

Krzysztof BIELAWSKI, Mirosław CHMIELŃSKI

# INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA SYSTEMÓW KONTROLNYCH I DIAGNOSTYCZNYCH OBJĘTYCH ZDALNYM NADZOREM W ODNIESIENIU DO POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA

*W artykule omówione zostały wybrane zagadnienia dot. w innowacyjnych rozwiązań systemów kontrolnych i diagnostycznych objętych zdalnym nadzorem w odniesieniu do poprawy bezpieczeństwa. Autorzy w artykule dokonali charakterystyki poszczególnych rozwiązań oraz przedstawili elementy konkurencyjności i efektywności zastosowanych urządzeń. W artykule znalazły też odzwierciedlenie aspekty bezpieczeństwa prezentowanych rozwiązań.*

## WSTĘP

Definicji bezpieczeństwa podać nie sposób. Abstrahując od ostrzeżenia, że wszystkie definicje są fałszywe (*omnis definitio periculosa est*), kategoria bezpieczeństwa charakteryzuje się wieloznacznością, interdyscyplinarnością oraz dynamiką. Najczęściej bezpieczeństwo w ujęciu ogólnym definiuje się zarówno jako stan (osiągnięte poczucie bezpieczeństwa danego podmiotu), jak i proces (zapewnianie poczucia bezpieczeństwa podmiotu). Człowiek mający poczucie bezpieczeństwa jest szczęśliwy, radosny i nie odczuwa lęku.

Innymi słowy bezpieczeństwo to stan przeciwny do zagrożenia i lęku, a jednocześnie bezpieczeństwo daje poczucie pewności, że stan zagrożenia nie wystąpi w wyniku różnych zdarzeń losowych, zarówno tych dających się przewidzieć, jak i niemożliwych do przewidzenia [3].

W ostatnich latach rośnie poziom bezpieczeństwa na kolei natomiast wszystkie wydarzenia niepożądane związane z bezpieczeństwem, które miały miejsce na sieci linii kolejowych są powodem podejmowania kolejnych działań, a mały na celu wyeliminowanie podobnych sytuacji w przyszłości [2]. Wpływ na bezpieczeństwo systemu kolejowego ma kilka elementów:

- stan techniczny infrastruktury kolejowej i taboru,
- obowiązujące prawo,
- ludzie, czyli kwalifikacje zawodowe i należyte wykonywanie zadań przez pracowników.

Efektom konsekwentnie prowadzonych działań, była m.in. modernizacja torów i urządzeń sterowania ruchem, dodatkowe szkolenia, kontrole i stały monitoring w obszarze prowadzenia ruchu kolejowego. Systematyczna poprawa stanu bezpieczeństwa to efekt konsekwentnej realizacji Programu Poprawy Bezpieczeństwa Ruchu Kolejowego, największego w historii programu inwestycyjne, który bezpośrednio wpływa na wzrost poziomu bezpieczeństwa.

Podstawowymi elementami systemu zarządzania bezpieczeństwem są programy poprawy bezpieczeństwa zarządcy infrastruktury i przewoźnika kolejowego określające ich cele w tym zakresie, ilościowe i jakościowe parametry osiągnięcia określonego poziomu bezpieczeństwa, sposób przekazania pracownikom przedsiębiorstwa informacji zawartych w programie. Programy te powinny zawierać zbiór działań, które dane przedsiębiorstwo powinno prowadzić, aby osiągnąć określony poziom bezpieczeństwa. Poziom ten

powinien zakładać poprawę bezpieczeństwa, a co najmniej utrzymanie obecnego stanu.

## 1. SYSTEMY INFRASTRUKTURY DROGOWEJ I MIEJSKIEJ

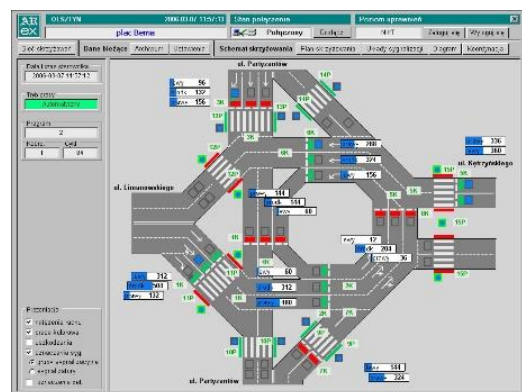
### 1.1. System CESTER odpowiedzialny jest za komunikację stacji operatorskich z podłączonymi urządzeniami.

System CESTER umożliwia:

- zdalne sterowanie urządzeniami,
- gromadzenie i archiwizację danych z podłączonych sterowników,
- prezentację szczegółowych danych na stacjach operatorskich natychmiastowe informowanie konserwatora o awariach urządzeń za pomocą wiadomości SMS.

Zastosowanie centralnego serwera zapewnia:

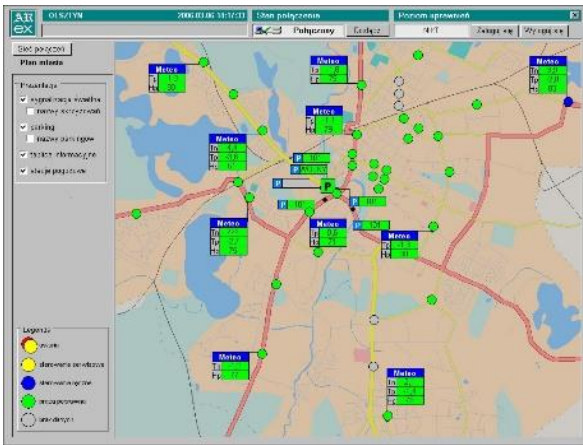
- realizacja impulsów.
- łatwe administrowanie systemem,
- dostęp do danych z dowolnego miejsca na świecie (rys.1).



Rys. 1. System CESTER. Źródło: Archiwum AREX Sp. z o.o.

System CESTER pozwala łączyć w większy system urządzenia różnych typów (rys. 2), takie jak:

- sterowniki sygnalizacji świetlnej ASC;
- sterowniki parkingowe ASP;
- rozdzielnice oświetleniowe RSOU;
- stacje pogodowe;
- inne urządzenia poprzez zastosowanie konwerterów [7].



Rys. 2. System CESTER. Źródło: Archiwum AREX Sp. z o.o.

## 1.2. System sterowania oświetleniem obszarem DIMaC-OM

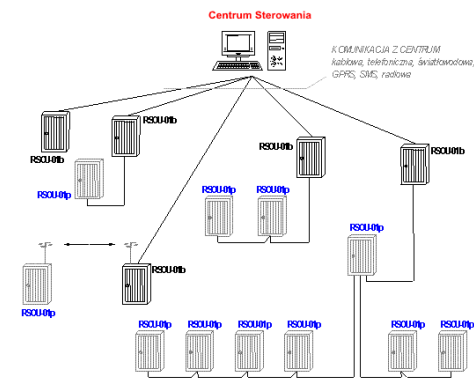
Rozwiązanie służące do pełnej kontroli, w tym zdalnego nadzoru i sterowania pracą rozproszonych instalacji oświetleniowych dróg w miastach i większych obszarach [7].

W rozwiązaniu DIMaC-OM wykorzystano wiele rozwiązań stanowiących wyróżniki systemu, które zapewniają jego autonomiczną i zautomatyzowaną pracę:

- bazowanie na zegarach astronomicznych pracujących wg funkcji astronomicznych, niewymagających żadnych korekt związanych ze zmianami pór roku. Istnieje opcja załączania oświetlenia na podstawie zegara astronomicznego, na wypadek chwilowego zerwania łączności z centrum w okresie zmierzchu lub świtu,
- uwzględnienie natężenia oświetlenia naturalnego mierzone luksometrem, bądź sygnałów od przekaźników zmierzchowych.,
- powiadomienie operatorów poprzez SMS o zaistniałych awariach.

System DIMaC-OM realizuje następujące funkcje:

- automatyczne sterowanie oświetleniem w funkcji natężenia oświetlenia naturalnego,
- synchronizacja załączania i wyłączenia poszczególnych obszarów,
- zdalna (z Centrum) zmiana parametrów algorytmu trybu automatycznego,
- zdalne sterowanie oświetleniem na żądanie,
- lokalne sterowanie oświetleniem,
- monitorowanie wszystkich włączonych do systemu rozdzielnic oświetleniowych (pomiar napięć, prądów, stan zabezpieczeń i styczników, kontrola otwartych drzwi rozdzielnic, kontrola działania oprav oświetleniowych).
- prezentacja stanu oświetlenia ulic w Centrum Sterowania oraz na komputerach dołączonych do systemu i wyposażonym w program wizualizacyjny WizAr,
- archiwizacja zdarzeń pracy (np. załączenie / wyłączenie oświetlenia, zmiana parametrów algorytmu),
- archiwizacja zdarzeń alarmowych (np. zadziałanie bezpieczników, włamanie do rozdzielnic. (rys. 3).



Rys. 3. System DIMaC-OM. Źródło: Archiwum AREX Sp. z o.o.

Wszystkie rozdzielnice dokonują diagnostyki obwodów odpływowych, obwodów sterujących i urządzeń peryferyjnych (np. przetwornik pomiarowy). Ponadto rozdzielnice skomunikowane są z nadrzędnym sterownikiem NEK.

Podstawowym elementem systemu są rozdzielnice oświetleniowe RSOU. Występują one zasadniczo w dwóch odmianach:

- rozdzielnice bazowe RSOU-B przystosowane do bezpośredniej łączności z Centrum
- rozdzielnice podrzędne RSOU-P przystosowane do transmisji z Centrum poprzez rozdzielnicę bazową,

Standardowe rozdzielnice RSOU mogą zasilać od jednego do dziesięciu linii oświetleniowych.

Przewidziano następujące tryby pracy rozdzielnic:

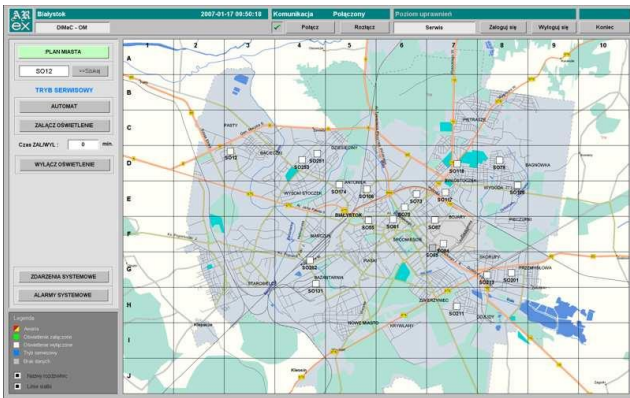
1. Sterowanie automatyczne - na podstawie algorytmu Intelite.
2. Sterowanie zdalne - załączanie i wyłączenie oświetlenia z Centrum.
3. Wymuszenie ręcznego załączenia poprzez BYPASS (mostkowanie stycznika) w rozdzielnicy niezależnie od akcji sterownika.
4. Indywidualne ręczne wyłączenie linii oświetleniowych poprzez odłączanie zabezpieczeń (RBK).

Podstawowym wymaganiem dla systemu oświetleniowego w mieście jest zapewnienie, że oświetlenie nie może być mniejsze od wartości dopuszczalnych, zgodnych z obowiązującymi normami. Wymaganie to musi być spełnione niezależnie od pogody oraz lokalnych warunków terenowych. Z warunkiem tym łączy się zapewnienie niezawodności działania urządzeń systemu oświetlenia, a zwłaszcza skrócenia do minimum czasu przerwy wynikających z awarii.

Przytoczone wymagania muszą być spełnione bezwzględnie. Wymagania bezpieczeństwa i dobra funkcjonalność są spełnione przy zastosowaniu odpowiednio długiego czasu załączania oświetlenia. Niestety może to być w sprzeczności z oczekiwaniami ekonomicznymi, zwłaszcza że od współczesnych systemów oświetlenia wymaga się dodatkowo spełnienia warunku ograniczenia kosztów eksploatacji oświetlenia.

Jedną z podstawowych metod redukcji kosztów eksploatacji systemu oświetlenia, jest ograniczenie czasu załączania oświetlenia, jednak nigdy poniżej minimum.

Do prezentacji aktualnego stanu instalacji oświetleniowych w mieście (rys. 4), zmiany ustawień, przeglądania danych archiwalnych, konfiguracji systemu oraz połączeń komunikacyjnych służy program wizualizacyjny WizAr opracowany w Zakładzie AREX.



**Rys. 4.** Prezentacja aktualnego stanu instalacji oświetleniowych w mieście. Źródło: Archiwum ARES Sp. z o.o.

Dane są pobierane z serwera pracującego w Centrum Sterowania, dzięki temu szereg stanowisk korzysta z tego samego kompletu danych. Stanowiska dyspozytorskie mogą być podłączone do serwera poprzez sieć lokalną w przedsiębiorstwie lub też za pośrednictwem Internetu. Zastosowanie w systemie serwera pracującego jako pośrednik powoduje znaczącą redukcję ilości danych przesyłanych w systemie.

Priorytetem systemu jest informowanie operatora o stanach awaryjnych. Sygnalizacja obszaru dotkniętego uszkodzeniem odbywa się na planie miasta wyświetlanym na monitorze komputera. Wskazanie sektora wyróżnionego czerwonym kolorem powoduje jego powiększenie i umożliwia identyfikację uszkodzonej rozdzielni, linii kablowej lub oprawy oświetleniowej. Na ekranach wizualizacyjnych przedstawiane są informacje o aktualnym czasie systemowym, ogólnym stanie systemu sterowania oświetleniem oraz uprawnieniach operatora obsługującego stanowisko [7].

Program umożliwia przeglądanie archiwum oraz zmianę konfiguracji systemu. Dla każdej rozdzielni przewidziano ekran diagnostyczny prezentujący schemat elektryczny z wartościami prądów i napięć oraz pola ustawień i archiwum. Symbole aparatów i urządzeń przedstawiają ich aktualne stany. Umieszczono także przyciski do zdalnego sterowania oświetleniem.

### 1.3. Ruch drogowy – system ASTRUD

Automatyczne dostrajanie sygnalizacji w obszarach jest realizowane przez sterowniki sygnalizacji. Funkcje Centrum Sterowania Ruchem ograniczają się do monitorowania, nadzoru i modyfikacji parametrów pracy systemu. Zmniejsza to zdecydowanie wrażliwość systemu na awarie pojedynczych ogniw i sieci transmisji danych [7].

Jest wyposażone w odpowiednią liczbę komputerowych stanowisk sterowania. W celu umożliwienia komunikacji ze sterownikami sygnalizacji jeden z komputerów pełni rolę serwera. Zależnie od potrzeb, centrum może być wyposażone w monitory ekranowe LCD lub ekrany projekcyjne np. BARCO.

Łączność z Centrum do obszaru monitorowanego jest realizowana za pośrednictwem:

- modemów GPRS/EDGE/UMTS;
- łącza światłowodowego;
- łącza radiowego.

W systemie GPRS wszystkie stacje abonenckie (modemy za instalowane w sterownikach) są włączone do sieci i stale aktywne. Każdy modem ma przydzielony swój numer IP – tzn. adres w sieci transmisji danych. Modemy pracują w wydzielonej sieci radiowej, przypominającej zakładową sieć komputerową tzw. intranet. Do sieci tej są także dołączone komputery Centrum Sterowania oraz upoważnione komputery innych służb. Komputery te mają dostęp do wszystkich sterowników w jednym momencie. Zastosowanie

transmisji pakietowej zapewnia także wymianę informacji pomiędzy sterownikami umożliwiając bezprzewodową synchronizację pracy sygnalizacji.

Sterownik sygnalizacji świetlnej ASC-42 został zaprojektowany specjalnie do pracy w systemie sterowania ruchem (rys. 5). W podstawowym wykonaniu jest przeznaczony do pracy w prostym systemie monitorowania. Sterownik jest wyposażony w dwa procesory – jeden realizujący program sygnalizacji i drugi – kontrolny. Procesor podstawowy obsługuje detektory pojazdów i pieszych, zlicza natężenie ruchu, gromadzi bazy danych i przekazuje na życzenia swoje dane do centrum. Procesor kontrolny sprawdza czy nie występują stany kolizyjne na kierunkach "zielonych", kontroluje zachowanie minimalnych czasów międzyzielonych oraz kontroluje poprawność pracy procesora podstawowego.



**Rys. 5.** Sterownik sygnalizacji świetlnej ASC-42. Źródło: Archiwum ARES Sp. z o.o.

Nie jest natomiast możliwa zdalna zmiana oprogramowania procesora realizującego bezpośrednie sterowanie sygnalizacją. Byłoby to niedopuszczalne ze względów bezpieczeństwa.

Umożliwia odczytanie baz danych archiwalnych ze sterowników. Bazy te zawierają:

- awarie,
- zdarzenia,
- wartości liczników natężenia ruchu.

Program WizAr posiada możliwość filtrowania bazy alarmów w celu czytelnego przedstawienia raportów np. o awarii pętli indukcyjnych. Wartości natężenia ruchu (prócz postaci tabelarycznej) są przedstawiane w postaci praktycznych wykresów. Mogą także być zapisane w pliku dyskowym do przetworzenia przy pomocy innego programu np. MS Excel.

Operator z Centrum Sterowania Ruchem ma możliwość zdalnego sterowania pracą sterownika sygnalizacji [7]. Dozwolone są następujące operacje:

- wybór innego programu z spośród zapisanych w sterowniku, - włączenie sygnału "Ogólne Czerwone", włączenie sygnału "Żółte Migające",
- wybór jednej ze stałych faz zapamiętanych w sterowniku.

W celu ułatwienia zarządzania sygnalizacją operator ma możliwość:

- definiowania parametrów czasowych detektorów pojazdów,
- definiowania okresów zliczania natężenia ruchu np. 15 min, 1 godz.,
- korekty daty i czasu sterownika,
- zdalnego wpisania numeru telefonu GSM konserwatora sygnalizacji.

Na numer ten sterownik będzie wysyłał komunikaty SMS o awariach.

System ASTRUD umożliwia dołączanie szeregu systemów towarzyszących Należy do nich system zarządzania parkingami.

Wykorzystuje on sterowniki parkingowe komunikujące się z Centrum za pośrednictwem sieci przewodowej lub GSM. Umożliwia zastosowanie różnorodnych detektorów pojazdów:

- pętli indukcyjnych,
- detektorów PIR,
- bramek wjazdowych.

Informacja o liczbie wolnych miejsc na parkingach jest przedstawiana na stale aktualizowanych tablicach informacyjnych. Łączność z tablicami rozmieszczonymi na obszarze miasta zapewnia sieć GSM. Komputer zainstalowany w Centrum steruje informacją wyświetlaną na tablicach, ułatwiając kierującym pojazdami wybór odpowiedniego parkingu.

## 2. SYSTEMY STEROWANIA URZĄDZENIAMI ENERGETYKI KOLEJOWEJ

### 2.1. System energetyki kolejowej DIMaC-EK

Szybki rozwój technik komputerowych, ich uniwersalność oraz wysoki stopień bezpieczeństwa gwarantowany przez mikroprocesorowe systemy SRK sprawia, że stopniowo wypierają one starsze urządzenia służące do prowadzenia i zabezpieczenia ruchu pociągów. Procesu tego nie wstrzymują nawet wysokie koszty wdrożenia nowoczesnych rozwiązań.

Zestaw urządzeń elektroenergetycznych zintegrowanych z systemem nadrzędnym, dzięki któremu możliwe jest zdalne sterowanie i monitorowanie urządzeń rozproszonych na znacznym obszarze kolejowym.

Specyfika infrastruktury kolejowej sprawia, że urządzenia energetyczne rozproszone są na znacznym obszarze. Urządzeniom tym stawiane są wysokie wymagania pod względem niezawodności. Dla zapewnienia prawidłowego ruchu na szlaku kolejowym w gotowości utrzymywanych jest wiele służb. Szybkość reagowania tych służb na zaistniałe sytuacje awaryjne zależy przede wszystkim od czasu, w jakim zostaną one powiadomione o awarii. Ponadto nowoczesne zarządzanie przedsiębiorstwem nie może odbyć się bez racjonalnie prowadzonej gospodarki energetycznej.

Opracowany w Zakładzie Automatyki i Urządzeń Pomiarowych ARES system energetyki kolejowej DIMaC-EK (z ang. *Distributed Intelligent Monitoring and Control System*) umożliwia zdalne monitorowanie pracy urządzeń energetycznych NN rozproszonych na znacznym obszarze [5]. Przeznaczony jest szczególnie do instalowania na stacjach bezobsługowych i na całych odcinkach linii kolejowych, nadzorowanych z jednego centrum dyspozytorskiego. System energetyki kolejowej DIMaC-EK składa się z rozdzielnic energetycznych współpracujących ze sobą przy wykorzystaniu magistrali transmisji danych. Podstawowe funkcje systemu DIMaC-EK:

- zapewnienie sprawnego działania rozjazdów w zimie,
- oświetlenie terenów kolejowych, peronów, tuneli i przejazdów.

Sterowanie urządzeń systemu może być:

- automatyczne,
- ręczne,
- zdalne,
- lokalne.

Sterowanie automatyczne realizowane jest przez sterownik zgodnie z algorytmem na podstawie wskazań detektorów i czujników wg zaprogramowanych nastaw. W tym trybie pracy urządzenie pracuje autonomicznie.

Sterowanie zdalne umożliwia załączanie i wyłączanie obwodów wyjściowych (tryb ZAŁ i WYŁ) z poziomu sterownika nadrzędnego lub stanowiska diagnostycznego [3].

Sterowanie lokalne (awaryjne) umożliwia pracę urządzenia na wypadek awarii sterownika. W przypadku rozdzielnic eor tryb ten

powoduje wymuszenie załączenia obwodów, a w przypadku innych rozdzielnic oświetleniowych pracę wg przetwornika zmierzchowego.

Urządzenia systemu DIMaC-EK umożliwiają pełną diagnostykę pracy rozdzielnic. Diagnostyka urządzeń polega na:

- Kontroli napięcia zasilającego
- Kontroli stanu zabezpieczeń
- Kontroli poprawnego działania styczników
- Kontroli mocy obwodów wyjściowych
- Kontroli automatu pogodowego
- Detekcji uszkodzenia modułów i sterownika, przetworników (autodiagnostyka)
- Wykrywaniu otwierania urządzeń (kontrola antysabotażowa)

System archiwizuje historię pracy urządzeń, tworząc bazy zdarzeń, pomiarów i liczników. Umożliwia to dokładną analizę funkcjonowania elementów systemu, ułatwiając optymalizację nastaw automatów. Wielkościami mierzonymi są:

- Napięcia w poszczególnych fazach
- Moce w poszczególnych obwodach
- Zużyta energia
- Czas pracy rozdzielnic
- Licznik załączeń w poszczególnych obwodach
- Parametry pogodowe (temperatury, detekcja śniegu, wilgoci, prędkości wiatru)

Archiwizacja dokonywana jest w systemie na 4 poziomach:

- w urządzeniach (baza krótkoterminowa - czas magazynowania danych około 7 dni);
- w sterownikach nadrzędnych (baza średnioterminowa - czas magazynowania danych około 30 dni);
- na serwerze (baza długoterminowa - czas magazynowania danych około 2 lat);
- na stanowiskach diagnostycznych (baza podręczna, trzymana na dysku terminala w celu szybkiego dostępu i obróbki danych).

Taka organizacja archiwów zapewnia zachowanie pełnej informacji w systemie nawet przy utracie łączności na którymś z poziomów.

System DIMaC-EK jest systemem otwartym [5]. Umożliwia współpracę i innymi systemami na różnych poziomach. W warstwie urządzeń i sterownika nadrzędnego NEK możliwa jest współpraca z innymi systemami eor pracującymi w standardzie CAN-BUS/RS485 zgodnie z protokołem PPM2.

W warstwie serwera i stanowisk diagnostycznych możliwa jest współpraca z systemem sterowania i kierowania ruchem kolejowym Ebscreen-3 produkcji Bombardier Transportation (ZWUS) Sp. z o.o., jak również z systemem WTiuZ produkcji KONTRON East Europe sp. z o.o. . Współpraca z systemami SRK wspomaga precyzyjne sterowanie redukcją oświetlenia na peronach. Dodatkowo umożliwia Dyżurnemu Ruchu podstawową obsługę systemu na terminalu SRK. Wizualizację pracy systemu DIMaC-EK zapewniają stanowiska sterowania CS i monitorowania MS. Umożliwiają one zdalne nadzorowanie, diagnostykę, zmianę parametrów i sterowanie w dowolnym obiekcie systemu.

Wizualizacja oparta jest na oprogramowaniu WizAr typu SCADA. Połączenie stanowisk do serwera realizowane jest w technologii Ethernet. Stosowany protokół DIMNET-P5 jest protokołem zatwierdzonym przez PKP PLK w Wytycznych projektowania urządzeń eor. Stosowane urządzenia komunikacyjne (modemy, konwertery) zależą od infrastruktury teletechnicznej na danym obiekcie.

### 2.2. System elektrycznego ogrzewania rozjazdów kolejowych DIMaC-EK

System DIMaC-EK (*Distributed Intelligent Monitoring and Control System*) to zestaw urządzeń elektroenergetycznych zintegrowanych z systemem nadrzędnym, dzięki któremu możliwe jest zdalne

sterowanie i monitorowanie urządzeń rozproszonych na znacznym obszarze [5]. Przeznaczony jest do instalowania na stacjach bezobsługowych i na całych odcinkach linii kolejowych, nadzorowanych z jednego centrum dyspozytorskiego. Funkcją systemu jest:

- sterowanie elektrycznego ogrzewania rozjazdów (funkcja EOR),
- sterowanie oświetleniem zewnętrznym (funkcja SO).

System DIMaC-EK w zakresie EOR służy do automatycznego wytapiania śniegu w rozjazdach kolejowych oraz utrzymania właściwych warunków działania zamknięć nastawczych.

Automat pogody działa na podstawie warunków pogodowych oraz ustawionych parametrów. Urządzenia systemu posiadają rozbudowaną autodiagnostykę i zliczanie pobranej energii.

System elektrycznego ogrzewania rozjazdów (rys. 5) składa się z:

- grzałek opornic i zamknięć wraz z uchwytyami,
- puszek przytorowych PP,
- transformatorów separacyjnych ST,
- rozdzielnic RESO-3F,
- kompletu przetworników pogodowych TST-137, TST-201,
- sterownika nadrzędnego NEK.



**Rys. 5.** System elektrycznego ogrzewania rozjazdów. Źródło: Archiwum AREX Sp. z o.o.

Transformatory separacyjne są wymagane ze względu na separację pomiędzy trakcją a linią potrzeb nietrakcyjnych, jak również eliminację zakłóceń w przypadku stosowania niektórych systemów sterowania ruchem kolejowym [3].

Każda rozdzielnica RESO-3F systemu EOR jest wyposażona w komplet przetworników pogodowych. Standardowo należą do kompletu przetwornik temperatury szyny ogrzewanej i nieogrzewanej wraz z detektorem śniegu TST-137. Dodatkowo do jednej z rozdzielnic na stacji podłączony jest przetwornik centralny TST-201, który mierzy temperaturę powietrza, prędkość wiatru, oraz realizuje detekcję wilgoci. Za pośrednictwem transmisji z nadrzędnym sterownikiem NEK, pomiary te rozsyłane są do wszystkich rozdzielnic na stacji.

Detektor śniegu wraz z czujnikiem temperatury szyny ogrzewanej umieszczony jest na stopce opornicy. Czujnik temperatury szyny nieogrzewanej montowany jest pod stopką szyny w odległości około 2 metrów od grzejnika [4].

Sterownik mikroprocesorowy umieszczony w rozdzielnicy działa według odpowiednich algorytmów załączania gwarantujących wytapienie śniegu i optymalizację zużycia energii elektrycznej. Rozdzielnica wyposażona jest w układy pomiaru prądu w każdym obwodzie. Umożliwia to natychmiastowe wykrycie przepalonych grzałki. Sterownik kontroluje także stan wszystkich podzespołów rozdzielnic, łącznie z pracą przetworników.

Urządzenia systemu DIMaC-EK wykonane są zgodnie z wymaganiami najnowszego dokumentu normatywnego PKP PLK S.A. ("Wytyczne projektowania urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów let-5", Warszawa 2015)

- na poziomie rozdzielnic i automatów sterujących - komunikacja realizowana jest w standardzie MODBUS-TCP lub MODBUS-RTU zgodnie z modelem informatycznym KHA. Umożliwia to budowanie instalacji stacyjnej przez łączenie rozdzielnic EOR różnych producentów w jeden system ze wspólnym pulpitem operatorskim w nastawni,
- na poziomie komunikacji między stacjami, od pulpitu operatorskiego do nadrzędnych systemów zdalnego sterowania jak LCS lub SMUE - komunikacja realizowana jest w standardzie DIM-NET-P5 oraz MODBUS-TCP (równocześnie na tym samym złączu Ethernet).

### 2.3. System oświetlenia terenów kolejowych DIMaC-SO

System DIMaC-SO służy do automatycznego sterowania oświetleniem terenów kolejowych (peronów, placów przeładunkowych, bocznic, ramp).

Zapewnia optymalne oświetlenie określonych obszarów stacji kolejowej i znaczną oszczędność energii elektrycznej. Umożliwia załączanie i stopniowanie natężenia oświetlenia w zależności od potrzeb użytkownika. Działa automatycznie zgodnie z zegarem astronomicznym, programem czasowym oraz przełącznikiem zmierzchowym. Sterowanie, zmiana parametrów pracy, oraz diagnostyka a także interwencyjne załączanie oświetlenia może być realizowane bezpośrednio w rozdzielnicach, ze sterownika nadrzędnego NEK z nastawni i z odległych stanowisk sterowania.

W systemie stosowane są dwie metody redukcji natężenia oświetlenia. Jest to ściemnianie poprzez dodatkowe sterowanie dzielonych dławików w oprawach oświetleniowych, oraz redukcję napięcia. Elementami redukcji napięcia są jednofazowe reduktory RDO-01, które montuje się zazwyczaj na zasilaniu rozdzielnic.

Zalety to wysoka jakość wykonania, modułowa budowa, unifikacja elastyczna liczba obwodów obwody odpływowe 3-fazowe, oszczędność okablowania, mniejsza asymetria zbiorcza lub indywidualna redukcja mocy [5].

Reduktor oświetlenia RDO-01 przeznaczony jest do regulacji napięcia zasilającego instalacji oświetleniowej. Zmiana napięcia zasilającego może odbywać się w zakresie od 70% do 105%  $U_n$  i uzależniona jest od typu opraw oświetleniowych. Pozwala to na oszczędności energii zużywanej przez oprawy od 30% do nawet 50%. Dodatkowo reduktor RDO-01 spełnia rolę stabilizatora napięcia wyjściowego co znacząco zwiększa żywotność instalacji oświetleniowej. Reduktor RDO-01 współpracuje z systemem DIMaCSO.

Dzięki temu możliwe jest zdalne monitorowanie pracy reduktorów, zmiana ich nastaw i powiadomienie o zaistniałej awarii. Reduktor RDO-01 funkcjonuje również autonomicznie.

### 2.4. Automaty sterujące

Automaty sterujące to urządzenia w niewielkim stopniu uproszczone w stosunku do rozdzielnic, ale mogące występować w instalacji na równi z nimi (rys.6). Automaty podobnie jak rozdzielnice pełnią funkcje elektrycznego ogrzewania rozjazdów oraz sterowania oświetleniem. Zapewniają przy tym realizację najnowszych algorytmów sterowania przy współpracy z pełną gamą dostępnych przetworników.



Rys. 6. Automat sterujący APR. Źródło: Archiwum AREX Sp. z o.o.

Są to elementy decyzyjne do już istniejących, modernizowanych lub nowych instalacji, uproszczonych ze względu na koszty lub małą liczbę obsługiwanych obiektów. Automaty są kompatybilne z systemem DIMaC-EK [5].

## 2.5. Platforma DIVIS

Platforma DIVIS to profesjonalny system monitoringu urządzeń lub dowolnych instalacji energetyki i automatyki zbudowany w oparciu o komunikację TCP/IP w protokole DIMNET-P5. Rozwiązanie doskonale sprawdza się w systemach elektrycznego ogrzewania rozjazdów, sterowania oświetleniem zewnętrznym czy ruchem drogowym.

Wykorzystanie Platformy DIVIS zapewnia:

- komunikację z monitorowanymi urządzeniami i stacjami klienckimi,
- rejestrację danych (w serwerze),
- przetwarzanie danych (w serwerze),
- prezentację danych w stacjach klienckich w postaci tabel i wykresów,
- podgląd działania nadzorowanych urządzeń w zakresie danych bieżących i zapisów archiwalnych,
- zdalną zmianę parametry urządzeń.

Elementy bazowe platformy, czyli komunikacja DIMNET-P5 i oprogramowanie serwerowe są z powodzeniem wykorzystywane w systemach:

- monitorowania ruchu drogowego ASTRUD (miasta: Olsztyn, Gdańsk),
- sterowania oświetleniem zewnętrznym DIMaC-OM (miasta: Białystok, wcześniej Olsztyn),
- serwer LCS Mińsk Mazowiecki w zakresie energetyki nietrakcyjnej,
- serwer LCS Tczew w zakresie energetyki nietrakcyjnej,
- serwer LCS Pomorskiej Kolei Metropolitarnej w zakresie energetyki nietrakcyjnej.

Do wdrożeń pełnej postaci platformy DIVIS z warstwą prezentacji www można zaliczyć:

- DIVIS-EK AREX – na potrzeby własne Spółki i klientów zewnętrznych,
- DIVIS-LG – dla Kolei Litewskich (Lietuvos Geležinkeliai) w zakresie elektrycznego ogrzewania rozjazdów,
- DIVIS-PLK – dla Polskich Linii Kolejowych (PKP PLK S.A.) w zakresie elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

## 2.6. Astronomiczny zegar czasowy DIMAstro - LA133

Sterownik DIMAstro - LA133 to precyzyjny, bezobsługowy programator czasowy z wbudowanymi funkcjami astronomicznymi Słońca (rys.7). Rozwiązanie przeznaczone jest do sterowania oświetleniem urządzeń obsługiwanych i programowanych według wspólnych reguł, z wykorzystaniem precyzyjnego algorytmu obliczania położenia Słońca [5].

Zasada działania DIMAstro to innowacyjna metoda łącząca dużą dokładność astronomiczną z intuicyjną regulacją jaśniej - ciemniej. Położenie słońca obliczane jest przez funkcje astronomiczne na podstawie pozycji geograficznej z uwzględnieniem wysokości n.p.m. Bezpośredni odczyty z odbiornika GPS zapewniają synchronizację zegara i precyzyjne wyznaczenie zjawisk astronomicznych dla dowolnego miejsca, bez konieczności wprowadzania korekt.



Rys. 7. Astronomiczny zegar czasowy DIMAstro - LA133. Źródło: Archiwum AREX Sp. z o.o.

Oprócz wschodu i zachodu obliczane są także punkty graniczne nocy, które oznaczają dopuszczalne maksimum ciemności, czyli 100% skali. Sposobem tym jednym parametrem wyrażanym w % zmierzchu (świtu), można włączać (wyłączać) urządzenie, przy tym samym położeniu Słońca. Położenie 0% oznacza moment wschodu i zachodu Słońca. 100% skali to koniec zmierzchu cywilnego/początek świtu cywilnego. Urządzenie może służyć jako synchronizator czasu dla innych systemów (możliwość realizacji dowolnego protokołu na porcie RS232).

## PODSUMOWANIE

Zgodnie z dyrektywą 2004/49/WE podstawowe elementy systemu zarządzania bezpieczeństwem powinny obejmować procedury i metody przeprowadzania oceny ryzyka i stosowania środków nadzoru ryzyka w sytuacjach, kiedy zmiana warunków prowadzenia działalności lub wprowadzenie nowego materiału stwarza nowe zagrożenie dla infrastruktury lub prowadzonej działalności [4].

Dla potrzeb monitorowania urządzeń energetyki kolejowej AREX Sp. z o.o. wdrożyła dla zarządcy infrastruktury kolejowej PKP PLK S.A. system SMUE (System Monitorowania Urządzeń Elektroenergetycznych), który zapewnia skuteczny nadzór urządzeń elektroenergetycznych na terenach wszystkich 23 zakładów PKP PLK.

Standardowo urządzenia AREX Sp. z o.o. komunikują się ze sobą po kablach miedzianych na maksymalną odległość 1,5 km. Jeżeli stacja kolejowa jest rozległa to do połączenia urządzeń wykorzystuje się modemy zabudowywane w rozdzielnicach i sterowniku nadrzędnym.

Do przedłużania transmisji po miedzi wykorzystywany jest modem Westermo TD-29. Modem ten jest wykorzystywany przez AREX do łączenia rozdzielnic odległych od siebie nawet o 10 km. Funkcja multidrop tego modemu pozwoliła AREX Sp. z o.o. podłączyć do sterownika nadrzędnego na stacji Lubartów 11 rozdzielnic na dystansie ponad 20km.

Obecny system zarządzania w sektorze transportu kolejowego wyposażony został w pełne instrumentarium zarządcze, oparte na podejściu systemowym. Przedsiębiorstwa kolejowe, aby móc zapewnić niezakłócony przebieg procesów przewozowych, zobowiązane są do zbudowania kompleksowego systemu zarządzania bezpieczeństwem ukierunkowanego na skuteczne i efektywne zarządzanie ryzykiem. Zwrócono uwagę na te czynniki, których wdrażanie poprzez zastosowanie innowacyjnych rozwiązań może w

istotny sposób wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa transportu kolejowego. Natomiast wszystkie przedstawione w prezentowanym artykule rozwiązania obszarze eksploracji naukowej bezpieczeństwo transportu kolejowego jest obecnie jednym z kluczowych wyzwań zarządzania bezpieczeństwem procesowym. Dzięki stałej diagnostyce i systematycznej pracy mającej na celu polepszenie bezpieczeństwa ruchu pociągów poprzez poprawę stanu urządzeń oraz podniesienie kwalifikacji, umiejętności i wiedzy pracowników odpowiedzialnych za utrzymanie, konserwację i obsługę urządzeń doszło do znacznego zmniejszenia liczby awarii. Istniejące i powstające Lokalne Centra Sterowania wyposażone w najnowszej generacji urządzenia komputerowe już dziś nie ustępują w niczym tym urządzeniom, które funkcjonują w kolejach bogatszych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nowak J., *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*, WKiŁ, Warszawa 2004.
2. Towpik K., *Infrastruktura transportu kolejowego*, Oficyna Wyd. Polit. Warszawskiej, Warszawa 2009.
3. Tyrała, P. *Zarządzanie bezpieczeństwem*, Kraków 2000.
4. *Komputerowe systemy kierowania ruchem na sieci PKP*. Zeszyty Naukowo-Techniczne oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, Konferencja Nr 28, zeszyt 65, Kraków 1998.
5. *Instrukcja o zasadach eksploatacji i prowadzenia robót w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym*. PKP PLK S.A., Warszawa 2005
6. Rozporządzenie wykonawcze komisji (UE) NR 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka i uchylające rozporządzenie (WE) nr 352/2009.
7. <http://www.arex.pl> dostęp [15.03.2017]

### Essence of safety innovative solutions control systems and diagnostic subject to the supervision of remote infrastructure road, rail and city

*The article discussed the essence of innovative safety for rail and road infrastructure. Modern transportation is an area of deployment of modern solutions for the organization and management of process of transportation. First, the authors of the article drew attention to the safety of the described innovative solutions for the supervision of road and railway infrastructure. Modern solutions organization and management were related to the competitiveness and efficiency of transport. A special place in this paper deal with security problems.*

Autorzy:

**dr Mirosław Chmieliński** – Akademia Marynarki Wojennej 81-127 Gdynia, ul. Śmidowicza 69. tel. 26 126 29 07 fax 26 126 28 78, e-mail: m.chmielinski@amw.gdynia.pl

**mgr Krzysztof Bielawski** – Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o., 81-212 Gdynia, ul. Hutnicza 3, tel. (58) 344-35-40, e-mail: biuro@arex.pl