

*Dr inż. Lech Konopiński,
Mgr inż. Paweł Drózd
Politechnika Warszawska*

BADANIA SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM W PROCESIE ICH CERTYFIKACJI

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Zakres i warunki prowadzenia badań
3. Model systemu srk jako obiektu badań
4. Badanie zgodności z wymaganiami
5. Podsumowanie

STRESZCZENIE

W artykule opisano badania certyfikacyjne prowadzone przez jednostki upoważnione w celu uzyskania świadectw dopuszczenia do eksploatacji. Przedstawiono ogólny model systemu srk jako obiektu badań, klasyfikację rodzajów badań i ich uproszczone modele oraz zasygnalizowano problemy występujące przy ocenie zgodności z wymaganiami, wynikające z braku skodyfikowanych specyfikacji wymagań, a zwłaszcza wymagań związanych z bezpieczeństwem funkcjonalnym systemów.

1. WSTĘP

Systemy i urządzenia sterowania ruchem kolejowym wdrażane do eksploatacji na polskiej sieci kolejowej, muszą uzyskać świadectwa dopuszczenia do eksploatacji wydawane przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego. Warunki i procedury uzyskania świadectwa określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 30 kwietnia 2004 r. w sprawie świadectw dopuszczenia do eksploatacji typu budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typu pojazdu kolejowego. Obowiązują one zarówno dostawców krajowych, jak i firmy zagraniczne oferujące swoje produkty na polskim rynku kolejowym.

Jednym z podstawowych warunków uzyskania świadectwa, jest przedstawienie przez składającego wniosek wyników badań i opinii jednostki upoważnionej, potwierdzającej

zgodność produktu z obowiązującymi wymaganiami związanymi z bezpieczeństwem ruchu kolejowego.

W nowoczesnych systemach sterowania ruchem kolejowym powszechnie wykorzystuje się sprzęt komputerowy i jego oprogramowanie. Technika komputerowa umożliwia łatwiejszą realizację funkcji sterujących i diagnostycznych, zwiększa elastyczność w dostosowaniu do nowych wymagań i aplikacji. W technice srk w coraz większym stopniu stosuje się standardowe komputery przemysłowe i systemy operacyjne, co w znacznym stopniu obniża koszty projektowania, wytwarzania i eksploatacji. Pomimo to, systemy srk pozostają nadal systemami złożonymi technicznie zawierającymi komputerowe systemy sterujące z rozbudowaną warstwą transmisji, urządzenia elektryczne i mechaniczne, komputerowe stanowiska obsługi operatorskiej i utrzymania. Poszczególne komponenty systemów srk pracują przy tym w skrajnie zróżnicowanych warunkach środowiskowych.

Rosnąca złożoność struktur systemów srk z udziałem sprzętu, oprogramowania i ludzi powoduje nowe zagrożenia, wynikające z nieprzewidzianych interakcji pomiędzy elementami systemu.

Badania systemów srk i ich komponentów muszą być zatem przeprowadzone na podstawie modeli o dostatecznie wysokim poziomie abstrakcji, adekwatnie uwzględniającym złożoność i zróżnicowanie struktury obiektu badań.

2. ZAKRES I WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ

Celem badań urządzeń i systemów srk w procesie dopuszczania do eksploatacji jest ocena zgodności istotnych cech obiektu badań z wymaganiami. Konieczność przeprowadzania oceny zgodności wynika z Ustawy o transporcie kolejowym, która określa tryb i warunki dokonywania ocen, rolę jednostek certyfikujących, kontrolujących i laboratoriów oraz dokumenty zawierające specyfikacje wymagań – Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności. Ustawa określa również, w jakich fazach cyklu życia system powinien podlegać ocenie zgodności. Szczegółowy zakres badań koniecznych do uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 października 2005 roku w sprawie zakresu badań koniecznych do uzyskania świadectw dopuszczenia do eksploatacji typów budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typów pojazdów kolejowych (Dz.U. Nr 212 poz. 1771 z późn. zm.). Zakres ten obejmuje badania zgodności z wymaganiami i warunkami technicznymi określonymi w krajowych specyfikacjach technicznych oraz polskich i europejskich dokumentach normalizacyjnych, których wykaz zawiera Obwieszczenie Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia z dnia 8 sierpnia 2005 r.

Zakres badań koniecznych zawiera również szczegółowe wymagania dotyczące prowadzenia badań funkcjonalnych w warunkach nominalnych, przy oddziaływaniu uszkodzeń oraz w warunkach środowiskowych zgodnych z warunkami stosowania. Badania konieczne są ukierunkowane głównie na sprawdzenie bezpieczeństwa działania,

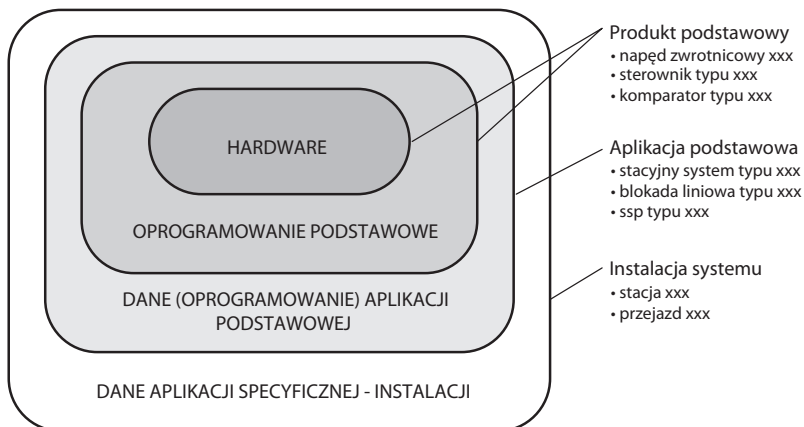
a weryfikacją ich wyników są testy funkcjonalności, niezawodności i bezpieczeństwa przeprowadzane z reguły w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych.

3. MODEL SYSTEMU SRK JAKO OBIEKTU BADAŃ

Współczesne komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym są projektowane z reguły jako systemy konfigurowalne, czyli konfigurowane przez dane aplikacji. System jest określany jako konfigurowalny, jeśli ten sam sprzęt komputerowy i jego oprogramowanie podstawowe, stanowiące platformę sprzętowo-programową systemu, mogą być stosowane do budowy różnych funkcjonalnie systemów i ich instalacji. W systemach konfigurowalnych można wyróżnić dwa rodzaje danych determinujących ich funkcjonalność:

- dane aplikacji podstawowej,
- dane aplikacji specyficznej.

Dane aplikacji podstawowej, nazywane często „regułami logiki” lub „zasadami sygnalizacji”, zawierają wymagania funkcjonalne (w tym wymagania związane z bezpieczeństwem), które muszą spełniać systemy srk określonej klasy (w rodzaju systemy stacyjne, liniowe, ssp itp.). Dane aplikacji specyficznej (instalacji systemu na określonym obiekcie) są generowane na podstawie projektu instalacji, uwzględniającego m.in. topografię, warunki ruchowe i otoczenie systemowe. Ogólny model systemu srk jako obiektu badań certyfikacyjnych przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Model systemu sterowania ruchem kolejowym

Produktem podstawowym jest element systemu srk, który powinien spełniać określone wymagania, szczególnie wymagania związane z bezpieczeństwem, niezależnie od jego zastosowania, przy czym pojęcie niezależności może być interpretowane w różnym zakresie. Produktem podstawowym jest najczęściej elementem sprzętowym. Klasycznym

przykładem produktu podstawowego jest przekaźnik określonego typu, stosowany np. w układzie wyjść bezpiecznych na dowolnej karcie sterownika, niezależnie od funkcji jakie realizuje karta i sterownik. Produktem podstawowym jest również napęd zwrotnicowy lub sygnalizator, które mogą współpracować z różnymi typami systemów srk. Jako produkt podstawowy można również badać platformę sprzętowo-programową. Sterownik (lub ich konfiguracja) wraz z oprogramowaniem podstawowym (system operacyjny, programy zarządzające danymi i bezpieczeństwem), który spełnia określone wymagania bezpieczeństwa, może być stosowany w różnych klasach systemów sterowania ruchem kolejowym lub ich podsystemach.

Aplikacja podstawowa to klasa (rodzaj) systemów srk realizujących ściśle zdefiniowany zbiór funkcji. Zbiór funkcji i zasad ich realizacji powinien być ściśle określony w specyfikacji wymagań dla każdej klasy systemów. Specyfikacja ta powinna zawierać:

- wymagania niezwiązane z bezpieczeństwem,
- wymagania związane z bezpieczeństwem technicznym – integralnością bezpieczeństwa,
- wymagania związane z bezpieczeństwem funkcjonalnym.

Wymagania związane z bezpieczeństwem powinny być jednakowe i obligatoryjne dla wszystkich typów systemów określonej klasy. W przypadku systemów programowalnych, konfigurowanych przez dane, specyfikacja wymagań w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego jest podstawą do opracowania danych aplikacji podstawowej.

W aktualnie projektowanych systemach srk można zauważyć integrację funkcji poszczególnych klas systemów – stacyjne systemy srk realizują również funkcje blokad liniowych na przyległych szlakach (blokady zintegrowane), a także funkcje samoczynnych sygnalizacji przejazdowych. Pojęcie klasy systemu można w tym przypadku utożsamiać ze zbiorem funkcji i zasad ich realizacji określonych w specyfikacji wymagań.

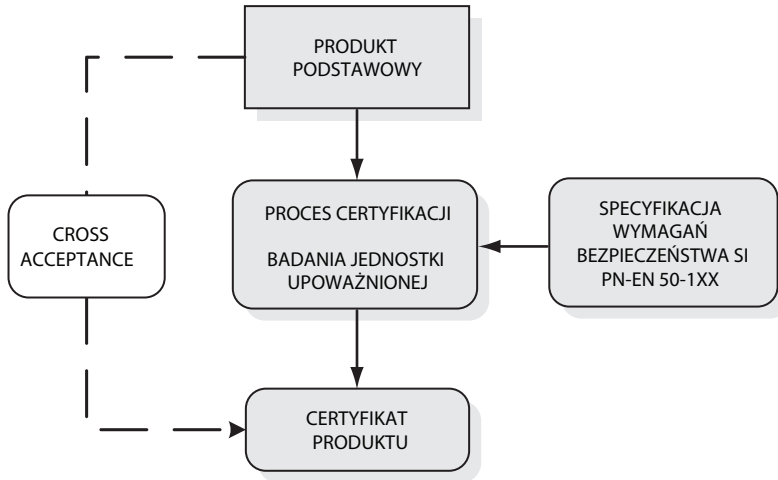
Aplikacja specyficzna systemu to system określonej klasy i typu zainstalowany na konkretnym obiekcie. W systemach programowalnych konfigurowanie instalacji systemu odbywa się przez dane aplikacji specyficznej przygotowane, na podstawie projektu instalacji.

4. BADANIE ZGODNOŚCI Z WYMAGANIAMI

W badaniach certyfikacyjnych urządzeń i systemów srk, mających na celu ocenę ich zgodności z wymaganiami, można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje badań:

- badania produktu podstawowego,
- badania aplikacji podstawowej,
- badania aplikacji specyficznej.

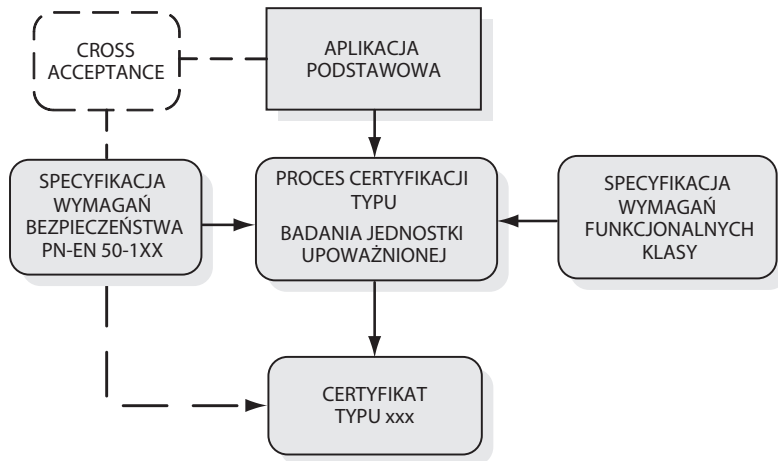
Uproszczone modele poszczególnych badań przedstawiono na rysunkach 2, 3 i 4. Modele te uwzględniają zalecenia normy PN-EN 50-129 [5] w zakresie badań bezpieczeństwa.



Rys. 2. Badanie produktu podstawowego

Proces certyfikacji produktów podstawowych ogranicza się w praktyce do badania zgodności z wymaganiami związanymi z integralnością bezpieczeństwa – odpornością na błędy systematyczne i losowe. Wszystkie wymagania w tym zakresie, niezbędne do oceny zgodności, zawierają normy serii PN-EN 50-1XX. W badaniach i ocenie zgodności produktów podstawowych szczególne zastosowanie znajduje zasada *cross acceptance*.

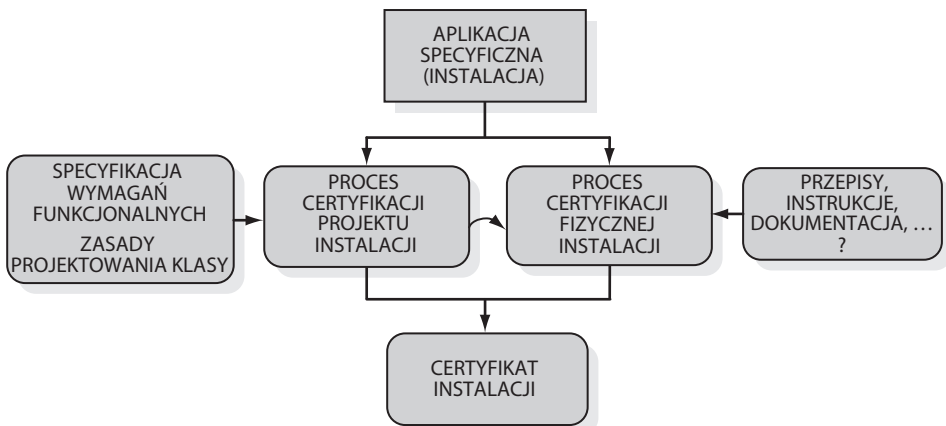
Ta zasada umożliwi wzajemne uznawanie wyników badań przeprowadzanych w notyfikowanych laboratoriach, certyfikatów i świadectw dopuszczenia do eksploatacji. Stwarza ona producentom możliwość oferowania na rynku europejskim produktów spełniających jednakowe, obowiązujące we wszystkich krajach europejskich wymagania zawarte w wymienionych normach.



Rys. 3. Badanie aplikacji podstawowej

W procesie certyfikacji aplikacji podstawowej (rys. 3) badana i oceniana jest zgodność systemu określonego typu z wymaganiami integralności bezpieczeństwa, jak również wymaganiami funkcjonalnymi dla klasy systemów, do której należy badany obiekt. Zasada *cross acceptance* ma w tym przypadku zastosowanie ograniczone do wymagań integralności bezpieczeństwa. Nawet niewielkie różnice i zmiany funkcji systemu związanych z bezpieczeństwem wymagają co najmniej uzupełniających badań i analiz w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego.

Według zaleceń ustawy o transporcie kolejowym i norm europejskich, proces certyfikacji aplikacji specyficznej – instalacji systemu – powinien przebiegać dwutorowo (rys. 4). Projekt instalacji systemu powinien podlegać ocenie zgodności z wymaganiami w zakresie zasad projektowania, natomiast jego fizyczna realizacja ocenie zgodności z wymaganiami w zakresie budowy, montażu i instalacji. Ocenie powinna również podlegać zgodność wykonania z projektem.



Rys. 4. Badanie aplikacji specyficznej

We wszystkich omawianych przypadkach badań elementem niezbędnym do oceny zgodności są specyfikacje wymagań. Normy serii PN-EN 50-1XX zawierają wszystkie istotne wymagania pozwalające na pełną ocenę zgodności produktu podstawowego, a także aplikacji podstawowej w zakresie bezpieczeństwa technicznego. Problemem w ocenie zgodności typu systemu jest brak jednolitych, skodyfikowanych wymagań dla każdej z klas systemów srk, szczególnie wymagań związanych z bezpieczeństwem funkcjonalnym. Wymagania te są rozproszone w wielu dokumentach, zawierają luki i od lat nie były uaktualniane. Nie uwzględniają one rozwoju technologicznego i funkcjonalnego systemów srk.

Podobny problem występuje w przypadku oceny zgodności z wymaganiami instalacji systemu. Projekt instalacji nie podlega praktycznie zewnętrznej ocenie zgodności, brakuje przy tym dokumentów zawierających kompletne wymagania i zasady projektowania instalacji systemów srk. Zgodność fizycznej instalacji systemu jest oceniana

w odniesieniu do przepisów prawa budowlanego, wymagań producenta, wytycznych zarządcy infrastruktury, dokumentacji projektowej i wymagań zawartych w wielu bliżej niesprecyzowanych dokumentach. Zgodność z wymaganiami bezpieczeństwa technicznego i funkcjonalnego instalacji systemu jest oceniana „pośrednio” i nie jest odrębnie dokumentowana.

5. PODSUMOWANIE

Konieczność dokonywania ocen zgodności z wymaganiami i związanych z tym badań certyfikacyjnych urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym wynika z ustawy o transporcie kolejowym oraz rozporządzeń Ministra Infrastruktury. Badania prowadzone w procesie certyfikacji dotyczą głównie zgodności z wymaganiami związanymi z bezpieczeństwem technicznym i funkcjonalnym ocenianych obiektów. Przedmiotem badań i oceny mogą być zarówno komponenty systemów, systemy określonego typu, jak również projekty instalacji i fizyczne instalacje systemów.

Współczesne komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym są systemami złożonymi technicznie i funkcjonalnie, zawierającymi zróżnicowane technicznie komponenty. Złożoność systemów powoduje, iż podstawową formą badań są badania funkcjonalne, w których jest oceniana zgodność ze specyfikacją reakcji systemów na wymuszenia generowane przez operatora, otoczenie systemowe i zdarzenia losowe o charakterze zakłóceń i uszkodzeń.

W badaniach i ocenach produktów podstawowych specyfikację wymagań i metod badań zawierają normy serii PN-EN 50-1XX, stosowane również w ocenie bezpieczeństwa technicznego typu systemu.

Przy ocenie zgodności problemy stwarza brak jednolitych, skodyfikowanych specyfikacji wymagań funkcjonalnych, szczególnie wymagań związanych z bezpieczeństwem dla klas systemów, a także ich fizycznych instalacji. Specyfikacje takie mogłyby być również podstawą do niezależnej oceny zgodności z wymaganiami na etapie projektowania instalacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Grochowski K., Konopiński L.: *Kierowanie i sterowanie ruchem kolejowym – wybrane zagadnienia*. X Międzynarodowa Konferencja „Komputerowe systemy wspomaganie nauki, przemysłu i transportu Transcomp”, Zakopane, 2006 str. 257-280 tom I.
2. Konopiński L, Lewiński A.: *The safety of decentralised computer systems for railway transport management and control*. Materiały Konferencji „Bezpieczeństwo i niezawodność KONBIN”, Gdynia, 2003.
3. PN-EN 50126:2002 *Zastosowania kolejowe – Specyfikacja niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa*.

4. PN-EN 50128:2002 *Zastosowania kolejowe – Łączność, sygnalizacja i systemy sterowania – Programy dla kolejowych systemów sterowania i zabezpieczenia.*
5. PN-EN 50129:2007 *Zastosowania kolejowe – Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem – Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem.*
6. PN-EN 50159:2011 *Zastosowania kolejowe – Systemy łączności, sterowania ruchem i przetwarzania danych – Łączność bezpieczna w systemach transmisyjnych.*