

**Maria SZPERKOWSKA<sup>1</sup>, Emil MICHTA<sup>2</sup>, Robert SZULIM<sup>2</sup>**<sup>1</sup>RELPOŁ SA ZAKŁAD POLON, ZIELONA GÓRA, UL. BROWARNA 12<sup>2</sup>UNIwersytet Zielonogórski, Instytut Metrologii Elektrycznej, ul. Licealna 9, 65-417 Zielona Góra**Stacjonarne monitory promieniowania radioaktywnego w systemie kontroli radiologicznej****Mgr inż. Maria SZPERKOWSKA**

Studia wyższe ukończyła na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej w 1975r. Jest Dyrektorem Generalnym Polonu wchodzącego w skład Relpol S.A. Firma zajmuje się projektowaniem, wytwarzaniem i sprzedażą przekaźników elektromagnetycznych; systemów cyfrowych zabezpieczeń, automatyki, pomiarów, sterowania, komunikacji i rejestracji dla stacji elektroenergetycznych SN oraz systemów monitorowania promieniowania radioaktywnego.

e-mail: [Szperkowska.M@relpol.com.pl](mailto:Szperkowska.M@relpol.com.pl)**Doc. dr inż. Emil MICHTA**

Studia wyższe ukończył na Wydziale Elektrycznym Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze w 1978r. Po ukończeniu studiów rozpoczął pracę w Instytucie Automatyki i Metrologii WSI w Zielonej Górze. Stopień naukowy doktora nauk technicznych otrzymał w Instytucie Metrologii Elektrycznej Politechniki Wrocławskiej w 1989r. Zainteresowania koncentrują się wokół zagadnień inteligentnej aparatury pomiarowo – sterującej, systemów rozproszonych, sieci przemysłowych oraz technologii internetowych.

e-mail: [E.Michta@ime.uz.zgora.pl](mailto:E.Michta@ime.uz.zgora.pl)**Dr inż. Robert SZULIM**

Studia wyższe ukończył na Wydziale Elektrycznym Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze w 1995r. Po ukończeniu studiów rozpoczął pracę w Instytucie Metrologii Elektrycznej w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Zielonej Górze. Zajmuje się zagadnieniami związanymi z sieciami komputerowymi, hurtowniami danych, sztuczną inteligencją w szczególności pozyskiwaniem wiedzy z pomiarowych baz danych. Brał udział w pracach nad wieloma projektami zarówno badawczymi jak i wdrożeniowymi dla przemysłu.

e-mail: [R.Szulim@ime.uz.zgora.pl](mailto:R.Szulim@ime.uz.zgora.pl)**1. Wprowadzenie**

Zadanie ochrony radiologicznej granic RP i wybranych obiektów wewnątrz kraju wymaga zainstalowania na przejściach granicznych i na terenie monitorowanych obiektów stacjonarnych monitorów promieniowania (SMP), których podstawowym zadaniem jest monitorowanie poziomu promieniowania gama i/lub neutronowego [1, 2, 3]. Z uwagi na wprowadzenie nowej generacji SMP zaistniała potrzeba opracowania nowej generacji systemu ich monitorowania. W artykule zaprezentowano najnowszą generację SMP produkowanych przez firmę Relpol i przedstawiono rozwiązanie systemu informatycznego współpracującego z nową generacją SMP. Przedstawiono charakterystykę monitora SMP-44, strukturę blokową opracowanego systemu, zastosowane technologie i zaprezentowano wybrane funkcjonalności systemu monitorowania.

**2. Stacjonarne monitory promieniowania**

Stacjonarny monitor promieniowania SMP-44 jest przeznaczony do wykrywania materiałów radioaktywnych i nuklearnych, włączając w to specjalne materiały nuklearne. Wykrywanie następuje w wydzielonej strefie kontrolnej, przez którą materiały te mogą być przemieszczane. Monitor może być używany do kontroli zawartości ładunków przewożonych przez wszelkie pojazdy. Urządzenie może być zainstalowane zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz pomieszczeń. Obszar zastosowań monitora obejmuje wszelkiego rodzaju przejścia graniczne: samochodowe, kolejowe, piesze, punkty kontrolne. Może także być zastosowany w przemyśle jądrowym, metalurgicznym, kopalniach, magazynach materiałów i odpadów radioaktywnych, centrach logistycznych itp. Stacjonarny Monitor Promieniowania SMP-44 spełnia wszystkie wymagania, zawarte w zaleceniach Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej IAEA w Wiedniu. Kompletnie urządzenie składa się z podzespołów wyszczególnionych na rys. 1. Monitor SMP-44 wykrywa promieniowanie gamma i neutronowe, a wyniki w czasie rzeczywistym prezentowane są na ekranie panelu operatorskiego, w postaci liczby impulsów na sekundę i zapisywane w pliku historii zdarzeń. Monitor jest urządzeniem stacjonarnym i składa się z bloków funkcjonalnych połączonych ze sobą okablowaniem. Umiejscowienie bloków przedstawiono na rys.1. Monitor może pracować ciągle, bezobsługowo, 24h/dobę. W przypadku zaniku zasilania zewnętrznego (230V AC), monitor może pracować przez kolejne 8 godzin, zasilany z wbudowanego akumulatora, zachowując przy tym pełną funkcjonalność. Wbudowany akumulator ładowany jest automatycznie po załączeniu monitora. Blok detekcji promieniowania gamma zawiera detektor scyntylacyjny na bazie plastiku organicznego, fotopowielacz, dzielnik napięcia, oraz moduł KDPGN (kanał detekcji promieniowania gamma i neutronowego), zawierający zasilacz wysokiego

**Streszczenie**

W artykule zaprezentowany zostanie rozproszony system informatyczny przeznaczony do nadzoru pracy stacjonarnych monitorów promieniowania (SMP). W artykule zostaną zaprezentowane urządzenia SMP wraz ich możliwościami i wybranymi parametrami oraz przedstawione zostaną możliwości systemu informatycznego zbudowanego do ich nadzoru. System wykorzystuje nowoczesne technologie, takie jak technologie sieciowe, kamery video IP do dokumentowania zdarzeń oraz bazy danych do przechowywania informacji.

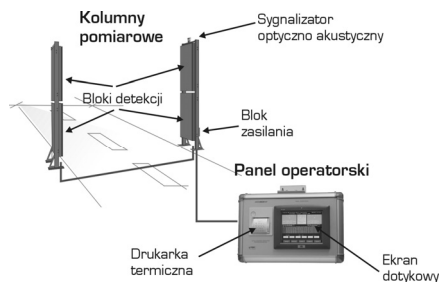
**Słowa kluczowe:** stacjonarne monitory promieniowania, systemy monitorowania.

**Stationary Radiation Monitors in Radiology Supervision System****Abstract**

In the paper Stationary Radiation Monitors (SRMs) and a radiology control system based on them are presented. SRMs manufactured by the division Polon of the Relpol company are described. Selected parameters of the elaborated SRM and information system to supervise their work are outlined. Components of the SRM are shown in figure 1. The basic SRM components are gamma and neutron detection modules and a control module with a touch screen and thermal printer. SRMs are used for detection of nuclear and radioactive materials. SRMs presented in the paper are a new generation of gamma and neutron radiation detector devices and can be used on border crossings, airports, nuclear factories, etc. SRMs installed in the field can be configured and monitored by a local control module or remotely by a monitoring system. The monitoring system can manage up to 16 SRMs. The monitoring system collects information about the SRM current status and events generated by the SRM and stores them in a data base. The functional and program modules and the main window view of the monitoring program are shown in figures 3 and 4. The new generation of SRMs is equipped with intelligent IP cameras with *pre-triggering* function. This function allows tracing a picture up to one minute before the alarm occurs. Video pictures and alarms are stored in the monitoring system data base and can be displayed by the authorized personnel.

**Keywords:** radiation detectors, monitoring systems.

napięcia, układy obróbki i przetwarzania sygnału, oraz interfejs komunikacyjny.



Rys. 1. Elementy zestawu Stacjonarnego Monitora Promieniowania  
Fig. 1. Components of the Stationary Radiation Monitor

Moduł KDPGN dostarcza w postaci cyfrowej dane o poziomie zmierzonych promieniowania do panelu operatorskiego, gdzie podejmowana jest ostateczna decyzja o inicjalizacji alarmu. W celu zmniejszenia wpływu naturalnego promieniowania gamma, scyntylatory posiadają ołowianą osłonę z 3 stron, strona frontowa jest odsłonięta. Blok detekcji neutronów zawiera dwa proporcjonalne liczniki helowe (He3) zamknięte w polietylenowym moderatorsze, oraz moduły KDPGN, pełniące analogiczną funkcję jak w blokach detekcji promieniowania gamma. Detektory ruchu stanowią bariery podczzerwieni. W chwili pojawienia się obiektu w strefie pomiarowej, detektor przesyła informacje do bloku KDPGN i urządzenie przechodzi z trybu pomiaru tła w tryb detekcji.

Sygnalizator optyczno akustyczny sygnalizuje przekroczenie nastawionych progów alarmowych promieniowania gamma, neutronowego, lub gamma i neutronowego. Panel operatorski. Zawiera komputer panelowy z ekranem dotykowym, drukarkę termiczną, zasilacz impulsowy, oraz akumulatory zasilania awaryjnego. Komputer, poprzez interfejs komunikacyjny, zbiera dane ze wszystkich modułów detekcji i zgodnie z wprowadzonym algorytmem podejmuje decyzję o inicjalizacji alarmu. Ponadto w czasie rzeczywistym prezentuje na ekranie stan pracy urządzenia i wyniki pomiarów ze wszystkich bloków detekcji. Archiwizuje również w postaci plików historii, wszystkie istotne dane o pracy urządzenia. W chwili alarmu automatycznie generuje wydruk zawierający istotne parametry zdarzenia. Wbudowany ekran dotykowy daje użytkownikowi możliwość łatwego wyboru wszystkich dostępnych opcji prezentacji danych oraz reakcji na zaistniałe zdarzenia.

Monitor pracuje w dwóch głównych trybach: *trybie rejestracji promieniowania tła* i *trybie detekcji*. Monitor pracuje w trybie detekcji tła, gdy strefa kontrolna nie jest zajęta przez obiekt. Monitor automatycznie przechodzi do *trybu rejestracji promieniowania tła* bezpośrednio po uruchomieniu lub po wyjściu z *trybu detekcji*. W tym trybie pracy monitor realizuje pomiar tła promieniowania gamma i neutronowego, wyświetla bieżące zliczenia oraz stan pracy. W tle realizowane są procedury autodiagnostyczne.

Monitor przechodzi do *trybu detekcji* w chwili, gdy otrzyma informację od czujnika ruchu o wejściu obiektu w strefę kontrolną. Podczas pracy w trybie detekcji urządzenie porównuje aktualne wyniki pomiarów z progami alarmowymi (zgodnie z założonym algorytmem działania), uruchamia sygnał alarmowy, gdy progi zostaną przekroczone i gromadzi informacje o alarmach (data, czas, wynik pomiaru bloku detekcji). Jeżeli progi alarmowe nie zostaną przekroczone, alarm nie zostanie uruchomiony i po opuszczeniu strefy kontrolnej przez obiekt, monitor powraca do *trybu rejestracji promieniowania tła*.

### 3. Oprogramowanie nadzorujące pracę urządzeń SMP

Nadzorowanie pracy urządzeń SMP wymagało zbudowania wyspecjalizowanego systemu informatycznego. Podstawowe zadania systemu można scharakteryzować jako:

- **Nadzorowanie pracy urządzeń SMP.** Wszystkie urządzenia aktywne SMP podłączone są poprzez interfejs Ethernet do lokalnej sieci komputerowej. System umożliwia nadzorowanie ich pracy w sposób graficzny, tzn. możliwy jest wgląd w informacje o stanie połączenia z urządzeniem i jego statusie (pomiar promieniowania tła, alarm).
- **Rejestrowanie stanów alarmowych i awaryjnych.** System sygnalizuje i rejestruje stany alarmowe na ekranie komputerów PC, które są dołączone do systemu monitorowania.
- **Podgląd obrazu z kamer Video IP zainstalowanych obok SMP.** System pozwala wyświetlać obraz z kamery na ekranie komputerów umożliwiając podgląd panującej sytuacji w okolicy danego SMP.
- **Rejestracja serii zdjęć z przebiegu alarmu SMP za pomocą kamer Video.** Podczas wystąpienia alarmu system rejestruje jego przebieg jako serię zdjęć ze zdarzenia w celu udokumentowania przebiegu zdarzenia.
- **Gromadzenie danych o działaniu systemu w bazie danych.** Wszelkie dane o działaniu systemu gromadzone są w sposób trwały w bazie danych systemu.
- **Generowanie raportów i zestawień z pracy systemu.** Na podstawie danych zgromadzonych w bazie danych systemu możliwe jest generowanie szeregu raportów i zestawień z przebiegu pracy systemu.

### 3.1. Budowa systemu

System zbudowany jest z kilku modułów programowych i sprzętowych, co zostało przedstawione na rys 3. Nadzorem urządzeń SMP zajmuje się wyspecjalizowany program nazwany *SMPDriver*. Jego zadaniem jest komunikowanie się z urządzeniami SMP, gromadzenie danych o ich stanie pracy w bazie danych i rozsyłanie informacji o pracy systemu do programów użytkownika, które mogą być rozmieszczone na kilku komputerach połączonych przez sieć. Program *SMPDriver* może nadzorować pracę kilkunastu urządzeń SMP jednocześnie. Wszystkie urządzenia SMP dołączone są do sieci Ethernet. Program zbudowano wykorzystując elementy programowania współbieżnego w postaci architektury wielowątkowej. Każde urządzenie SMP kontrolowane jest przez osobny wątek, którego zadaniem jest obsługiwać ruch sieciowy, zapisywać informacje do bazy danych oraz kontrolować zapis video podczas wystąpienia alarmu. Dzięki takiej budowie programu żadne informacje nie są tracone i gubione podczas pracy programu.

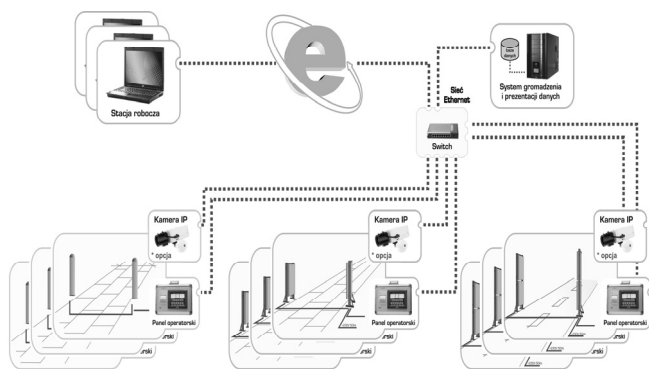
Na stacjach roboczych są instalowane programy *SMPMonitor*, których zadaniem jest prezentacja informacji o stanie systemu na ekranie synoptycznym. Istnieje możliwość uruchomienia wielu programów *SMPMonitor* na komputerach połączonych w sieci. Wszystkie programy komunikują się bezpośrednio z programem *SMPDriver*, który przechowuje informacje o stanie działania urządzeń SMP. Program *SMPMonitor* domyślnie pozwala tylko na podgląd ekranu synoptycznego. Wykonanie jakiegokolwiek operacji wymaga logowania. Po zalogowaniu możliwe jest konfiguracja urządzeń SMP zainstalowanych w systemie, przeglądanie zapisów o alarmach wraz z zapisami video ich przebiegów. Program pozwala na tworzenie szeregu raportów i zestawień w zadanym okresie czasu i dla wybranych parametrów. Wszelka aktywność użytkownika jest zapisywana w tabelach bazy danych, co umożliwia wykrywanie nieprawidłowości w pracy systemu.

Bardzo ważnym składnikiem systemu są kamery video IP – rys. 2. Są to urządzenia, które mogą być wyposażone w różne funkcjonalności. Posiadają one własny system operacyjny bazujący na systemie Linux i są wyposażone w interfejs sieciowy przewodowy lub bezprzewodowy. Dzięki ich funkcjom możliwe jest gromadzenie w łatwy sposób materiału video w postaci elektronicznej jako plik na dysku komputera.



Rys. 2. Kamery IP [4]  
Fig. 2. IP Cameras [4]

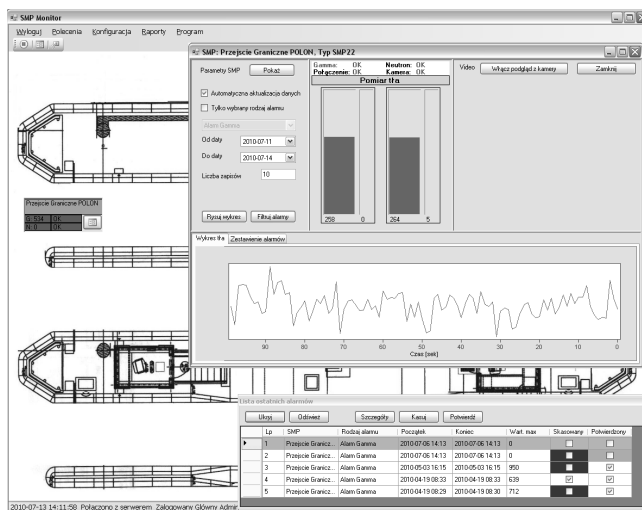
Współczesne kamery IP posiadają szereg ciekawych funkcjonalności. Wśród nich jest funkcjonalność buforowania zdarzenia *pre-alarm*. Kamera może gromadzić bufor zapisu wideo we własnej pamięci operacyjnej. W momencie wyzwolenia zdarzenia, dla którego musi być gromadzony materiał video kamera do zapisywanego materiału może automatycznie dodać zapis kilkunastu sekund sprzed wystąpienia zdarzenia. Zapis materiału wideo może być wyzwolony na wiele sposobów m.in. za pomocą odpowiednio wysłanego polecenia przez sieć Ethernet. Ta funkcjonalność jest bardzo cenna, ponieważ zbudowanie systemu, który realizowałby podobne zadania wymagałoby gromadzenia w sposób ciągły materiału wideo i na ten podstawie odtwarzania materiału sprzed zdarzenia alarmowego. Gromadzenie materiału video w sposób ciągły dla wielu kamer jednocześnie jest zadaniem złożonym z powodu konieczności przetwarzania wielu strumieni danych jednocześnie. Może to powodować problemu z niewystarczającą przepustowością sieci komputerowej lub niewydolnością systemu dyskowego do zapisu tak dużej ilości danych jednocześnie. Dzięki możliwościom kamer tworzenie zapisu video sprzed zdarzenia nie jest problemem. Kamera posiada możliwość przesyłania zarejestrowanego materiału automatycznie do komputera o wskazanym adresie IP w sieci. Do kodowania przesyłanego obrazu można wykorzystać zaawansowane mechanizmy kodowania obrazu, jak MPG-4, dzięki czemu ilość przesyłanych informacji przez sieć może zostać znacząco zredukowana. Kamery mogą być zasilane bezpośrednio z sieci komputerowej za pomocą technologii *Power over Ethernet*, co ułatwia ich instalację. Istnieją modele przystosowane do pracy w ciężkich warunkach, odporne na uszkodzenia mechaniczne oraz rejestrujące obraz w ciemności [4].



Rys. 3. Bloki funkcjonalne i programowe systemu  
Fig. 3. Functional and program modules of the system

Użytkownik nadzorujący pracę systemu ma możliwość wglądu w stan urządzeń SMP za pomocą programu monitorowania, przedstawionego na rys 4. Program prezentuje stan nadzorowanych urządzeń w formie graficznej. Możliwe jest uruchamianie podglądu obrazu z kamer video dla każdego z urządzeń SMP. Dostęp do ekranu synoptycznego i informacji możliwy jest po zalogowaniu do systemu. W przypadku wystąpienia alarmu o skażeniu program sygnalizuje ten fakt na ekranie synoptycznym i automatycznie rejestruje przebieg video zdarzenia. Po zakończeniu alarmu możliwe jest odtworzenie przebiegu zdarzenia w postaci filmu video zawierającego również obraz sprzed kilkunastu sekund przed wystąpieniem zdarzenia. Ta funkcjonalność programu znacznie ułatwia zgromadzenie materiału dowodowego oraz wyznaczenie osoby lub pojazdu powodującego alarm wśród in-

nych w danej chwili będących w zasięgu urządzenia SMP. System gromadzi wiele informacji o działaniu urządzeń w bazie danych. Istnieje możliwość generowania raportów ze zgromadzonych danych w określonych ramach czasowych.



Rys. 4. Widok okna głównego programu monitorującego  
Fig. 4. The main window view of the monitoring program

#### 4. Przykładowe obszary zastosowań

Wśród możliwych obszarów zastosowań można wymienić miejsca, gdzie zachodzi konieczność rejestrowania dopuszczalnego poziomu promieniowania osób i przedmiotów. Tego typu urządzenia bardzo powszechnie instaluje się na przejściach granicznych zarówno pieszych jak i dla pojazdów oraz na lotniskach. Innymi spotykanymi miejscami są huty, gdzie przetapia się złom metalowy oraz złomowiska, gdzie złom jest gromadzony. Firma Relpol jest jednym z największych producentów tego typu urządzeń w kraju.

#### 5. Podsumowanie

Zaprezentowany w pracy rozproszony system nadzorowania stacjonarnych monitorów promieniowania składa się z urządzeń SMP, kamer video IP i specjalizowanego oprogramowania, stanowi przykład rozbudowanego systemu nadzorowanego przez człowieka za pomocą współczesnych systemów informacyjnych. System może znaleźć zastosowania praktyczne w wielu lokalizacjach, gdzie zainstalowane są urządzenia SMP i zachodzi potrzeba nadzorowania i rejestrowania przebiegu ich pracy.

#### 6. Literatura

- [1] Michta E., Szulim R.: System zdalnego monitorowania bramek dozymetrycznych PM 5000. Pomiary, Automatyka, Kontrola, 2005, nr 9, wyd. spec., s. 303-305.
- [2] Michta E., Szulim R.: Distributed system of border crossing radiometric monitoring. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, 2008, R. 49, nr 172 K/2, s. 127–132.
- [3] Michta E., Szulim R.: Technologie informacyjne w systemie monitorowania radiologicznego. W: Systemy wykrywające, analizujące i tolerujące usterki / red. Z. Kowalczyk.- Gdańsk: Pomorskie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne PWNT, 2009, s. 209-216.
- [4] Axis Communications, <http://www.axis.com>