

## WYBRANE SYSTEMY NASTAWCZE NOWEJ GENERACJI WDRAŻANE W KOLEJNICTWIE POLSKIM

### Streszczenie

W artykule przedstawiono nowoczesne systemy sterowania ruchem kolejowym wykonane w technologii komputerowej i hybrydowej (przełącznikowo-komputerowej). Dokonano analizy technicznej wybranych nastawczych systemów srk przeznaczonych dla kolejnictwa polskiego. Dotychczas ruch pociągów w Polsce sterowany jest w stosunkowo niewielkim procencie za pomocą wspomnianych urządzeń nowej generacji. W publikacji zwrócono szczególną uwagę na aspekt bezpieczeństwa w różnym odniesieniu do systemów srk.

### WSTĘP

Koleje powszechnie stosują systemy techniczne – np. sterowania ruchem kolejowym (srk), których zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Konieczność korzystania z takich systemów wynika między innymi z faktu, że droga hamowania pociągu jest często znacznie dłuższa od odcinka toru widzianego przez maszynistę. Rozwój systemów srk, począwszy od urządzeń kluczowych, nie był możliwy bez zdefiniowania zasad wykonywania systemów bezpiecznych. W tym celu sformułowano i zastosowano w sterowaniu ruchem kolejowym zasadę *fail-safe*. Należy jednak zaznaczyć, że zasada ta stała się niewystarczająca wówczas, gdy zaczęto wprowadzać komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym.

Urządzenia komputerowe stwarzają możliwość wchłonięcia funkcji zdalnego sterowania, poprzez rozdzielanie przetwarzania informacji od bezpośredniego sterowania. Stosując bezpieczne środki transmisji danych, można uzyskać w urządzeniach komputerowych nieograniczone odległości nastawiania. Zaletą urządzeń komputerowych jest możliwość realizacji różnych wymagań za pomocą jednolitych, standardowych urządzeń modułowych. Tak więc, stosując takie same bezpieczne układy mikrokomputerowe, można w bardzo ekonomiczny sposób realizować funkcje stacyjnych i liniowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Różnice

zachodzą jedynie w konfiguracji, zależnej od zastosowania i w oprogramowaniu.

### 1. PODZIAŁ URZĄDZEŃ SRK WEDŁUG KRYTERIUM ICH PRZEZNACZENIA

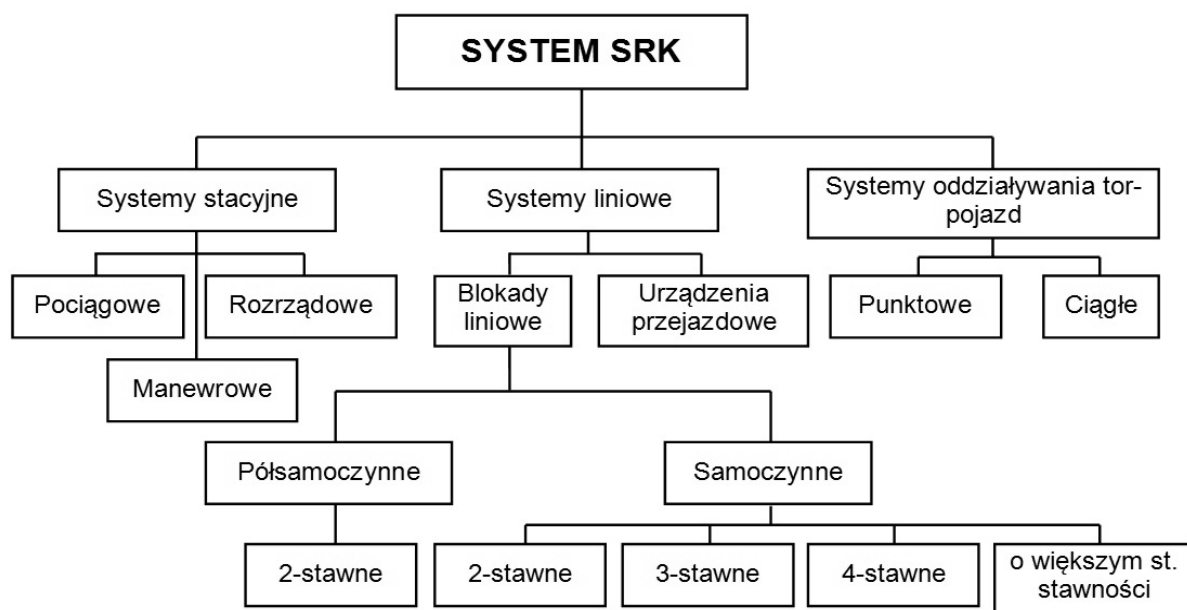
Urządzenia sterowania ruchem są wykorzystywane w wielu miejscach sieci kolejowej (rys. 1), po to, aby tak jak wspomniano wcześniej, umożliwić bezpieczne i sprawne prowadzenie ruchu kolejowego.

Urządzenia stacyjne służą do sterowania ruchem w stacyjnych okręgach nastawczych i okręgach sterowania [2].

Urządzenia liniowe pracują na odcinkach nastawczych i odcinkach sterowania na szlakach. Służą do regulacji następstwa pociągów za pomocą blokady liniowej, do przekazywania informacji między torem a pojazdem oraz do regulacji ruchu drogowego na przejazdach kolejowo-drogowych.

Za pomocą blokady liniowej jest realizowana regulacja następstwa pociągów wyprawianych na szlak w ustalonych odstępach drogi. Blokada liniowa może być uzupełniona urządzeniami do przekazywania informacji w relacji tor – pojazd [5].

Urządzenia przejazdowe służą do ostrzegania użytkowników dróg kołowych za pomocą sygnałów optycznych i dźwiękowych o zbliżaniu się pojazdu kolejowego do skrzyżowania, zwanego przejazdem kolejowo-drogowym oraz do zamykania przejazdu zaporami



Rys. 1. Schemat podziału urządzeń srk [1]

drogowymi.

Urządzenia do przekazywania informacji w relacji tor – pojazd można podzielić z punktu widzenia zasad przekazywania informacji na urządzenia o działaniu punktowym i ciągłym. Urządzenia oddziaływania punktowego przekazują informacje dotyczące sposobu prowadzenia pojazdu tylko podczas przejazdu nad punktem oddziaływania. Urządzenia oddziaływania ciągłego przekazują informacje w sposób ciągły [2].

Nowoczesne nastawcze urządzenia sterowania ruchem uwzględniające nowe technologie informatyczne oraz techniki mikrokomputerowe i mikroprocesorowe dzielą się ogólnie na hybrydowe (przełącznikowo-komputerowe) i komputerowe (mikroprocesorowe).

### 1.1. Hybrydowe systemy nastawcze

Ze względu na mieszaną przełącznikowo – komputerową technikę realizacji zależności urządzenia takie nazwano hybrydowymi. Cechą charakterystyczną urządzeń hybrydowych jest dwuczłonowa budowa (rys. 2).

- jeden człon, wykonany w technice przełącznikowej fail-safe i realizuje funkcje, od których zależy bezpieczeństwo (zależności);
- drugi człon, wykonany w technice komputerowej, stanowi nadbudowę nad członem przełącznikowym i realizuje funkcje bardziej złożone (prezentacji i organizacyjne).

Oba człony współpracują z sobą w całym procesie sterowania.

Dotychczas na rynku stacyjnych systemów hybrydowych sterowania ruchem znalazły zastosowanie m.in. systemy:

1. OSA-H (Oszczędnościowy System Automatyki – Hybrydowy) – KZA Kraków (OSA-H2, OSA-H3),
2. SUP-3 (System Uproszczony Przełącznikowy) – ABB ZWUS Signal Sp. z o.o. (obecnie Bombardier Transportation),
3. MOR-1 (System Monitorowego Odwzorowania) – ZA KOMBUD Radom S.A.,
4. UPK-PAT (System Urządzeń Przełącznikowo – Komputerowych) – PAT Gdynia, obecnie Zakład Infrastruktury Kolejowej Warszawa.

Część przełącznikowa w systemach hybrydowych obejmuje układy nastawcze, obwody świateł, obwody zależnościowe, obwody sprzężone z blokadą liniową oraz obwody sprzężenia z częścią komputerową (interfejs) [1].

Zadaniem części przełącznikowej systemu jest:

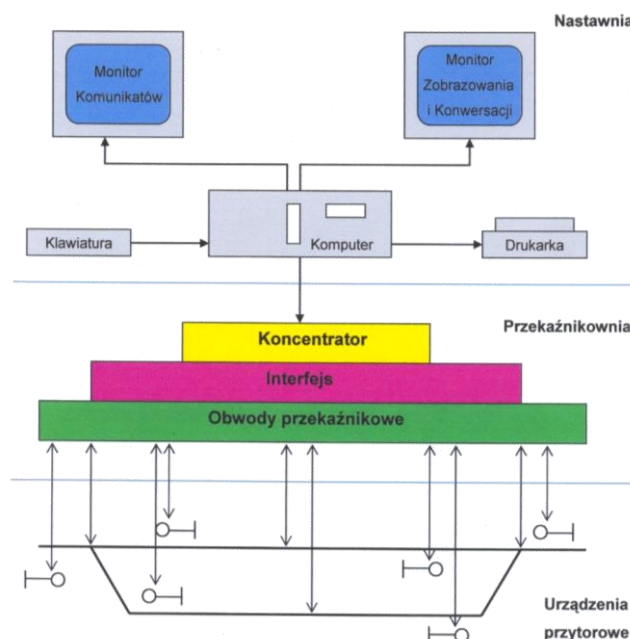
1. Bezpośrednie sterowanie urządzeniami przytorowymi (układy nastawne zwrótnicowe, obwody świateł, itd.).
2. Utwierdzenie i zamykanie przebiegów, automatyczne zwalnianie utwierdzenia po przejeździe pociągu.
3. Doraźne zwalnianie utwierdzeń, ustalanie wskazań sygnałowych.

Część komputerowa stanowi nadbudowę nad częścią przełącznikową. Składa się z koncentratora i komputera wraz z urządzeniami peryferyjnymi (monitory, klawiatura, mysz, drukarka). Monitory i klawiatura (ewentualnie dodatkowo mysz) stanowią pulpit nastawczy. Część komputerowa realizuje następujące zadania:

1. Prezentacja na monitorach stanu urządzeń sterowania,
2. Przyjmowanie i kontrola formalnej poprawności poleceń (np. czy zwrótnica o podanym numerze istnieje na obiekcie),
3. Wyprowadzająca kontrola wykonywalności poleceń,
4. Realizacja przebiegowego nastawiania zwrótnic i sygnałów, Rejestracja zdarzeń i poleceń operatora.

Poprzez obwody kontroli położenia zwrótnic, kontroli świecenia świateł oraz kontroli zajętości odcinków informacja o stanie przytorowych urządzeń sterowania trafia do przełącznikowej części syste-

mu. Z części przełącznikowej kolejno poprzez obwody meldunkowe, koncentrator i łącze danych informacja o stanie urządzeń przytorowych wzbogacona o informacje o stanie utwierdzeń w części przełącznikowej trafia do komputera. Tam zostaje przetworzona i służy do geograficznego zaprezentowania stanu urządzeń sterowania oraz do określania wykonywalności poleceń. Polecenia wydawane przez dyżurnego są zamieniane na ciąg zasterowań wyjściami koncentratora. Do tych wyjść są przyłączone przełączniki sterujące, których wzbudzenie powoduje, przy spełnionych zależnościach w części przełącznikowej, wystawienie urządzeń przytorowych (przełączenie zwrótnicy, zapalenie świateł, itp.) [4].



Rys. 2. Typowe rozwiązanie systemu hybrydowego [7]

### Oszczędnościowy system automatyki OSA – H

Oszczędnościowy System Automatyki OSA-H jest przełącznikowo – komputerowym systemem sterowania ruchem kolejowym dla małych i średnich stacji sieci kolejowej PKP, na których odbywa się niewielki ruch manewrowy.

Charakterystyczną cechą systemu jest dwuczłonowa budowa. Jeden człon wykonany jest w technice przełącznikowej (warstwa przełącznikowa), drugi człon stanowi nadbudowę i wykonany jest w technice komputerowej (warstwa komputerowa). Oba człony współpracują ze sobą w procesie sterowania. [2]

W urządzeniach OSA-H przełączniki zostały podzielone na grupy i zebrane na oddzielnych stojakach. W systemie OSA-H wyróżnia się następujące grupy przełącznikowe (rys. 3) [9]:

- a) zwrótnicowa;
- b) sekcji przebiegu (odcinka zwrótnicowego);
- c) semafora wjazdowego;
- d) dwóch semaforów wjazdowych;
- e) wspólna.

Zadaniem warstwy przełącznikowej jest:

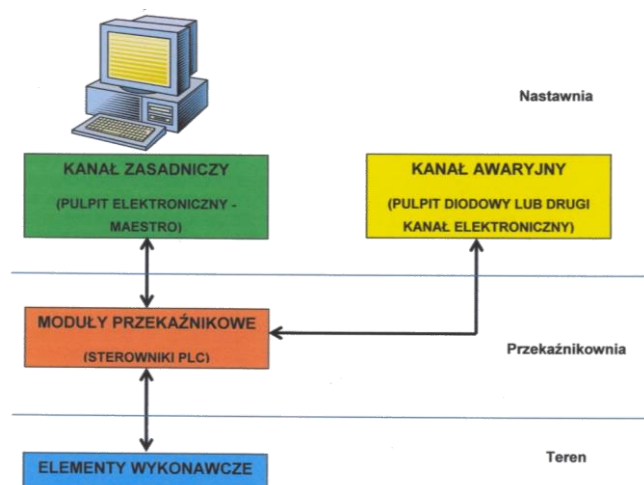
- a) weryfikacja poleceń z członu komputerowego;
- b) bezpośrednie sterowanie urządzeniami przytorowymi;
- c) utwierdzenie przebiegów pociągowych;
- d) wykluczanie wzajemnie sprzecznych przebiegów pociągowych;
- e) automatyczne zwalnianie utwierdzeń po przejeździe pociągu;
- f) doraźne zwalnianie utwierdzeń po otrzymaniu polecenia z komputera;

- g) ustalanie wskazań sygnałowych;
- h) utwierdzanie rejonów manewrowych.

Warstwa komputerowa składa się z komputera, koncentratora oraz urządzeń dodatkowych stanowiących wyposażenie pulpitu nastawczego. Koncentrator jest wieloprocesorowym sterownikiem przemysłowym z magistralą szeregową. Z jednej strony jest on sprzężony poprzez system wejść i wyjść dwustanowych z członem przekaźnikowym, z drugiej poprzez łącze transmisji danych z komputerem. Koncentrator umieszczony jest w przekaźnikowni, natomiast komputer w pomieszczeniu dyżurnego ruchu skąd odbywa się proces sterowania ruchem [2].

### Komputerowo – przekaźnikowy system urządzeń srk SUP – 3

Geograficzny modułowy system SUP-3 jest komputerowo – przekaźnikowym systemem przeznaczonym do sterowania ruchem pociągów na dowolnych stacjach kolei (rys. 4). System jest przystosowany do sygnalizacji szybkościowej i przepisów PKP. Zobrazowanie sytuacji ruchowej sterowanej stacji jest zrealizowane na monitorze.

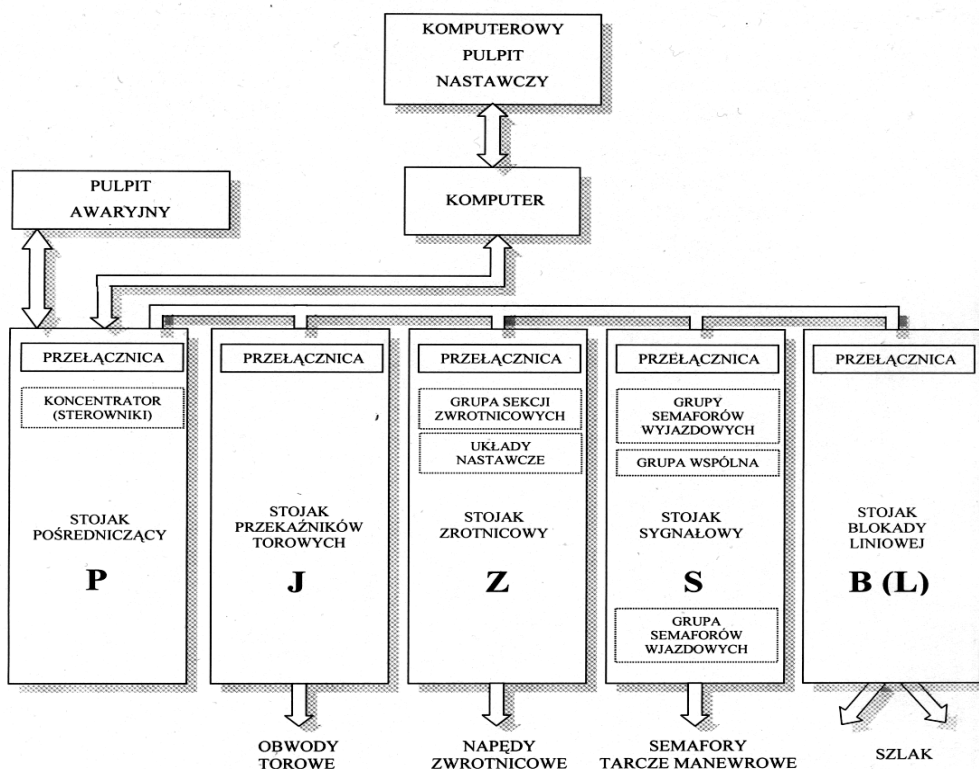


Rys. 4. Bloki funkcjonalne systemu SUP-3 [7]

System SUP-3 ma budowę modułową. Każdemu obiektowi stacyjnemu jak: zwrotnica, semafor, tarcza manewrowa, itp. przyporządkowane są w sposób geograficzny odpowiednie moduły, które bezpośrednio sterują obiektami w terenie. Wszystkie moduły połączone są poprzez przełącznice kablem ze sterownikiem mikroprocesorowym oraz kablem okrężnym z przekaźnikową grupą centralną. Ścieżki zależnościowe i sygnałowe systemu są włączone w szeregową strukturę geograficzną modułów, natomiast ścieżki wybierania i informacje mają strukturę gwiazdową i są połączone do sterownika. Sterownik jest połączony z monitorem i klawiaturą komputerową. Zamiast monitora może być zastosowany diodowy pulpit nastawczy

W skład systemu SUP-3 wchodzi następujące główne części:

1. Monitor z klawiaturą służy do zobrazowania informacji o bieżącym stanie urządzeń oraz do sterowania nimi.
2. Przekaźnikowa grupa centralna współpracuje przez sterownik z monitorem i klawiaturą oraz koncentruje funkcje wspólne modułów.
3. Sterownik mikroprocesorowy kontroluje wizualizację na monitorze i pośredniczy w sterowaniu urządzeniami, jak również spełnia funkcję przebiegowego wybierania i nastawiania drogi przebiegu w strukturze geograficznej modułów. Ponadto sterownik sprawuje dla systemu SUP-3 funkcje diagnostyczne i funkcję 24-godzinnej rejestracji zdarzeń (tzw. „czarna skrzynka”).
4. Dodatkowo można zastosować pulpit awaryjny na wypadek usterki sterownika, dla zapewnienia przejeźdności przez stację po torach głównych zasadniczych.
5. Grupa zależnościowa stanowiąca trzon logicznych zestawów przekaźnikowych, kontroluje właściwy stan elementów nastawianych przebiegowo (lub indywidualnie) w wybranej drodze przebiegu i niezajętość tej drogi, utwierdza dany przebieg i wyklucza przebiegi sprzeczne, zwalnia przebieg automatycznie lub ręcznie oraz umożliwia współpracę z innymi urządzeniami srk.
6. Układy przekaźnikowe wykonawcze i oddziaływania na tor zapewniają przestawienie zwrotnic i działanie sygnalizatorów świetlnych.



Rys. 3. Struktura urządzeń systemu OSA-H [9]

7. Przelącznie służą do wzajemnego powiązania kablami wspólnych poleceń funkcyjnych i do koncentracji we/wy z i do sterownika oraz do doprowadzania zasilania.

## 2. BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Teoria bezpieczeństwa jest dziedziną wiedzy, która ma związki z różnymi dyscyplinami naukowymi: teorią systemów, cybernetyką, teorią niezawodności, diagnostyką, socjologią, itp. Szczególne więzy łączą ją z teorią niezawodności.

To właśnie zawodność urządzeń oraz błędy w działaniu operatorów prowadzą do zagrożenia bezpieczeństwa. Teoria niezawodności zajmuje się analizą wszelkich uszkodzeń urządzeń i błędów popełnianych przez operatorów.

Obszarem zainteresowań teorii bezpieczeństwa są skutki tych uszkodzeń i błędów, które prowadzą do zagrożenia bezpieczeństwa oraz wysiłki podejmowane przez ludzi w celu uniknięcia wypadku. Istotną jest tu umiejętność określenia, który ze stanów systemu można uznać za dopuszczalny lub niedopuszczalny z punktu widzenia bezpieczeństwa.

Wystąpienie sytuacji niebezpiecznej jest zwykle poprzedzone przejściem systemu do stanu zagrożenia bezpieczeństwa. W tym stanie zachodzą zdarzenia typu uszkodzenie lub błąd operatora, które – jeśli nie nastąpi odpowiednie przeciwdziałanie – doprowadzają do wystąpienia sytuacji niebezpiecznej. Zdarzenie takie może wystąpić także w otoczeniu systemu.

Czas mierzony od momentu zajścia zdarzenia powodującego zagrożenie bezpieczeństwa do momentu wystąpienia sytuacji niebezpiecznej jest nazywany żywotnością systemu. W tym czasie można jeszcze wykonać działania zapobiegawcze, które pozwolą uniknąć wystąpienia sytuacji niebezpiecznej.

W przypadku systemu typu „pojazd trakcyjny – człowiek” zdarzeniem powodującym zagrożenie bezpieczeństwa może być istotne uszkodzenie taboru lub błąd maszynisty. Zdarzeniem zewnętrznym, występującym w otoczeniu systemu, może być usterka urządzeń srk. Żywotnością systemu będzie tu np. czas od momentu dostrzeżenia przez maszynistę wystąpienia zdarzenia do momentu zderzenia lub wykolejenia [3].

### 2.1. Stany systemu ze względu na bezpieczeństwo

System może się znajdować w stanie:

1. Pełnego bezpieczeństwa.
2. Poczucia zagrożenia bezpieczeństwa.
3. Zagrożenia bezpieczeństwa.
4. Niebezpieczeństwa (zawodności bezpieczeństwa).

Stan bezpieczeństwa jest stanem podstawowym systemu.

Stan zagrożenia – odwracalnym stanem przejściowym, gdy istnieje możliwość przeciwdziałania zagrożeniu.

Przejście systemu do stanu niebezpieczeństwa oznacza wystąpienie sytuacji niebezpiecznej – zniszczenie urządzeń, zanieczyszczenie środowiska, kalectwo lub śmierć ludzi. Jeśli nie ma możliwości przeciwdziałania – stan zagrożenia jest stanem nieodwracalnym.

Stan poczucia zagrożenia bezpieczeństwa jest związany z odczuciami człowieka i może mieć charakter rzeczywisty lub urojony. [3].

### 2.2. Sposoby zwiększania bezpieczeństwa systemów sterowania

Nie istnieją w pełni bezpieczne systemy sterowania, tzn. takie, które w każdych warunkach potrafią zagwarantować bezpieczną realizację zadania transportowego. Należy jednak dążyć do takiego stanu poprzez [3]:

- stosowanie rozwiązań o wysokiej niezawodności (w szczególności zapobiegających powstawaniu uszkodzeń prowadzących do niezdatności krytycznych),
- stosowanie rozwiązań umożliwiających szybkie wykrywanie zagrożeń (porażeń),
- wprowadzanie metod sterowania pozwalających przeciwdziałać powstającym zagrożeniom,
- przygotowanie i stosowanie procedur łagodzących skutki wystąpienia stanu niebezpieczeństwa oraz np. przeprowadzenie sterowanego obiektu do stanu bezpiecznego przzerwania funkcjonowania.

Zwiększanie bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem kolejowym można osiągnąć poprzez poprawę ich niezawodności.

Wzrost niezawodności systemu można uzyskać:

- a) podnosząc niezawodność elementów składowych,
- b) stosując strukturę nadmiarową.

Pierwsze rozwiązanie ma na celu zapobieganie uszkodzeniom i jest zwykle drogie zarówno w produkcji, jak i eksploatacji.

W drugim przypadku zastosowanie podwójnej lub potrójnej nadmiarowości prowadzi co prawda do rozbudowy systemu sterowania, ale umożliwia tolerowanie występujących uszkodzeń. Nadmiarowość może dotyczyć zarówno podzespołów urządzenia, modułów systemu, jak też np. komputerów sterujących procesami. Podobne rozwiązania stosowane są w przypadku oprogramowania.

W przekaźnikowych urządzeniach srk, od których jest wymagany wysoki poziom bezpieczeństwa systemu, osiąga się stosując:

1. „Bezpieczne” przekaźniki z niesymetrycznym charakterem uszkodzeń, tzn. prawdopodobieństwo wystąpienia jednego z uszkodzeń jest mniejsze, co umożliwia odpowiednie definiowanie stanów uznanych za bezpieczne.
2. Dużą nadmiarowość systemów zależnościowych, czyli układów sterujących i kontrolnych bezpośrednio odpowiedzialnych za bezpieczny przejazd pociągu.
3. Dodatkowe funkcje kontrolne obwodów wejściowych i wyjściowych (także kontrolę stanu urządzeń zewnętrznych).
4. Potwierdzenie i rejestrację realizowanych funkcji.
5. Specjalne standardy transmisji sygnałów.

Pojedyncze uszkodzenie powoduje przejście systemu do kontrolowanego stanu tzw. uszkodzenia bezpiecznego, a następnie do stanu pracy awaryjnej. Systemy takie są konstruowane przy założeniu, że następuje kontrolowanie i wykrywanie wszystkich możliwych pojedynczych uszkodzeń. W większości systemów możliwa jest również detekcja (wykrywanie) uszkodzeń wielokrotnych [3].

### 2.3. Wymagania bezpieczeństwa dla przekaźnikowych systemów srk wg karty UIC

Dla systemów przekaźnikowych w wyniku długoletnich doświadczeń eksploatacyjnych przyjmuje się następujące wymagania bezpieczeństwa [7, 10]:

1. Pojedyncze uszkodzenie nie może powodować zagrożenia dla ruchu kolejowego.
2. Zakłada się, że podczas występowania pierwszego uszkodzenia nie pojawi się drugie niezależne uszkodzenie, jeśli to pierwsze ujawnia się.
3. Jeżeli pierwsze uszkodzenie nie ujawnia się, zakłada się, że nie pojawi się drugie niezależne uszkodzenie w czasie występowania pierwszego aż do jego usunięcia po wykryciu przez kontrolę okresową. Okresowe kontrole wprowadza się, jeśli uzyskanie reakcji bezpiecznej nie jest możliwe.
4. Jeżeli pojedyncze uszkodzenie nie ujawnia się i nie wprowadzono okresowej kontroli, należy rozpatrywać możliwość pojawienia się drugiego uszkodzenia w tym samym urządzeniu (elementie) zanim pierwsze uszkodzenie zostanie ujawnione

i usunięte.

- Wystąpienie drugiego niezależnego uszkodzenia łącznie z pierwszym nie może powodować zagrożenia dla ruchu kolejowego.

## 2.4. Wymagania bezpieczeństwa dla elektronicznych systemów srk

Systemom elektronicznym stawia się następujące wymagania bezpieczeństwa [7]:

- Uszkodzenie pojedyncze nie może powodować zagrożenia ruchu kolejowego.
- Uszkodzenia pojedyncze powinny ujawniać się natychmiast. Jest pożądane, aby uszkodzenie powodowało automatyczną sygnalizację optyczną i/lub akustyczną.
- Jeśli uszkodzenia pojedyncze nie ujawniają się natychmiast, należy wprowadzić metody kontroli (cykliczne), które skrócą do minimum czas ujawniania uszkodzeń.
- Zastosowane metody kontroli powinny zapewnić wykrycie uszkodzenia pojedynczego i przyjęcie stanu bezpiecznego w ciągu zakładanego bezpiecznego czasu ujawniania uszkodzeń.
- Gdy dla pojedynczego elementu jest niemożliwe wykrycie w dopuszczalnym czasie ujawniania uszkodzeń powstałego uszkodzenia, to należy się liczyć z przypadkowy wystawieniem uszkodzenia drugiego elementu. Uszkodzenia wtórne i systematyczne uszkodzenia wielokrotne można rozpatrywać jako uszkodzenia pojedyncze.
- Uszkodzenia dwóch elementów występujące jednocześnie nie mogą powodować zagrożenia dla ruchu kolejowego.
- Jednoczesne wystąpienie dwóch niezależnych uszkodzeń powinno być wykryte w przeciągu dopuszczalnego czasu ujawniania uszkodzeń.
- Gdy dla dwóch elementów jest niemożliwe lub niecelowe wykrycie w dopuszczalnym czasie ujawniania ich uszkodzeń, to należy się liczyć z przypadkowym wystąpieniem uszkodzenia trzeciego elementu.
- Uszkodzenia trzech elementów występujące jednocześnie nie mogą powodować zagrożenia dla ruchu kolejowego.

Ze względu na wymagane bezpieczeństwo konfiguracje przewidują zwykle zastosowanie, co najmniej dwóch komputerów pracujących w odpowiednio powiązanej strukturze umożliwiającej porównywanie wyników przetwarzania, wzajemne testowanie, itd.

## 2.5. Poziomy bezpieczeństwa systemów srk wg TC – IRSE

Zgodnie z zaleceniami Komitetu Technicznego Inżynierów Sygnalizacji Kolejowej TC – IRSE (*Technical Committee of Institution of Railway Signalling Engineers*) wyróżniamy pięć poziomów bezpieczeństwa. Poziom 4 jest najwyższym poziomem bezpieczeństwa, natomiast dla poziomu 0 nie ma żadnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa.

**Tab. 1. Poziom bezpieczeństwa systemów srk wg TC – IRSE [6]**

Poziom bezpieczeństwa	Opis poziomu bezpieczeństwa	Charakterystyka systemu	Skutki potencjalnych uszkodzeń i błędów
4	Bardzo wysoki	Zabezpieczanie ruchu kolejowego	Utrata zdrowia ludzkiego
3	Wysoki	Kontrola ciągłości składu pociągu	Obrażenia lub choroby podróżnych
2	Średni	Kierowanie ruchem kolejowym	Skażenie środowiska
1	Niski	Informowanie podróżnych	Utrata lub uszkodz, niektórych własności systemu
0	Nie związane z bezpieczeństwem	Zarządzanie kolejami	Brak skutków

Poziom bezpieczeństwa danego systemu srk zależy od przeznaczenia tego systemu.

## 2.6. Poziomy bezpieczeństwa systemów i urządzeń srk wg zaleceń CENELEC

W tabeli 2 zestawiono wybrane systemy srk o różnych przeznaczeniach i zadaniach w procesie sterowania ruchem kolejowym z przyporządkowanym im poziomem bezpieczeństwa, wg zaleceń Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki CENELEC (*fr. Comité Européen de Normalisation Electrotechnique*).

**Tab. 2. Poziom bezpieczeństwa systemów srk wg zaleceń CENELEC [7]**

Lp.	Nazwa systemu	Poziom bezpieczeństwa
1	Urządzenie ustawcze na posterunku ruchu	4
2	Urządzenia nastawcze na rejonach, w których odbywa się wyłącznie ruch manewrowy	2
3	Blokada liniowa	4
4	Urządzenia kontroli prowadzenia pociągu	4
5	Układy kontroli niezajętości torów i rozjazdów	4
6	Samoczynna sygnalizacja przejazdowa	4
7	Urządzenia zdalnego sterowania z zależnościami na poziomie posterunku	2
8	Urządzenia zdalnego sterowania z zależnościami na poziomie nastawni zdalnego sterowania	4
9	Urządzenia automatycznego rozrządzenia składu pociągu	2
10	Urządzenie kontroli całości pociągu	3
11	Urządzenie do kierowania ruchem	2
12	Urządzenie diagnostyczne	2

## PODSUMOWANIE

W artykule scharakteryzowano komputerowe i hybrydowe systemy nastawcze wdrażane w kolejnictwie polskim. Zainstalowane na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. nastawnice komputerowe są ciągle nową, stopniowo wdrażaną techniką, w której istotnie różni się sposób osiągania bezpieczeństwa od sposobu wykorzystywanego w urządzeniach przekątnikowych i mechanicznych. System srk działa bezpiecznie wtedy, jeżeli wszystkie jego komponenty, jak również cały system, spełniają następujące warunki:

- Pojedyncze uszkodzenie jest wykrywane natychmiast lub w czasie krótszym niż średni czas między dwoma kolejnymi uszkodzeniami,
- Wykrycie uszkodzenia powoduje przejście systemu do stanu przyjętego jako bezpieczny,
- Prawdopodobieństwo powstania dwóch uszkodzeń jest potencjalnie małe.

Komputerowe systemy sterowania ruchem mają duże znaczenie w rozwoju linii kolejowych w Polsce. Stosowanie nowoczesnych systemów komputerowych znacząco usprawnia pracę dyżurnych ruchu, eliminuje możliwość popełnienia potencjalnego błędu poprzez automatyzację wielu czynności wykonawczych dotychczas przez człowieka, a także wspomaga proces decyzyjny.

Coraz szersze stosowanie komputerowych systemów nie tylko w warstwie podstawowej sterowania ruchem kolejowym, ale także w systemach podlegających intensywnej centralizacji, będzie powodować zacieranie się granic między systemami sterowania i systemami kierowania ruchem kolejowym.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, nr umowy PBS3/A6/29/2015.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dąbrowa-Bajon M., Apuniewicz S., Sobolewski J.: *Automatyzacja sterowania ruchem kolejowym, tom I „Elementy i układy” / tom II „Urządzenia i systemy”*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1983/1985.
2. Dyduch J., Kornaszewski M.: *Systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2003.
3. Dyduch J., Moczarski J.: *Podstawy eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2008.
4. Frąk K.: *Sterowanie ruchem kolejowym w Polsce – stan i kierunki modernizacji*, Rynek Kolejowy nr 1., 2004.
5. Nemeč J., Wopiński A.: *Elektryczne urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego*, WKiŁ, Warszawa 1974.
6. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala Biuro Automatyki i Telekomunikacji.
7. Toruń A., Pawlik M.: *Informatyczne systemy bezpieczne kierowanie i sterowanie ruchem kolejowym*, Problemy Kolejnictwa, 2001, nr 133.
8. Chrzan M., Kornaszewski M., Łukasik Z.: *Nowoczesne systemy telematyczne na polskich kolejach – Perspektywy oraz dzień dzisiejszy*. DROGI lądowe, powietrzne, wodne, Nr 11/2008. Wydawnictwo MEDIA-PRO, Będzin 2008.
9. Mielnik R., Puchała M., Surma S.: *Stacyjny, komputerowo-przełącznikowy system sterowania ruchem kolejowym typu OSA-H w ocenie jego bezpośrednich użytkowników*. Telekomunikacja i sterowanie ruchem, Nr 1/2004. Wydawnictwo EMI-PRESS, Łódź 2004.
10. Lewiński A.: *Obecne i przyszłościowe systemy sterowania ruchem kolejowym*. Technika transportu szynowego tts, Nr 2-3/2013.

## CHOSEN RAILWAY TRAFFIC CONTROL SYSTEM INTRODUCING IN POLISH RAILWAY LINES

### *Abstract*

*The paper presents modern railway traffic control systems realized using computer and hybrid (computer-relays) technologies. The analysis for chosen railway traffic control system destined for Polish Railway Lines has been carried out. Until now in Poland, very few modern railway traffic control systems has been used to control. The paper puts particular emphasis on the safety of railway traffic control systems.*

Autorzy:

dr hab. inż. **Mieczysław Kornaszewski** prof. nadzw. UTH Rad. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu Instytut Automatyki i Telematyki Zakład Systemów Sterowania w Transporcie e-mail: m.kornaszewski@uthrad.pl  
mgr inż. **Mariusz Sierociński** – doktorant, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu e-mail: m.sierocinski@uthrad.pl