

## KATALOG RODZAJÓW ELEMENTÓW I UKŁADÓW STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM<sup>1</sup>

---

### Andrzej Kochan

dr inż., Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.: +48 22 234 7882, e-mail: andrzej.kochan@pw.edu.pl

### Paweł Wontorski

dr inż., Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, Rail-Mil Computers, ul. Kosmatki 82, 03-982 Warszawa, tel.: +48 517 141 987, e-mail: pawel.wontorski.dokt@pw.edu.pl

---

### Emilia Koper

mgr inż., Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel.: +48 22 234 7882, e-mail: emilia.koper@pw.edu.pl

---

**Streszczenie.** *W artykule przedstawiono propozycję katalogu rodzajów elementów i układów, z których budowane są systemy sterowania ruchem kolejowym. Potrzeba opracowania aktualnego katalogu wynika z wielu dyskusji prowadzonych w kontekście procedur certyfikacji typu dla urządzeń srk, gdzie niedokładne definicje lub ich brak powodują niejednoznaczność w interpretacji wymagań dla poszczególnych rodzajów urządzeń. Impulsem dla prac nad przedmiotowym katalogiem jest również rozwój systemów srk zwłaszcza w kierunku urządzeń pokładowych jak również w zakresie automatyzacji prowadzenia pociągu. Autorzy w artykule przedstawiają listę elementów i układów oraz ich definicje. Katalog jest uzupełniony opisem sposobów kategoryzacji, które mogą być pomocne przy poszukiwaniu cech wspólnych rozwiązań.*

**Słowa kluczowe:** *system srk, elementy i układy srk, kategoryzacja rozwiązań srk*

### 1. Wprowadzenie

W Polsce urządzenia sterowania ruchem kolejowym mogą być zastosowane po uzyskaniu świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu urządzenia kolejowego przeznaczonego do prowadzenia ruchu kolejowego [11,12,13]. W celu uzyskania świadectwa urządzenie powinno przejść m.in. badania, dla których wymagania są określone w [13]. Z oczywistych przyczyn wymagania te są zdefiniowane dla określonych rodzajów rozwiązań. Aktualna lista rodzajów urządzeń, gdzie niedokładne definicje lub ich brak powodują niejednoznaczność w interpretacji wymagań dla poszczególnych rodzajów urządzeń, przedstawiona w [12,13] wymaga dopracowania. Ta sytuacja stworzyła potrzebę przeprowadzenia analiz, których wynikiem jest przedmiotowy katalog. Impulsem dla tych prac był również rozwój systemów srk zwłaszcza w kierunku urządzeń pokładowych jak również w zakresie automatyzacji prowadzenia pociągu i pojawianie się nowych typów rozwiązań.

---

<sup>1</sup> Wkład procentowy poszczególnych autorów: Kochan A.: 50%, Wontorski P.: 40%, Koper E.: 10%

## 2. Organizacja katalogu

Katalog rodzajów elementów i układów sterowania ruchem kolejowym składa się z następujących części:

- preambuły,
- listy elementów,
- listy definicji elementów,
- listy układów,
- listy definicji układów,
- listy i krótkiej charakterystyki różnych sposobów kategoryzacji elementów i układów.

Autorzy katalogu przyjmują założenie, że system srk składa się z elementów srk, czyli podstawowych urządzeń srk realizujących elementarne funkcje w tym systemie. Elementy mogą tworzyć struktury bardziej złożone, w ramach których współpracują ze sobą, określane jako układy srk, a więc:

- **element srk** – to urządzenie, moduł oprogramowania lub podsystem srk realizujący elementarne funkcje sterowania ruchem kolejowym [1,2,3] lub elementarne funkcje wspomagające sterowanie ruchem kolejowym,
- **układ srk** – to zespół elementów srk uzupełnionych opcjonalnie o elementy specjalizowane tworzących strukturę, w ramach której współpracując ze sobą realizują złożone funkcje sterowania ruchem kolejowym.

## 3. Katalog

### 3.1. *Preambuła*

Zjawiska opisane we wprowadzeniu dały impuls do powstania niniejszego katalogu, który jest próbą uporządkowania zbioru i definicji rodzajów elementów i układów srk lub też, inaczej mówiąc, urządzeń i systemów srk, choć to mniej dokładne określenie. Bazą dla wykonanego przeglądu są pozycje [1-11,13]. Ważnym założeniem dla formułowania definicji pozycji katalogu było potraktowanie techniki realizacji jako kwestii drugorzędnej względem funkcji, pełnionych przez poszczególne elementy i układy. Oczywiście jest ona nieodłącznym elementem praktycznych zastosowań, jednak cel, jaki realizuje katalog skupia się na funkcjonalności ujętej w zakresie tak oszczędnym na jaki pozwala definicja. Miejsce na dokładny opis konkretnych rozwiązań znajdzie się na pewno w dokumentacjach techniczno-ruchowych czy też obszerniejszych monografiach albo publikacjach bardziej specjalizowanych. Należy wspomnieć również o tym, że bazą dla identyfikacji pozycji katalogu były systemy oparte o technikę komputerową i może mieć to swoje odzwierciedlenie w powstałych zapisach. Zakłada się, że katalog będzie podlegał rewizjom i identyfikowane niedoskonałości z czasem zostaną wyeliminowane.

### 3.2. *Elementy*

Zbiór rodzajów **elementów srk** zawiera:

- sygnalizator kolejowy,
- urządzenie do przestawiania i kontroli położenia ruchomej części rozjazdu,
- urządzenie kontroli niezajętości elementu układu torowego,
- urządzenie detekcji stanów awaryjnych taboru,
- sterownik obiektowy,
- moduł zależnościowy,
- pulpit nastawczy,
- pulpit diagnostyczny,
- rejestrator / urządzenie archiwizujące dane,
- system komunikacji głosowej,
- system transmisji danych,
- system zasilania,
- moduł wyznaczający zezwolenie na jazdę
- transponder torowy,
- antena transpondera,
- odometr,
- prędkościomierz,
- czasomierz,
- urządzenie wyznaczania profilu prędkości,
- urządzenie organizujące współpracę innych podzespołów,
- czuwak aktywny,
- urządzenie rejestrujące obraz wideo i/lub dźwięk.

Definicje rodzajów elementów srk są następujące [1,2,3,6,11,13]:

- sygnalizator kolejowy – urządzenie srk służące do przekazywania zmieniających się w czasie informacji, przeznaczonych dla uczestników procesu ruchowego (transportowego), a określających możliwości, warunki i sposób wykonywania ruchu,
- urządzenie do przestawiania i kontroli położenia ruchomej części rozjazdu – urządzenie srk, które umożliwia przestawianie ruchomych elementów rozjazdu (iglic, a czasem także dziobu krzyżownicy), ich zamknięcie w położeniu krańcowym oraz kontrolę tego położenia.
- urządzenie kontroli niezajętości elementu układu torowego – urządzenie srk stwierdzające niezajętość określonego fragmentu układu torowego (np. odcinka torowego lub zwrotnicowego),
- urządzenie detekcji stanów awaryjnych taboru – urządzenie srk, które służy do wykrywania uszkodzeń elementów biegowych taboru podczas jazdy,
- sterownik obiektowy – urządzenie srk sterujące i kontrolujące pracę innego urządzenia srk (np. sygnalizatora) będącego obiektem sterowanym z wykorzystaniem odpowiedniego interfejsu na podstawie poleceń z systemu nadzrędnego (np. nastawnicy),

- moduł zależnościowy – urządzenie srk realizujące funkcje kontroli zależności, fundamentalne dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego w zakresie uzależnienia wykonania poleceń nastawczych od spełniania warunków ich realizacji,
- pulpit nastawczy – urządzenie srk realizujące funkcje zobrazowania sytuacji ruchowej i stanu urządzeń srk oraz funkcje wprowadzania poleceń, w szczególności poleceń nastawczych,
- pulpit diagnostyczny – urządzenie srk realizujące funkcje zobrazowania stanu technicznego urządzeń srk oraz funkcje wprowadzania poleceń wykonania testów diagnostycznych na żądanie,
- rejestrator / urządzenie archiwizujące dane – urządzenie srk służące do zbierania i archiwizacji danych w formie umożliwiającej ich późniejsze przeglądanie,
- system komunikacji głosowej – system srk realizujący funkcję bezpośredniej konwersacji głosowej, w szczególności umożliwiający przekazywanie poleceń i składanie meldunków dotyczących prowadzenia ruchu w sposób bezpieczny,
- system transmisji danych – system srk realizujący funkcję przekazywania danych między dwoma lub wieloma urządzeniami, w szczególności urządzeniami srk,
- system zasilania – system srk, którego zadaniem jest dostarczenie energii elektrycznej do innych urządzeń o określonym poziomie dostępności i niezawodności; w szczególności zapewniające zasilanie bezprzerwowe oraz redundancję źródeł zasilania,
- moduł wyznaczający zezwolenie na jazdę – urządzenie srk, wyznaczające długość odcinka układu torowego wraz z dodatkowymi informacjami, po którym pociąg może bezpiecznie się przemieszczać (np. radiowe centrum sterowania RBC),
- transponder torowy – urządzenie srk umożliwiające bezprzewodową transmisję danych w relacji tor – pojazd w stałej, ściśle określonej lokalizacji na układzie torowym,
- antena transpondera – urządzenie srk, umieszczone na pojeździe, umożliwiające komunikację bezprzewodową z transponderem przytorowym,
- odometr – urządzenie realizujące funkcję pomiaru odległości pokonanej przez pojazd z określoną dokładnością, inaczej nazywane również drogomierzem,
- prędkościomierz – urządzenie realizujące funkcję pomiaru aktualnej prędkości pojazdu z określoną dokładnością,
- czasomierz – urządzenie realizujące funkcję przekazywania informacji o aktualnym czasie bezwzględnym z określoną dokładnością oraz funkcję pomiaru czasu trwania określonych odcinków czasu (najczęściej wyznaczanych zdarzeniami),
- urządzenie wyznaczania profilu prędkości – urządzenie realizujące funkcję wyznaczania prędkości pojazdu na podstawie zezwolenia na jazdę i informa-

- cji z nim związanych w szczególności statycznego profilu prędkości i rozkładu jazdy,
- urządzenie organizujące współpracę innych podzespołów – urządzenie realizujące funkcję synchronizacji pracy zespołu urządzeń w systemach zrealizowanych w technice komputerowej,
  - czuwak aktywny – urządzenie umieszczone w kabinie pojazdu realizujące funkcję okresowej kontroli czujności maszynisty (np. co 60 sekund),
  - urządzenie rejestrujące obraz wideo i/lub dźwięk - urządzenie realizujące funkcję rejestracji obrazu wideo i/lub dźwięku o określonych parametrach.

### 3.3. Układy

Zbiór rodzajów elementów uzupełnia zbiór rodzajów układów srk, do których należą:

- urządzenia stacyjne,
- blokada liniowa,
- system zabezpieczenia skrzyżowań kolejowo-drogowych,
- system zdalnego sterowania,
- system łączności służący do prowadzenia ruchu,
- system oddziaływania tor-pojazd,
- system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu,
- system automatycznego prowadzenia pociągu,
- system hamowania obszarowego,
- system telewizji użytkowej.

Definicje rodzajów układów srk są następujące [1,2,3,6,11,13]:

- urządzenia stacyjne – układ srk, realizujący funkcje sterowania ruchem kolejowym na obszarze posterunku ruchu; w skład urządzeń stacyjnych mogą wchodzić różne urządzenia srk w zależności od zasad organizacji ruchu,
- blokada liniowa – układ srk, realizujący funkcje sterowania ruchem kolejowym na obszarze szlaku pomiędzy posterunkami ruchu, w skład urządzeń liniowych mogą wchodzić różne urządzenia srk w zależności od zasad organizacji ruchu, najczęściej są to:
  - o sygnalizatory,
  - o urządzenia kontroli niezajętości,
  - o moduł zależnościowy.
- system zabezpieczenia skrzyżowań kolejowo-drogowych – układ srk realizujący funkcję zabezpieczenia przejazdu pociągu z drogą kołową, w skład układu mogą wchodzić różne elementy srk oraz urządzenia dodatkowe, konfiguracja zależy od kategorii przejazdu oraz od organizacji ruchu na przejeździe, najbardziej rozbudowana konfiguracja układu składa się z:
  - o urządzeń kontroli niezajętości,
  - o sygnalizatorów drogowych,
  - o gongu,

- o rogatek z napędami,
  - o modułu zależnościowego,
  - o sygnalizatorów kolejowych,
  - o systemu telewizji użytkowej,
  - o pulpitu nastawczego,
  - o pulpitu diagnostycznego.
- system zdalnego sterowania – układ srk pełniący funkcję pulpitu nastawczego dla jednego lub wielu okręgów nastawczych, umożliwiającą sterowanie ruchem kolejowym bez potrzeby bezpośredniego wglądu operatora (dyżurnego ruchu) do sytuacji ruchowej na kontrolowanym obszarze,
  - system łączności służący do prowadzenia ruchu – układ srk składający się z systemu komunikacji głosowej, realizujący w sposób bezpieczny funkcję środka przekazu poleceń i odbierania meldunków związanych z prowadzeniem ruchu,
  - system oddziaływania tor-pojazd – układ srk realizujący funkcję przekazywania informacji między urządzeniami przytorowymi a urządzeniami pokładowymi,
  - system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu – układ srk realizujący w sposób bezpieczny funkcję kontroli warunków (np. czujność maszynisty, dopuszczalna prędkość) jazdy pociągu,
  - system automatycznego prowadzenia pociągu – system realizujący funkcję automatycznego sterowania jazdą pociągu zgodnie z informacjami odbieranymi z infrastruktury, pozostawiający maszyniście obsługę urządzeń niezwiązanych bezpośrednio ze sterowaniem prędkością pojazdu (np. zamykanie drzwi) lub zastępujący go całkowicie,
  - system hamowania obszarowego – układ srk realizujący funkcję bezwarunkowego wstrzymania ruchu kolejowego w określonym obszarze sieci kolejowej w sytuacji zagrożenia,
  - system telewizji użytkowej – układ srk realizujący funkcję zdalnego wglądu w sytuację ruchową na określonym obszarze oraz rejestrację i archiwizację tego wglądu.

### 3.4. Kategorie

#### 3.4.1. Zbiór kategoryzacji

Dla elementów i układów srk można zastosować różne kategoryzacje. Zbiór kategoryzacji jest następujący:

- ze względu na technikę wykonania: mechaniczne, elektromechaniczne, elektryczne, komputerowe,
- ze względu na miejsce realizacji funkcji: liniowe, stacyjne, przejazdowe, pokładowe,
- według Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI): przytorowe, pokładowe,

- ze względu na stopień odporności na oddziaływanie czynników środowiskowych: zewnętrzne, wewnętrzne,
- ze względu na miejsce w pętli sterowania: sterownik, efektor (wykonawcze, warstwy podstawowej), detektor (wykonawcze, warstwy podstawowej), stacja operatorska,
- ze względu na poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL): 1, 2, 3, 4.
- ze względu na model hierarchiczny (warstwowy): zarządzanie, kierowanie, sterowanie, zabezpieczenie

#### 3.4.2. Podział ze względu na technikę wykonania

Systemy sterowania ruchem kolejowym można podzielić według kryterium techniki wykonania [1] na:

- **mechaniczne** – realizujące zależności oraz nastawianie urządzeń zewnętrznych w sposób mechaniczny; urządzenia mechaniczne dzielą się na ręczne (kluczowe) i scentralizowane (pędniowe),
- **elektromechaniczne** – realizujące zależności w sposób mechaniczny i elektryczny, a nastawianie urządzeń zewnętrznych w sposób elektryczny; głównymi elementami zależnościami są przekaźniki i suwaki (stąd nazwa, która przyjęła się w praktyce: urządzenia suwakowe),
- **elektryczne** – realizujące zależności oraz nastawianie urządzeń zewnętrznych w sposób elektryczny,
- **komputerowe** – realizujące funkcje zależnościowe, sterowników obiektowych, przesyłania poleceń i meldunków pulpitu nastawczego w technice komputerowej.

#### 3.4.3. Podział ze względu na miejsce realizacji funkcji

Systemy sterowania ruchem kolejowym można podzielić według kryterium miejsca realizacji funkcji sterowania na [1]:

- **stacyjne** – realizujące funkcje sterowania ruchem kolejowym na posterunku ruchu: w stacyjnych okręgach sterowania i okręgach nastawczych; przykładami urządzeń stacyjnych są urządzenia zależnościowe lub urządzenia miejscowego sterowania,
- **liniowe** – realizujące funkcje sterowania ruchem kolejowym na szlaku między posterunkami zapowiadawczymi i odstępowymi; do tej grupy zalicza się także urządzenia bezpiecznej kontroli jazdy pociągu (bkjp) przekazujące informacje w relacji tor – pojazd oraz urządzenia na przejazdach kolejowo-drogowych; przykładami urządzeń liniowych są blokady liniowe.

Podział na urządzenia stacyjne i liniowe, chociaż na ogół zrozumiały i czytelny nie jest wystarczająco precyzyjny w przypadku niektórych urządzeń i systemów, które mogą być instalowane zarówno na posterunku jak i na szlaku. Dotyczy to m.in. urządzeń na przejazdach kolejowo-drogowych, które mogą być zainstalowane zarówno na szlaku jak i na posterunku (czasami **urządzenia zabezpieczenia skrzyżowań kolejowo-drogowych** wyróżniane są jako odrębna grupa). Same określenia: stacyjny i liniowy nie są precyzyjne. Urządzenia stacyjne bowiem insta-

lowane są również na posterunkach, które nie są stacjami. Pod pojęciem urządzeń liniowych z kolei rozumie się urządzenia, które należałoby właściwie określać dosłownie mianem szlakowych.

Ze względu na rozwój systemów bkpj i przenoszeniu funkcji sterowania na pojazd, coraz częściej wyróżnia się, jako odrębną grupę, **urządzenia pokładowe**, w odróżnieniu od **urządzeń przytorowych**, zlokalizowane poza pojazdem. Urządzenia pokładowe realizują funkcje ostrzegania maszynisty oraz sterowania pojazdem w sposób częściowo lub całkowicie automatyczny, komunikując się z urządzeniami przytorowymi za pomocą transmisji bezprzewodowej.

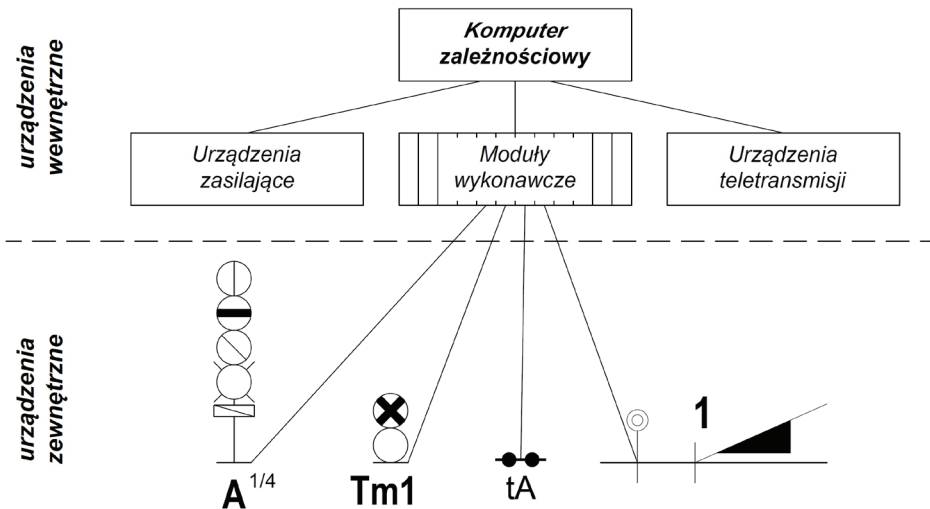
#### 3.4.4. Podział według Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI)

Podział na urządzenia przytorowe i pokładowe będzie miał coraz większe znaczenie w technice srk, także ze względu na ujęcie go w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności TSI (ang. *Technical Specifications for Interoperability*). Podsystem Sterowanie CCS (ang. *Control command and signalling*), zgodnie z Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności TSI CCS, dzieli się odpowiednio na [15]:

- część przytorową CCT (ang. *track-side*),
- część pokładową CCO (ang. *on-board*).

#### 3.4.5. Podział ze względu na stopień odporności na czynniki środowiskowe

Ze względu na stopień odporności na oddziaływanie czynników środowiskowych [3], [16], a jednocześnie lokalizację, urządzenia srk można podzielić na wewnętrzne i zewnętrzne. Rysunek 1 przedstawia podział komputerowych urządzeń srk na część wewnętrzną i zewnętrzną.



Rys. 1. Podział urządzeń srk na wewnętrzne i zewnętrzne

Zródło: Opracowanie własne



**Urządzenia wewnętrzne srk** to wszystkie urządzenia srk, które nie mogą być narażone na bezpośrednie oddziaływanie czynników środowiskowych i z tego powodu muszą być instalowane w pomieszczeniach przełączalni (komputerowni) i nastawicowni, a niekiedy również w innych budynkach, kontenerach lub szafach torowych, zapewniających w przybliżeniu stałe wartości parametrów środowiskowych, takich jak temperatura, wilgotność oraz ochrona przed promieniowaniem słonecznym i opadami. Urządzenia wewnętrzne zazwyczaj realizują funkcje sterowania i funkcje zależnościowe, oddziałując na elementy układu torowego i proces ruchowy poprzez urządzenia zewnętrzne, zainstalowane w torze.

**Urządzenia zewnętrzne srk** to wszystkie urządzenia srk, które mogą być narażone na bezpośrednie oddziaływanie czynników środowiskowych i z tego powodu mogą być instalowane w torze lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie, poza zamkniętymi pomieszczeniami lub szafami ze stałymi warunkami środowiskowymi. Urządzenia zewnętrzne zazwyczaj realizują funkcje wykonawcze (należą do grupy urządzeń wykonawczych), bezpośrednio oddziałując na elementy układu torowego i proces ruchowy oraz kontrolujące ten proces.

Różnica między urządzeniami zewnętrznymi i wewnętrznymi jest często umowna, ponieważ jej wyznaczenie według kryterium lokalizacji zależy od przyjętej struktury systemu na posterunku lub szlaku. W scentralizowanym modelu struktury systemu srk wszystkie urządzenia wewnętrzne zainstalowane są w pomieszczeniach przełączalni (komputerowni) i nastawicowni. Granica między urządzeniami wewnętrznymi i zewnętrznymi jest w tym przypadku jednoznaczna. W modelu rozproszonym niektóre urządzenia wewnętrzne (np. sterowniki obiektowe) mogą być wyniesione z przełączalni i zainstalowane bezpośrednio przy urządzeniach zewnętrznych bądź w grupach rozmieszczonych w szafach torowych.

#### 3.4.6. Podział ze względu na miejsce w pętli sterowania

Ze względu na miejsce w pętli sterowania [3], urządzenia srk możemy podzielić na:

- **sterowniki** (np. sterowniki zależnościowe) – sterujące innymi urządzeniami i procesami, poprzez przetwarzanie danych wejściowych na dane wyjściowe, według zapisanych w nich algorytmów zaimplementowanych w oprogramowaniu;
- **efektory** (np. sygnalizatory, napędy zwrotnicowe) – przekazują oddziaływania z urządzeń wewnętrznych na elementy układu torowego i proces ruchowy;
- **detektory** (np. czujniki koła) – kontrolują proces ruchowy i przekazują sygnały z infrastruktury kolejowej do urządzeń wewnętrznych;
- **stacje operatorskie** (np. komputery na stanowisku dyżurnego ruchu) – stanowiąc interfejs człowiek – maszyna umożliwiając wydawanie poleceń do systemu oraz zobrazowanie sytuacji ruchowej i odbieranie meldunków o stanie systemu.

#### 3.4.7. Podział ze względu na poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL

Urządzenia i systemy można podzielić ze względu na poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (ang. *Safety Integrity Level*). Poziomy SIL definiuje norma

PN-EN 50129:2007 [14], określając je na podstawie współczynnika THR (ang. *Tolerable Hazard Rate*).

Poniżej wartości THR dla poszczególnych poziomów SIL [14]:

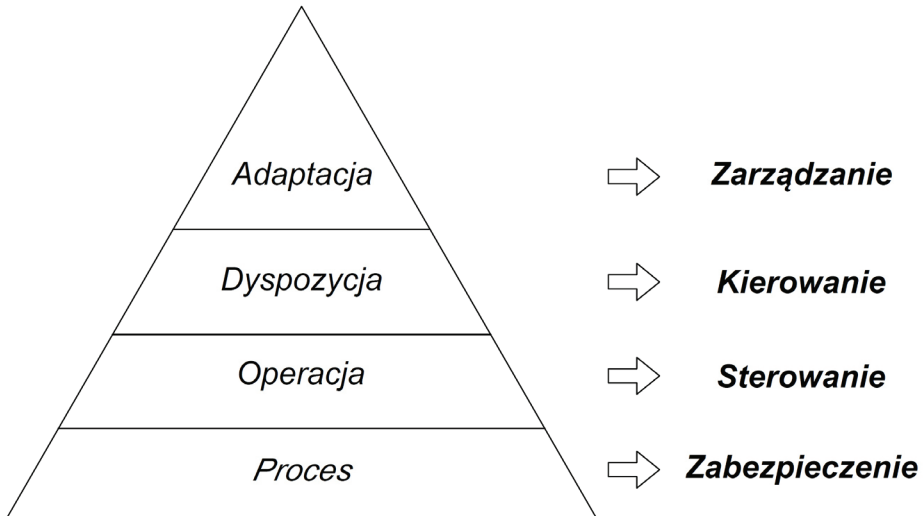
- SIL-4:  $10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$
- SIL-3:  $10^{-8} \leq \text{THR} < 10^{-7}$
- SIL-2:  $10^{-7} \leq \text{THR} < 10^{-6}$
- SIL-1:  $10^{-6} \leq \text{THR} < 10^{-5}$

Urządzenia srk realizujące funkcje związane z bezpieczeństwem (np. komputer zależnościowy) muszą być wykonane na poziomie SIL-4.

#### 3.4.8. Podział ze względu na miejsce w modelu hierarchicznym (warstwowym) struktury systemów ksrk

Struktury systemów kierowania i sterowania ruchem kolejowym mogą być przedstawiane w postaci modeli. Model stanowi odwzorowanie rzeczywistości w pewnym uproszczeniu, a więc nie uwzględnia wszystkich możliwych odmian urządzeń i systemów oraz aspektów techniczno-funkcjonalnych z nimi związanych. Niemniej struktura systemów ksrk może być najłatwiej opisana za pomocą modelu hierarchicznego [4].

Punktem wyjścia do konstrukcji modeli hierarchicznych są warstwy obejmujące działania różniące się od siebie zasięgiem i rodzajem oddziaływania na proces ruchowy (rys. 2). Kolejno są to (począwszy od najniższej) warstwy: procesu, operacji (regulacji), dyspozycji (optymalizacji) i planowania (adaptacji). W kierowaniu i sterowaniu ruchem kolejowym wyżej wymienione warstwy określa się odpowiednio jako: zabezpieczenia, sterowania, kierowania i zarządzania ruchem.



Rys. 2. Model warstwowy organizacji systemu ksrk  
Źródło: Opracowanie własne

Opis warstw przedstawiono poniżej:

- **warstwa zabezpieczenia** – obejmuje realizację funkcji zależnościowych i bezpośrednio sterowanie i zabezpieczenie ruchu kolejowego,
- **warstwa sterowania** – obejmuje sterowanie ruchem na stacji lub szlaku z zastosowaniem automatów (system srk) i obsługi operatorskiej,
- **warstwa kierowania** – obejmuje operatywne korygowanie rozkładu jazdy w wybranym obszarze przy uwzględnieniu występujących zakłóceń w ruchu,
- **warstwa zarządzania** – obejmuje nadzór nad ruchem w całej sieci i planowanie ruchu, z uwzględnieniem aktualnych i przyszłych potrzeb i możliwości ruchowych.

#### 4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono katalog rodzajów elementów i układów sterowania ruchem kolejowym. Katalog jest próbą uporządkowania listy nazw oraz określenia definicji poszczególnych pozycji. Lista może stanowić źródło danych dla rodzajów urządzeń i systemów, o których mowa w rozporządzeniu [12] i [13], a także może służyć jako materiał wyjściowy w dydaktyce. Utworzenie katalogu ma celu ułatwienie szczegółowej dyskusji na temat funkcjonalności i wymagań dla poszczególnych rozwiązań. Autorzy zakładają, że katalog będzie poddawany cyklicznym rewizjom, dzięki czemu jego zawartość będzie stale aktualizowana uwzględniając uwagi i potrzeby zainteresowanych stron.

#### Bibliografia

- [1] Bajon M., Podstawy sterowania ruchem kolejowym, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014.
- [2] Grochowski K., Józwick K., Karolak J., Wontorski P., Projektowanie systemów i urządzeń kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Elementy projektu budowlanego urządzeń stacyjnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (w przygotowaniu).
- [3] Wontorski P., Kochan A., Komputerowe systemy kierowania i sterowania ruchem kolejowym Część 1: Funkcje, elementy i układy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (w przygotowaniu).
- [4] Kochan A., System pokładowy w modelu warstwowym systemu kierowania i sterowania ruchem kolejowym, w: Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, vol. 107, nr 3, 2015, ss. 79-87.
- [5] Kochan A., Koper E., Wontorski P., Automatyczne prowadzenie pociągu – analiza wymagań, w: Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, vol. 121, pp. 161–170, 2018.

- [6] Ie-4 (WTB-E10). Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2017.
- [7] IEEE Std 1474.1 - IEEE Standard for Communication Based Train Control Performance Requirements and Functional Requirements.
- [8] PN-EN 62290-1 Zastosowania kolejowe – Systemy zarządzania i kontroli jazdy pojazdu dla nadzorowanego transportu miejskiego – Część 1: Zasady systemu i pojęcia podstawowe.
- [9] PN-EN 62290-2 Zastosowania kolejowe – Systemy zarządzania i kontroli jazdy pojazdu dla nadzorowanego transportu miejskiego – Część 2: Specyfikacja wymagań funkcjonalnych.
- [10] IRSE, International Technical Comitee, Muttram R., Kessell Report on topic 38, Understanding SIL, 2015.
- [11] Ustawa o transporcie kolejowym (Dz.U. 2003 nr 86 poz. 789 z późn. zm.).
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (Dz.U. 2014 poz. 720).
- [13] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei, z dnia 19 stycznia 2017 r.
- [14] PN-EN 50129:2007/AC:2010 Zastosowania kolejowe- Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem- Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem.
- [15] Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 z dnia 27 maja 2016 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie” systemu kolei w Unii Europejskiej (Dz. Urz. UE L 158 z 15 czerwca 2016 r., s. 1)
- [16] Wontorski P, Metoda automatyzacji projektowania infrastruktury komputerowego systemu sterowania ruchem kolejowym, rozprawa doktorska, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2019.