Base-LX i RS485is [1]. W przypadku światłowodu medium stanowią dwa włókna światłowodowe jednomodowe. W przypadku kabla miedzianego można wykorzystać kabel dedykowany lub istniejące łącza telekomunikacyjne [5].

Dzięki otwartej architekturze i wykorzystaniu standardowych mechanizmów dostępu do bazy danych SQL system PORTAS może współpracować praktycznie z każdym systemem dyspozytorskim. Wybrane dane dotyczące lokalizacji załogi i transportu oraz stanu pracy urządzeń i sieci transmisyjnej mogą być przekazane do prezentacji w innym systemie informatycznym poprzez sieć komputerową lub dedykowany kanał transmisyjny. Te same mechanizmy umożliwiają również współpracę z systemem alarmowo-rozgłoszeniowym, np. firmy TELVIS, w celu automatycznego przekazywania komunikatów ostrzegawczych i alarmowych dotyczących stanu załogi lub czasu przebywania w strefach ograniczonego pobytu. Zastosowanie mechanizmów identyfikacji stwarza także dodatkowe możliwości dla systemu łączności, takie jak: automatyczna identyfikacja osoby korzystającej z telefonu czy wykrycie i identyfikacja osób w bezpośrednim otoczeniu.

Dzięki elastycznej konstrukcji oprogramowania systemu można łatwo dostosować tryb wymiany informacji do wymagań innych systemów informatycznych, nieudostępniających standardowych, otwartych protokołów transmisyjnych. Ponieważ całe oprogramowanie systemu PORTAS jest realizowane przez firmę SYBET, to adaptacja zakresu i trybu wymiany informacji nawet w przypadku bardzo specyficznych uwarunkowań nie stanowi problemu. Pozwala to na maksymalną integrację z innymi systemami i wykorzystanie pełnych możliwości funkcjonalnych takiego połączenia.

4. URZĄDZENIA SYSTEMU PORTAS

UltraTAG-L jest identyfikatorem radiowym systemu zbudowanym jako podzespół lampy górniczej. Posiada złącze zasilania oraz złącze transmisji danych. Poza zasadniczą funkcją lokalizacji umożliwia pomocniczą transmisję danych, pomiar nadajnika GLON, pomiar napięcia zasilania, pomiar temperatury, detekcję położenia i ruchu/bezruchu [9].

UltraTAG-B jest identyfikatorem z własnym zasilaniem baterijnym, które umożliwia pracę identyfikatora przez 3-5 lat w zależności od realizowanych funkcji. Identyfikator służy do oznaczania środków transportu, ważniejszych materiałów lub miejsc [8].

PORTAL jest centralą, która pełni funkcję przetwarzania danych w obrębie bramki systemu oraz umożliwia redundantną transmisję danych z wykorzystaniem światłowodów lub połączeń miedzianych. Urządzenie posiada własne, akumulatorowe podtrzymanie zasilania, funkcjonujące co najmniej 8 godzin [1].

RFnode jest węzłem radiowym bramki systemu przeznaczonym do współpracy z centralą PORTAS. W zależności od konfiguracji bramki koniecznych jest od 6 do 9 węzłów radiowych podłączonych do centrali [1, 2].

WireNode jest pomocniczym węzłem radiowym, który umożliwia realizację funkcji uprawnień obsługi pulpitu, rozszerzenie zasięgu radiowego systemu lub realizację tzw. bramki liniowej, rozciągniętej wzdłuż wyrobiska [6].

WireNode-IO jest pomocniczym modułem wejść/wyjść systemu służącym do realizacji blokad pomocniczych lub sterowania lokalnego [7].

OPIS jest 8-portowym koncentratorem światłowodowym o budowie przeciwwybuchowej z własną obudową. Służy do realizacji gwiazdowej struktury transmisji danych w systemie [3].

Iskrobezpieczny zasilacz liniowy **ExLPS** służy do zasilania podzespołów systemu. Jego parametry zostały zoptymalizowane pod kątem iskrobezpieczeństwa, niezawodności i ekonomii systemu PORTAS. Umożliwia zdalny monitoring pracy, napięcia i obciążenia [4].

Przenośne urządzenie wielofunkcyjne **TagScanner** służy do poszukiwania omdlałych, nadzoru nad zastępem ratowniczym, rejestracji załadunku/wyładunku materiałów oraz kontroli poprawności działania elementów systemu.

5. INFRASTRUKTURA, BUDOWA I DZIAŁANIE SYSTEMU PORTAS

System PORTAS wykorzystuje aktywną technologię RFID do rejestracji przemieszczania identyfikatorów przez bramki lokalizacyjne. Stwarza to możliwość równoczesnego śledzenia dużej liczby identyfikatorów, zapewnia wysoką niezawodność rejestracji przejścia przez bramkę i duży zasięg komunikacji radiowej dla funkcji uzupełniających. PORTAS, w odróżnieniu od systemów antykolidacyjnych wykorzystujących technologię RFID, został zaprojektowany z myślą o specyfice funkcji lokalizacji personelu. Zastosowanie aktywnych identyfikatorów UltraTAG-L nie wymaga od pracowników żadnych dodatkowych czynności związanych z koniecznością potwierdzenia swojej obecności (przykładowo poprzez zbliżanie karty identyfikatora do czytnika). Zamontowanie identyfikatora w lampie górniczej, będącej obowiązkowym elementem wyposażenia każdego górnika, eliminuje możliwość zapomnienia go, zgubienia lub demontażu przez pracownika.

System PORTAS wykorzystuje aktywne identyfikatory osobiste (transpondery UltraTAG-L), będące podzespołami lamp górniczych. Identyfikator UltraTAG-L po zamontowaniu w lampie zostaje do niej przypisany, dzięki czemu jednoznacznie identyfikuje pracownika, który jej używa. Konstrukcja identyfikatora UltraTAG-L gwarantuje, że można go zainstalować w większości lamp górniczych dostępnych na światowych rynkach. Sygnał wysyłany przez identyfikatory personalne jest odbierany przez węzły radiowe bramek lokalizacyjnych umieszczonych na granicy zdefiniowanych rejonów. Zadaniem bramki jest identyfikacja przejścia pracownika z jednego rejonu do drugiego. Rozmieszczenie bramek zależy od zdefiniowanych rejonów i ma duże znaczenie dla skuteczności działania całego systemu lokalizacji personelu. Konfiguracja węzłów radiowych uzależniona jest od typu podziemnego skrzyżowania, na którym znajduje się bramka lokalizacyjna, a także od precyzji informacji, które mają być generowane.

Dla systemu lokalizacji PORTAS sugerowana jest konfiguracja, w której szkielet systemu transmisji danych zbudowany jest w oparciu o infrastrukturę światłowodową. Natomiast dla pozostałego obszaru, w szczególności w rejonach wydobywczych, transmisja realizowana jest przy użyciu kabla miedzianego. W ten sposób wykorzystywana jest wysoka przepustowość magistrali światłowodowej oraz łatwość łączeniowa i serwisowa połączeń miedzianych.

Bramki lokalizacyjne, zespolone w dowolne konfiguracje, łączą się ze znajdującą się na powierzchni kopalni centralą systemu, która jest zintegrowana z siecią lokalną klienta.

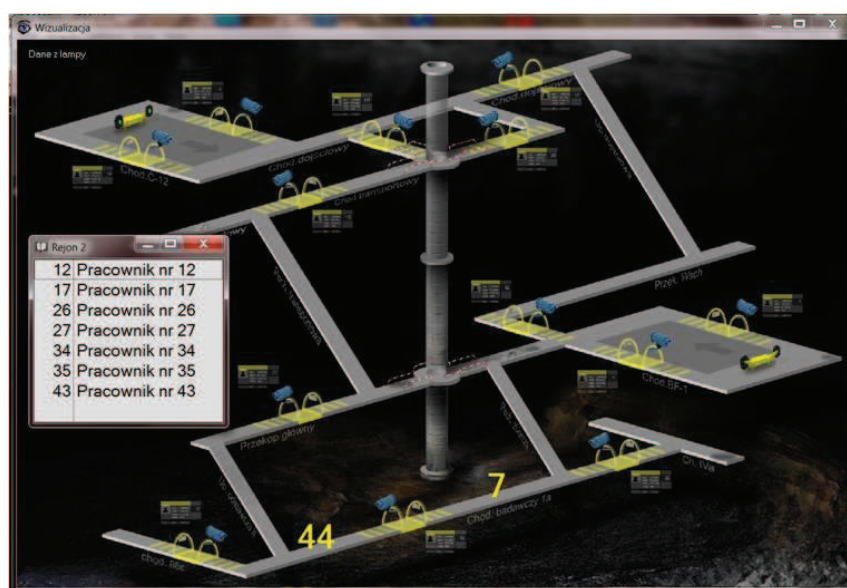
PORTAS jest systemem bezpieczeństwa, więc musi spełniać wymagania stawiane systemom o podwyższonej niezawodności. Zastosowano w tym celu kilka środków technicznych. Rezerwę czynną wykorzystano do połączeń magistralowych, które mogą być prowadzone równolegle dwiema różnymi magistralami równocześnie: światłowodową oraz miedzianą. Jednocześnie system posiada wbudowany protokół QoS, który umożliwia bieżące śledzenie poprawności działania wszystkich jego urządzeń oraz łącz transmisyjnych. W przypadku uszkodzenia jednego łącza system, działając nieprzerwanie, informuje o uszkodzeniu, które należy naprawić. Dla każdej instalacji określana jest również rezerwa bierna urządzeń zapasowych razem z procedurami ich instalacji. PORTAS jest zabezpieczony również przed przerwami zasilania – urządzenia posiadają własne buforry wystarczające na niezależne podtrzymanie pracy do 12 godzin. Wszystkie urządzenia elektroniczne spełniają wymagania iskrobezpieczeństwa i posiadają

budowę wzmocnioną ze względu na zastosowanie w najtrudniejszych warunkach przemysłowych. Konstrukcja gwarantuje szczelność na wodę i pył, odporność termiczną, chemiczną oraz mechaniczną.

6. FUNKCJE SYSTEMU

Zasadniczą funkcją systemu jest zliczanie liczby osób w zdefiniowanych rejonach. System na bieżąco

dysponuje aktualną informacją o stanie osobowym w każdym z rejonów. Możliwe jest również wyświetlenie historii danego rejonu, jak również wybranego pracownika. W przypadku wystąpienia awarii automatyczne zliczanie staje się funkcją wspomagającą nadzór nad ewakuacją. W przypadku, gdy liczba osób w rejonie przekracza ustaloną granicę, system automatycznie ostrzega pracownika za pomocą transparentów lub sygnalizatorów o zakazie wejścia do rejonu. Ta informacja jest również dostępna w dyspozytorni – przykład pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Przykład wizualizacji lokalizacji pracowników (opracowanie własne)

Drugą funkcją jest zliczanie czasu przebywania każdego pracownika w danym rejonie. W przypadku, gdy czas przebywania zostaje przekroczony, generowane jest ostrzeżenie w systemie dyspozytorskim, a jeśli pracownik znajdzie się w zasięgu sygnalizatora lub transparentu, wyświetlane jest ostrzeżenie.

Przy zastosowaniu specjalnych lamp wyposażonych w wyświetlacz możliwe jest transmitowanie krótkich wiadomości tekstowych do wybranej lampy. Lampa może też przekazywać pracownikowi określoną informację za pomocą zmiany koloru światła, mruknięcia lub zapalenia odpowiedniej diody. Potwierdzenie odczytu komunikatu następuje poprzez przycisk w lampie. System umożliwia wysłanie komunikatu indywidualnego do jednego pracownika, do grupy pracowników lub do pracowników w wybranym rejonie.

Identyfikatory UltraTAG wyposażone są w funkcję detekcji bezruchu/ruchu oraz położenia. W przypadku wykrycia bezruchu w ustalonym czasie (typowo 20 s) system generuje ostrzeżenie, które wyświetlane jest w dyspozytorni. Informacja o bezruchu może być

skorelowana z położeniem lampy – można zaprogramować reakcję systemu tak, żeby pionowe odstawienie lampy nie generowało ostrzeżenia.

Każdy identyfikator UltraTAG posiada wbudowany czujnik pola generowanego przez nadajnik GLON. Pomiar częstotliwości nadajnika dokonywany jest z dokładnością do 1 Hz, tym samym znane są częstotliwości wszystkich nadajników GLON znajdujących się w rejonie. Dzięki temu rozwiązaniu kontrola nadajnika GLON odbywa się w momencie wejścia do rejonu. Jeśli wykryta jest niesprawność nadajnika GLON, generowane jest ostrzeżenie dla pracownika przy wejściu do rejonu oraz w dyspozytorni.

Wyposażenie lamp w identyfikatory UltraTAG umożliwia przy okazji realizację lub wspomaganie systemu nadzoru lamp w lampowni. System automatycznie zlicza lampy znajdujące się w ładownicach. W przypadku niektórych lamp możliwa jest również kontrola procesu ładowania. System umożliwia ponadto ciągłą kontrolę poprawności działania nadajników GLON.

W przypadku omdlenia pracownika i bezruchu identyfikatora możliwe jest podjęcie poszukiwań za pomocą przenośnego urządzenia wielofunkcyjnego. W poszukiwaniu zaginionej osoby, szczególnie w trudnych warunkach akcji, przydatne są takie funkcje, jak pomiar siły sygnału czy sygnalizacja dźwiękowa.

System umożliwia również zdalne nadawanie uprawnień do załączania/wyłączania urządzeń. Pulpit z umieszczonym węzłem radiowym daje informację o tym, kto znajduje się w pobliżu. Jeśli w bezpośrednim otoczeniu pulpitu znajduje się osoba posiadająca uprawnienia nadane przez dyspozytora, wówczas blokady realizowane przez podzespoły systemu umożliwiają sterowanie urządzeniem. Uprawnienia nadawane są przez dyspozytora w systemie dyspozytorskim na powierzchni. Ogranicza to ryzyko powstające przy nieprawidłowym uruchamianiu urządzeń, szczególnie ciągów transportowych.

PORTAS współpracuje z systemem SAT, którego sygnalizatoro-telefony mogą być wyposażone w dedykowane węzły radiowe. Umożliwiają one identyfikację rozmówcy, a także automatyczne przywołanie osoby poszukiwanej przez dyspozytora (jeśli znajduje się w pobliżu któregoś z sygnalizatorów).

Innym zastosowaniem systemu jest współpraca z przenośnymi metanomierzami firmy SEVITEL, których pomiary mogą być przesyłane bezprzewodowo w zasięgu radiowym systemu do systemu dyspozytorskiego. Możliwe jest także skorelowanie pomiarów z miejscami, które oznaczane są znacznikami radiowymi. Ta funkcja umożliwi nadzór nad wykonywanymi pomiarami.

7. LOGISTYKA MATERIAŁÓW W SYSTEMIE PORTAS

System logistyki materiałów zbudowany jest w oparciu o tę samą infrastrukturę. Zasadnicza różnica w funkcjonowaniu polega na tym, że system rejestruje przemieszczanie się materiałów. Kopalnia jest obiektem o złożonej logistyce i nadzór nad nią jest pożądaną funkcją. System logistyki materiałów umożliwia odpowiedź na pytanie, gdzie znajduje się zarejestrowany materiał, dzięki temu potrafi również wydrukować zestawienie materiałów zlokalizowanych w określonym rejonie. W jego pamięci przechowywane są dane o tym, kiedy, gdzie i przez kogo towar został nadany i rozładowany – umożliwia to wydruk historii trasy danego materiału.

Funkcje logistyki mogą być realizowane na dwa sposoby. Jednym jest oznakowanie środków transportu (wozów, kontenerów) oraz rejestracja załadunku i rozładunku towarów, drugim – oznakowanie samych towarów. Rejestracja załadunku/rozładunku odbywa się za pomocą stanowisk komputerowych na powierzchni oraz pod ziemią u dysponentów, które wspomagane są przenośnym urządzeniem TagScanner.

8. PODSUMOWANIE

W nowoczesnym systemie PORTAS uwzględnione zostały czynniki związane z poprawą zarówno bezpieczeństwa pracowników, jak i efektywności produkcji węgla.

Istotnymi obszarami monitorowania, realizowanymi przez system PORTAS, są:

- nadzór nad ekspozycją pracowników na ryzyko wynikające z poziomu występujących zagrożeń,
- ograniczanie prawdopodobieństwa ryzyka poprzez dyspozytorski nadzór nad lokalnym sterowaniem urządzeniami oraz zdalne nadawanie uprawnień,
- ograniczanie skutków ryzyka poprzez automatyczny nadzór nad ewakuacją (w tym zliczanie liczby osób w rejonie zagrożenia, osób wyprowadzonych ze strefy zagrożenia oraz tych, którzy wyjechali na powierzchnię).

System PORTAS wspomaga również skomplikowany system logistyki poprzez rejestrację przemieszczania się materiałów.

Literatura

1. Koncentrator PORTAL, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), luty 2013.
2. Sonda RFnode, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), luty 2013.
3. Iskrobezpieczny switch OPIS, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), luty 2013.
4. Iskrobezpieczny zasilacz liniowy ExLPS-XXX/YY, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), luty 2013.
5. Kabel systemowy SYBET-DLF, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), luty 2013.
6. WireNode, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), maj 2012.
7. WireNode-IO, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), styczeń 2013.
8. Transponder UltraTAG-B, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), lipiec 2012.
9. Transponder UltraTAG-L, SYBET sp. z o.o., Dokumentacja techniczno-ruchowa (Instrukcja obsługi), kwiecień 2012.