

Mieczysław KORNASZEWSKI, Andrzej MATEJEK

## KORZYŚCI Z WYMIANY URZĄDZEŃ SRK WYKONANYCH W RÓŻNYCH TECHNOLOGIACH NA PRZYKŁADZIE STACJI KOLEJOWEJ ŁUKÓW

### Streszczenie

Artykuł obejmuje analizę pierwotnie oraz współcześnie stosowanych na stacji Łuków urządzeń sterowania ruchem kolejowym, tj. po 2013 roku. Przedstawiono charakterystyki urządzeń srk wykonanych w technologii przekąźnikowej i komputerowej. Ponadto przeprowadzono analizę porównawczą usterkowości urządzeń stacyjnych, która ukazuje zależności występujące między stosowanymi rozwiązaniami technologicznymi w różnym okresie istnienia stacji w Łukowie.

### WSTĘP

Stacja węzłowa Łuków znajduje się we wschodniej części Polski, w północnej części województwa lubelskiego. Stacja ta mieści się na linii nr 2 Warszawa-Terespol. Na przestrzeni ostatnich lat w Łukowie można zaobserwować dynamiczny rozwój i zmiany w zakresie stosowanych technologii urządzeń sterowania ruchem kolejowym (srk). Pod względem wyposażenia na stacji Łuków do 2015 roku występowały dwa rodzaje urządzeń, wśród których 90% stanowiły urządzenia przekąźnikowe półblokowe typu PB, a pozostałe 10% przekąźnikowe typu E. Obecnie zabudowane zostały urządzenia komputerowe typu ESTW 90 5 firmy Thales Poznań.

### 1. PODSTAWOWE INFORMACJE O STACJI KOLEJOWEJ ŁUKÓW

W 1862r. rozpoczęto planowanie budowy linii kolejowej Warszawa-Terespol ze względu na dogodną sytuację polityczno-gospodarczą w kraju. Z inicjatywy Założycielskiego Komitetu Kolei Żelaznej zaprojektowano trzy linie, a jedna z nich przebiegała przez Łuków. Budowę stacji w Łukowie (fot. 1) rozpoczęto na przełomie lat 1866 i 1867, natomiast zakończono w 1880 roku. Już w pierwszym roku funkcjonowania stacji Łuków obsłużono na trasie do Pragi 9324 osoby oraz przewieziono ok. 3,8 mln kg towarów [4, 9].

Obecnie stacja w Łukowie funkcjonuje jako stacja węzłowa, z dwoma stacjami pośrednimi – Łapiguz oraz Zapowiednik. W jej obrębie znajdują się dwa perony z czterema krawędziami peronowymi. W latach 2013-2017 przeprowadzana jest przebudowa stacji Łuków (fot. 2).

Na terenie Łukowa zostało utworzone Lokalne Centrum Sterowania (LCS) na odcinku linii nr 2. Obsługiwany odcinek o długości ok. 90 km obejmuje 5 linii kolejowych. Z nastawni LCS można ste-

rować stacjami: Łuków, Siedlce, Międzyrzec Podlaski, Dziewule oraz posterunkami odgałęzonymi: Doły, Szaniawy, a także Sokule. Centrum Sterowania w Łukowie wyposażone jest w urządzenia komputerowe typu ESTW 90 5 firmy Thales [10].

### 2. PIERWOTNIE ZAINSTALOWANE URZĄDZENIA SRK NA STACJI ŁUKÓW

W obrębie stacji Łuków (ŁKA), jeszcze do 2015r. wykorzystywano urządzenia przekąźnikowe typu PB. Układy przekąźnikowe typu E znajdowały się natomiast na posterunku odgałęzonym ŁKB (fot. 3). W czasie przebudowy stacji posterunki ŁKA i ŁKB zostały połączone w całość. Nowo powstała stacja wykorzystuje już nowoczesne urządzenia komputerowe typu ESTW 90 5 [5, 10].

Charakterystyczna konstrukcja urządzeń przekąźnikowych srk typu E została ustalona na przełomie lat 60 oraz 70 XX wieku. Cechą wyróżniającą są przebiegi nastawiane indywidualnie oraz utwierdzone w całości bez dodatkowego podziału na sekcje, ponieważ urządzenia te były dostosowywane do każdej stacji. Zastosowanie podziału odcinkowego (najczęściej o długości 1 km), wyznaczane ze względu na długość hamowania pociągów oraz wprowadzenie blokady samoczynnej pozwoliło na zwiększenie przepustowości ruchu szynowego [8].

Nazwa urządzeń półblokowych typu PB wynika głównie z charakterystycznego zgrupowania przekąźników znajdujących się na stojakach, tworzących układy występujące w blokach przekąźnikowych oraz z wykorzystywania specjalnych przekąźników wykorzystywanych do sterowania m.in. zwrotnicami lub sygnałami świetlnymi. W urządzeniach typu PB do obsługi najczęściej wykorzystywane są pulpity kostkowe z przyciskami i dźwignienkami.

System urządzeń półblokowych charakteryzuje się znacznym zautomatyzowaniem. Pozwala na sterowanie urządzeniami z dużej odległości. Układy przekąźnikowe umożliwiają nastawianie przebie-



Fot. 1. Budynek dworca kolejowego w Łukowie – fasada od strony torów w latach 30-tych XX wieku [9]



Fot. 2. Przebudowa stacji Łuków – początkowe działania – przebudowa torowiska



Fot. 3. Nastawnia urządzeń PB z częścią manewrową na stacji Łuków

gów pociągowych i manewrowych, ich utwierdzenie i zwalnianie, a dokładniej dwustopniowe utwierdzenie lub sekcyjne zwalnianie przebiegów z rozróżnieniem przebiegów na pociągowe i manewrowe oraz wykorzystywanie wariantów przebiegowych.

Plany świetlne przedstawiają układ torów stacyjnych z wyszczególnionymi punktami, które informowały o stanie urządzeń w torach, stanie zwrotnic, sygnalizatorów świetlnych, blokad liniowych, utwierdzonych przebiegów oraz zajętości torów i rozjazdów.

W urządzeniach przekąźnikowych typu E i PB w Łukowie stosowane były plany świetlne półciemne. Plany nieświecące się są całkowicie wygaszone, a zapalone żarówki oznaczają zmianę w obrębie okręgu nastawczego. Pozwala to na czytelny odbiór informacji oraz zmniejsza ilość przekazywanych informacji [3, 8].

Układy przekąźnikowe uruchomiane są na żądanie dyżurnego ruchu, który wydaje polecenia na pulpicie nastawczym kostkowym. Pracownicy odpowiedzialni są za ustalanie prawidłowego przebiegu jazdy wg ustaleń zawartych w regulaminie stacji i rozkładzie jazdy pociągów. Często zdarza się, że w nastawni znajduje się jednocześnie dwóch dyżurnych – dysponujący oraz pomocniczy, taki układ był zastosowany w Łukowie. Dyżury dysponujący odpowiedzialny jest przede wszystkim za obsługę pulpitu kostkowego. Na stacji Łuków stosowane były pulpity nastawcze przyciskowe, zintegrowane z planem świetlnym. Do zadań pracownika pomocniczego należy przede wszystkim sporządzanie dokumentacji ruchowej danego posterunku, zwanej inaczej dziennikiem ruchu, zapowiadanie pociągów na stacjach, obsługa urządzeń łączności z maszynistami, posterunkami technicznymi oraz zapowiadanie pociągu dróżnikom na przejazdach, dyżurnemu ruchu peronowemu. Informacja o wyprawieniu pociągu do kolejnej stacji przekazywana jest za pomocą urządzeń blokady liniowej, a dyżurny potwierdza tę informację telefonicznie. Przedstawiony powyżej zakres obowiązków mieli do wykonania dyżurni ruchu w Łukowie [8].



**Fot. 4.** Stojaki przekąźnikowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym na stacji Łuków

Przekąźniki w urządzeniach typu PB są rozmieszczone w sposób racjonalny ze względu na konieczność zachowania krótkich połączeń między przekąźnikami. Połączenia przekąźników tworzą jednostki funkcjonalne nazywane modułami. Kilka połączeń tworzy układy zestawów, które są jednocześnie typowe dla połączeń na stojakach (fot. 4).

### 3. URZĄDZENIA KOMPUTEROWE SRK OBECNIE STOSOWANE NA STACJI ŁUKÓW

W obrębie stacji Łuków wykorzystywane są dziś nowoczesne urządzenia komputerowe typu ESTW 90 5 (fot. 5). Proces nastawiania jest koordynowany przez specjalistyczne, komputerowe oprogramowanie. Praca urządzeń jest uzależniona od położenia zwrotnic i wykolejnic, układów licznika osi kontrolujących niezają-

tość torów, blokad liniowych, a także od zamknięcia i utwierdzenia przebiegu pociągu.



**Fot. 5.** Nastawnia komputerowa działająca na stacji Łuków

Pulpit komputerowy (elektroniczny) jest ściśle związany z rejestratorem zdarzeń (fot. 6). Do zdarzeń należy m.in. logowanie się operatora, zadawanie jego poleceń oraz ich sposób wykonania przez urządzenia. Prowadzony rejestr jest konieczny ze względu na możliwość ewentualnego odtworzenia toku zadanych poleceń w sytuacjach tego wymagających. Poza rejestratorem system wzbogacony został w liczne alarmy i sygnały świetlne, które bezpośrednio informują dyżurnego ruchu o awarii [2].



**Fot. 6.** Trzy niezależne stanowiska sterowania ruchem kolejowym w urządzeniach na stacji Łuków po przebudowie w 2017 roku

System Command 900, bezpośrednio współpracujący z systemem nastawczym ESTW oraz urządzeniami srk pozasystemowymi, jest systemem wspierającym pracę dyżurnego ruchu w zakresie zdalnego sterowania.

W LCS-ach stosuje się co najmniej dwa równoległe działające zestawy ekranów wraz z niezależnie działającymi komputerami przekazu informacji (X-MOS), ze względów bezpieczeństwa. Na pierwszym zestawie ekranów wyświetlany jest schemat torów z elementami obrazującymi ruch pojazdów szynowych. Natomiast drugi zestaw obrazuje informacje dotyczące zdarzeń, poleceń oraz sytuacji awaryjnych. Czasami trzeci zestaw monitorów wykorzystywany jest jako element wykonawczy w sytuacjach zdalnego sterowania lub dla awaryjnego przejęcia uprawnienia z dowolnej lokalizacji w celu zdalnego prowadzenia ruchu pociągów. Dodatkowym elementem wspomagającym pracę dyżurnego ruchu jest monitoring zainstalowany na poszczególnych obiektach. Ułatwia on ocenę bieżącej sytuacji ruchowej oraz pokazuje stan techniczny obiektów srk.

Ekranu komputerowe łącznie z elementami służącymi do sterowania tworzą stanowisko operatorskie dyżurnego ruchu. Specjalnie dostosowane stanowiska dla pracowników umożliwiają przekazywanie informacji w postaci optyczno-wizualnej oraz akustycznej,

wydawanie poleceń związanych z procesem nastawiania, a także rejestrację czynności dotyczących nastawiania [7].

Komputerowe urządzenia sterowania ruchem kolejowym są dodatkowo wyposażone w stanowiska diagnostyczne. Stanowisko umożliwia przeprowadzanie wstępnych badań i analiz ruchu na danym odcinku torowym stacji, szlaku oraz w obrębie całego LCS. Umożliwiają również wykrywanie stanów awaryjnych urządzeń. Stanowiska operatorskie dla pracowników automatyki wyposażone są w tzw. CUID, czyli Centrum Utrzymania i Diagnostyki (fot. 7). System CUID odpowiedzialny jest za przeprowadzanie analizy stanu technicznego infrastruktury określonego odcinka torowego. Ponadto umożliwia koordynowanie procesu przeprowadzania ewentualnych napraw i diagnostykę urządzeń.



Fot. 7. Stanowisko Centrum Utrzymania i Diagnostyki na stacji Łuków

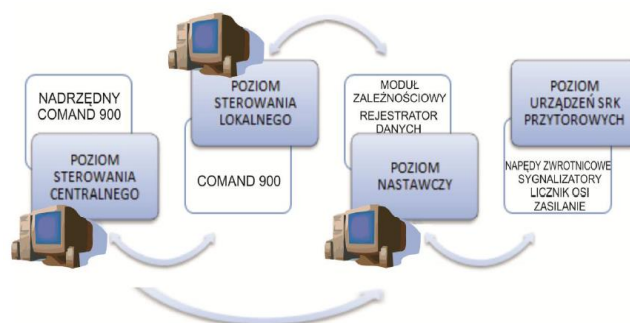
### 3.1. Charakterystyka techniczna nastawnicy komputerowej typu ESTW 90 5 zainstalowanej na stacji Łuków

System ESTW, czyli elektroniczna nastawnica firmy Thales, jest systemem o dość małych wymiarach objętościowych, zwartej budowie oraz posiadającym łatwy sposób konfiguracji urządzeń srk.

Urządzeniami ESTW można sterować za pomocą dowolnego systemu zdalnego poprzez interfejs, dopasowując je do współpracy z różnymi urządzeniami srk, nawet najstarszych generacji oraz blokad liniowych różnych typów. Na takiej zasadzie powiązано urządzenia srk na stacjach przyległych do LCS Łuków. Dodatkowo system zapewnia pełną zdalną zautomatyzowaną diagnostykę. Najważniejszym komponentem systemu jest zespół zależnościowy. W zespole tym obsługiwane jest maksymalnie do 40 transmisji do stanowisk systemu nadrzędnego, modułów podrzędnych zależnościowych lub do modułów zależnościowych na sąsiednich stacjach. Z kolei jeden moduł podrzędny może obsługiwać do 32 połączeń ze sterownikami obiektowymi. Podstawowym celem komputera zależnościowego jest obróbka pakietów danych przychodzących ze wszystkich kontrolowanych urządzeń. Dane przedstawiają stan urządzeń srk, są porównywane z dynamicznymi danymi ruchowymi określając algorytmy dla każdego elementu przebiegu. Stwarzają warunki decyzyjności w systemie o wysokim wymaganiu bezpieczeństwa odnoszące się do systemu, jak i do transmisji pomiędzy współpracującymi aplikacjami [1].

System komputerowy ESTW 90 5 zawiera kilka podsystemów, które składają się na określony logiczny schemat budowy. Są to poziomy sterowania urządzeniami komputerowymi (rys. 1):

- 1 – poziom sterowania centralnego,
- 2 – poziom sterowania lokalnego,
- 3 – poziom nastawczy – bezpośrednio związany z modułami zależnościowymi,
- 4 – poziom urządzeń srk przytorowych



Rys. 1. Schemat poziomów sterowania urządzeń komputerowych ESTW [Opracowanie własne]

Do poziomu sterowania centralnego należy zaliczyć terminale stanowisk LCS Łuków, którego systemem nadrzędnym jest aplikacja komputerowa Command 900 przeznaczona do zdalnego sterowania wszystkimi stacjami podległymi centrum, tj. Siedlce, Działuła, Łuków Szaniawy, Międzyrzec Podlaski, Sokule. Jest to tzw. centralne sterowanie podłączonych systemów nastawczych na podległych stacjach wchodzących w skład LCS. Za pomocą systemu centralnego połączona jest aplikacja nadawania i zabierania uprawnień do obsługi na poszczególnych posterunkach ruchu oraz numerowania pociągów. Z wykorzystaniem terminala centralnego można sterować dowolną stacją z możliwością wprowadzania danych za pomocą klawiatury i myszki komputerowej. Współpraca ze stanowiskami lokalnymi odbywa się na zasadzie delegowania uprawnień za pomocą transmisji odpowiednich kodów poleceń w szczególności opracowanych procedurach systemu Command 900. W systemie centralnym zobrazowane są wszystkie czynności wykonywane przez system, przejeżdżające pociągi i czynności wykonywane przez operatorów w czasie rzeczywistym, włącznie z komunikatami diagnostycznymi napływającymi na bieżąco [1, 7].

Poziom sterowania lokalnego posiada identyczny terminal operatorski jak centralny, jednak sterowanie ogranicza się tylko do wydawania poleceń i kontroli w obrębie jednej stacji, która w danej konfiguracji może być sterowana. Przekazywanie poleceń do systemu możliwe jest za pomocą klawiatury i myszy. Dane wyjściowe weryfikowane są pod kątem możliwości ich wykonania oraz nadanych uprawnień, a dopiero po takiej weryfikacji przekazywane są do komputera zależnościowego, gdzie sprawdzana jest ich dostępność (odrzućenie lub zatwierdzone w systemie), a następnie z systemu zależnościowego przekazywane są do realizacji.

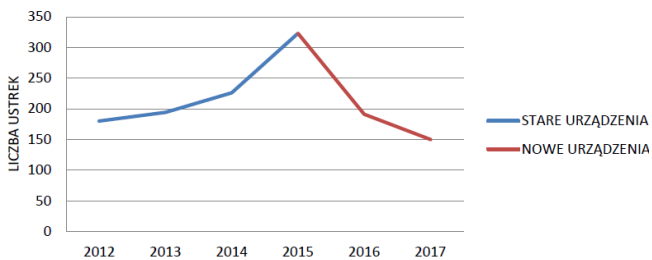
Trzecim poziomem architektury systemu jest poziom zależnościowy występujący na wszystkich posterunkach ruchu w obrębie LCS. Bezpośredni dostęp do modułów zależnościowych mają systemy Command 900, centralny oraz lokalne dedykowane danym stacjom, na których zostały zabudowane. Jego zadaniem jest weryfikacja zależności dla danego obiektu. Ponadto moduł zależnościowy prowadzi interfejs dla komunikatów i poleceń pomiędzy komputerami zależnościowymi do urządzeń oraz z urządzeń na przyległych szlakach, uzależnień z przejazdami kat. A i B, blokadą liniową. Dodatkowo ma za zadanie odbieranie i kontrolowanie sygnałów pochodzących ze wszystkich układów systemu nastawczego. W poziomie nastawczym znajdują się również sterowniki obiektowe odpowiadające bezpośrednio za współpracę z kontrolerami poszczególnych napędów zwrotnicowych i sygnalizatorów.

Urządzenia przytorowe stanowią czwarty poziom sterowania. Są to elementy wykonawcze systemu, takie jak napędy zwrotnicowe, sygnalizatory, czy układy niezajętości (liczniki osi). Wszystkie elementy przytorowe zewnętrznie sterowane są za pomocą kart obiektowych połączonych kablami przez stojaki, nazwane dystrybu-

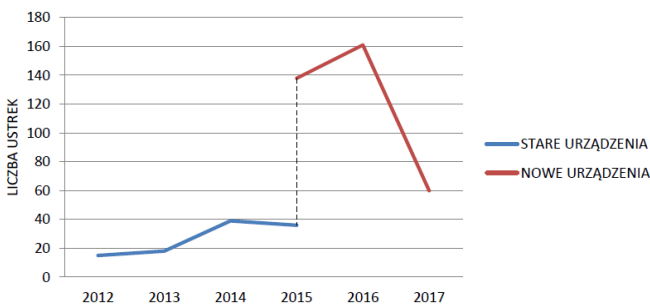
torami. Kable ułożono w kanalizacji kablowej rozciągniętej po terenie całej stacji [1].

## 4. ANALIZA PORÓWNAWCZA USTERKOWOŚCI URZĄDZEŃ SRK ZASTOSOWANYCH NA STACJI ŁUKÓW

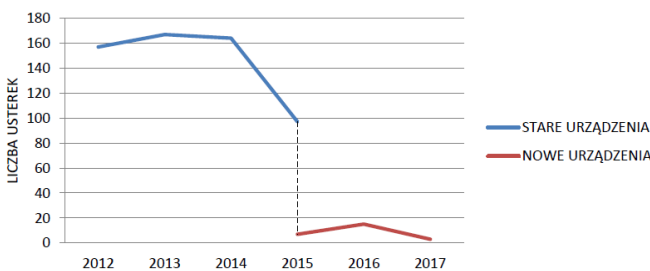
Do analizy tej wykorzystano liczbę zarejestrowanych usterek w obszarze stacji Łuków. Przelączenie urządzeń srk na stacji Łuków odbyło się 2 czerwca 2015 roku. Zestawienie porównawcze wyraźnie pokazuje jakość obecnie stosowanych stacyjnych urządzeń srk.



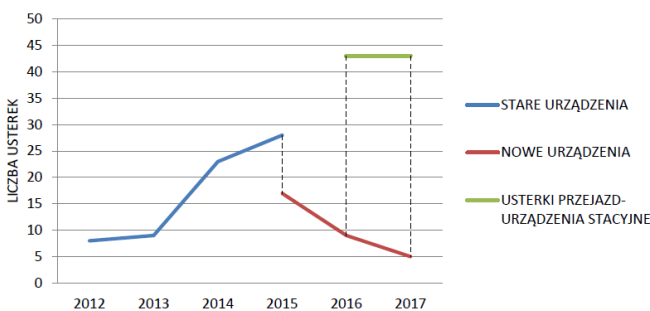
**Rys. 2.** Zestawienie liczbowe zarejestrowanych usterek na stacji Łuków w latach 2012-2017 [Opracowanie własne]



**Rys. 3.** Zestawienie liczbowe zarejestrowanych usterek w układach niezajętości w latach 2012-2017 [Opracowanie własne]



**Rys. 4.** Zestawienie liczbowe zarejestrowanych usterek w obwodach sygnalizatorów w latach 2012-2017 [Opracowanie własne]



**Rys. 5.** Zestawienie liczbowe zarejestrowanych usterek w obwodach blokady liniowej i powiązań z przejazdami w latach 2012-2017 [Opracowanie własne]

Z przedstawionych wykresów usterek urządzeń srk na stacji Łuków (rys. 2-5) wynika, że największa ilość awarii miała miejsce w okresie tuż przed i po przelączeniu starego systemu przekaźnikowego na nowy ESTW. Spowodowane było to wymianą torowiska, zabudową nowego systemu nastawnicy przy częściowo działającym jeszcze starym systemie. Po przelączeniu urządzeń srk nowy system nastawczy ESTW jest on nadal w ciągłej rozbudowie, co również przekłada się na usterkowość urządzeń srk. Jednak z upływem czasu można zauważyć tendencję spadkową tych uszkodzeń. Wyjątkiem są usterki układów niezajętości wynikające z wykorzystania starych kabli dalekosiężnych oraz awarie w urządzeniach przejazdowych, a także powiązań z urządzeniami stacyjnymi wynikające z dostosowania obu systemów stacyjnych.

## PODSUMOWANIE

Przebudowa stacji Łuków w okresie od 2013 do 2017 roku pozwoliła na wprowadzenie wiele innowacyjnych rozwiązań w zakresie wykorzystywanych technologii i urządzeń srk.

Przełącznikowe urządzenia sterowania ruchem kolejowym stosowane wcześniej wymuszały duży nakład pracy człowieka, natomiast nowoczesne urządzenia komputerowe ograniczają działania pracowników do minimum. Działanie urządzeń przekaźnikowych uwzględniało dwuetapowe utwierdzenie przebiegu, samoczynne i sekcyjne zwalnianie przebiegu, przebiegowe nastawianie ruchu oraz wariantowość przebiegów w zakresie ruchu pociągów oraz ruchów manewrowych. Wykorzystywanie technologii komputerowej pozwala na zachowanie podstawowych zasad ergonomii oraz przyczynia się do zwiększenia poziomu efektywności oraz sprawności pracy urządzeń stacyjnych, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa ich funkcjonowania oraz ruchu pociągów. Urządzenia komputerowe są przystosowane do współpracy z każdym rodzajem systemu srk.

Porównanie danych statystycznych z okresu ostatnich 5 lat pozwala na dokładne przedstawienie sytuacji i wyników usterkowości urządzeń srk przed oraz po przebudowie stacji Łuków. Współcześnie stosowane komputerowe urządzenia wyposażenia stacji zapewniają znacznie wyższy poziom bezpieczeństwa w stosunku do dawniej wykorzystywanych systemów.

Zaletą nowoczesnych urządzeń srk jest również możliwość automatycznego uzupełniania dokumentacji technicznej i przekazywanie szczegółowych informacji o pociągu, stanie „automatyki” do Central Dyspozytorskich oraz wprowadzenie sygnalizacji kabinowej w pojazdach kolejowych, a w niedalekiej przyszłości do pełnego sterowania pociągami, gdzie rola maszynisty ograniczać się będzie do kontroli oraz obserwacji składu pociągu i szlaku kolejowego.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dokumentacja Techniczno Ruchowa: *Urządzenia ESTW L90 5*, Thales, Poznań 2012.
2. Dyduch J., Kornaszewski M.: *Komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego, Radom, 2015.
3. Dyduch J., Kornaszewski M.: *Systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego, Radom, 2007.
4. Filipek F.: *Kolej Warszawsko-Terespolska*. PWN, Warszawa, 1972.
5. Urząd Transportu kolejowego: *Statystyki miesięczne przewozy pasażerskie*, Warszawa, 2015.
6. Instrukcja le-4: *Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. Warszawa, 2014.

7. Instrukcja Ie-20: Obsługa komputerowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, Warszawa, 2013.
8. [www.psmk.org.pl/urządzenia-samoczynnej-blokady-liniowej-typu-e-wzbogacily-nasza-kolekcje/](http://www.psmk.org.pl/urządzenia-samoczynnej-blokady-liniowej-typu-e-wzbogacily-nasza-kolekcje/) [dostęp: 24.03.2017]
9. [www.lukow-historia.pl](http://www.lukow-historia.pl) [dostęp: 24.03.2017]
10. [www.semaforek.kolej.org.pl](http://www.semaforek.kolej.org.pl) . Hasło: LCS. [dostęp: 10.04.2017]

## THE BENEFITS OF RAILWAY TRAFFIC CONTROL DEVICES EXCHANGE MADE IN DIFFERENT TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF THE RAILWAY STATION IN ŁUKÓW

### *Abstract*

*The article discusses the analysis of the railway traffic control devices used initially and currently at the*

*railway station in Łuków i.e. after 2013. There are presented characteristics of the railway traffic control devices which are made in the relay and computer technology. In addition, a comparative analysis of the railway station devices failure was performed which shows the relationships between the applied technological solutions at different times of the railway station existence in Łuków.*

Autorzy:

dr hab. inż. **Mieczysław Kornaszewski**, prof. nadzw. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Instytut Automatyki i Telematyki, Zakład Systemów Sterowania w Transporcie, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-88; Fax: + 48 48 361-77-42; [m.kornaszewski@uthrad.pl](mailto:m.kornaszewski@uthrad.pl)

**Andrzej Matejek**, student 4 roku – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, studia niestacjonarne I<sup>o</sup>, kier. Transport, spec. SRwTK