

DEBATA NA TEMAT STANU I POTRZEB ROZWOJOWYCH KOLEI W POLSCE

CYFRYZACJA I AUTOMATYZACJA STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Rozpoczynając dyskusję o cyfryzacji i automatyzacji kolei w Polsce trzeba wyraźnie powiedzieć, że to nie jest temat nowy. Jednak wobec aktualnego rozwoju technologii ogólnodostępnej zagadnienie to nabrało zupełnie nowego znaczenia. To już nie jest jeden z możliwych kierunków jej rozwoju, to jest konieczność, która pozwoli szybciej zmniejszać dysproporcję w stosunku do transportu drogowego i odnaleźć się kolei we współczesnym społeczeństwie.

Nawiązanie do historii

Sterowanie ruchem kolejowym jest istotnym elementem kolejowego procesu transportowego i ma realny wpływ na jego ogólny wynik ekonomiczny. Podążając za innymi wypowiedziami należy przyznać, że począwszy od lat dziewięćdziesiątych również w tej branży pojawiło się wiele zaniedbań związanych z niedofinansowaniem infrastruktury kolejowej prowadzących do częściowej degradacji eksploatowanych systemów srk. Niestety w tamtym okresie przerwano również finansowanie większości prac badawczo rozwojowych nad polskimi rozwiązaniami w dziedzinie komputerowych systemów kierowania i sterowania ruchem kolejowym. Przykładem tutaj mogą być rozwiązania opracowane na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej z sukcesem zainstalowane i eksploatowane na ważnych liniach kolejowych w Polsce, których rozwój został wstrzymany i zastąpiony importowanymi produktami.

Niemniej poważnym zaniedbaniem był zupełny brak rozwoju systemów tor – pojazd oraz sygnalizacji kabinowej wspierających maszynistę i posiłkowanie się bardzo ograniczonym funkcjonalnie systemem SHP.

Cel cyfryzacji i automatyzacji

Pamiętając o tym i starając się nie powtarzać błędów zaniedbania, należy skupić się na tym co jest do zrobienia aktualnie. Należy wykorzystać rozwój technologiczny w służbie zwiększania efektywności sterowania ruchem kolejowym i transportu kolejowego jako całości. Dzięki cyfryzacji i automatyzacji kolej stanie się bardziej efektywna, ekologiczna, bezpieczna, dostępna w cyfrowym świecie współczesnego społeczeństwa.

Zwiększona ilość informacji o realizowanych przewozach uzyskanych dzięki cyfryzacji pozwoli kolei lepiej wpisać się w model mieszanego transportu, spełniać wyższe wymagania klientów w zakresie śledzenia przesyłek i punktualności realizacji przewozów pasażerskich. Rozważając działania w tym zakresie warto się wsłuchać w opinie Catherine Trautmann, która jest europejskim koordynatorem korytarza kolejowego Morze Północne-Bałtyk od 2014 roku.

Technologia komputerowa, oprogramowanie, transmisja danych, cyberbezpieczeństwo

Dzięki prowadzonym inwestycjom infrastrukturalnym systemy sterowania ruchem kolejowym przechodzą aktualnie bezprecedensową metamorfozę. Na sieci kolejowej, na wszystkich ważnych liniach, instalowane są urządzenia sterowania ruchem kolejowym wykonane w technice komputerowej. Są one cyfrową platformą dla systemu ERTMS\ETCS - ustandaryzowanego systemu bezpiecznej kontroli jazdy pociągu, zapewniającego interoperacyjność ruchu kolejowego w całej Europie i wzrost bezpieczeństwa procesu transportowego.

Systemy te składają się z podstawowych trzech składników:

- sprzętu komputerowego,
- oprogramowania,
- systemów transmisji danych cyfrowych.

We wdrażanych rozwiązaniach bezdyskusyjny jest wzrost znaczenia oprogramowania, które faktycznie realizuje główne funkcje związane z bezpieczeństwem. Jednocześnie tak mało poświęca się uwagi jego weryfikacji i walidacji jak również utrzymaniu i eksploatacji. W tym kierunku potrzebne są prace badawczo-rozwojowe, które doprowadzą do wypracowania odpowiednich wymagań w zakresie eksploatacji i utrzymania rozwiązań technicznych tego typu.

Nie mniej ważnym zagadnieniem w dziedzinie srk stają się systemy transmisji, które już dawno urosły do miana niezależnych systemów i czas zacząć je traktować jako niezależne rozwiązania techniczne dostarczające usług o odpowiednich parametrach eksploatacyjnych. Nadchodząca technologia 5G i aktualnie już budowane sieci światłowodowe w naturalny sposób prowadzą do wykorzystania nowoczesnych technologii takich jak MPLS, gdzie kanał transmisji to nie konkretne fizyczne połączenie, a logiczny zasób o gwarantowanych parametrach.

Rozmawiając o technice komputerowej, oprogramowaniu i transmisji cyfrowej w systemach sterowania ruchem kolejowym nie można zapominać o cyberbezpieczeństwie. Sieć kolejowa ma charakter liniowy, jest rozproszona na terenie całego kraju. Fizyczna, bezpośrednia ochrona takiej struktury jest praktycznie niemożliwa. Jednoczenie sprawą bezsporną jest jej strategiczny charakter na poziomie krajowym i potrzeba ochrony przed zakłóceniami, które mogłyby być spowodowane cyberatakami. Dlatego też potrzebna jest analiza istniejących i budowanych rozwiązań

pod kątem podatności systemów srk na takie zagrożenia i stopniowe wprowadzanie choćby podstawowych technik cyber-zabezpieczeń np. monitorowania ruchu w sieciach komputerowych czy też ich systemowa segmentacja.

ERTMS/ETCS

Dla branży srk, szczególnie w Polsce głównym czynnikiem, który napędza cyfryzację i automatyzację jest fakt wdrażania systemu ERTMS\ETCS należącego do klasy systemów automatycznego sterowania pociągami ASP (ang. Automatic Train Control ATC), który realizowany jest z zastosowaniem techniki komputerowej oraz rozwiązań informatycznych. Bez wątpliwości można stwierdzić, że system ten jest szansą dla Polski na wyrównanie poziomu technologicznego w zakresie sterowania ruchem kolejowym w stosunku do rozwiązań stosowanych na całym świecie, który otwiera możliwości wprowadzenia pełnej automatyzacji prowadzenia pociągów i zarządzania ruchem pociągów.

Kompetencje

ERTMS/ETCS jako rozwiązanie techniczne daje szansę, ale samo nie rozwiąże wszystkich problemów. Razem z wdrażaniem technologii należy rozwijać kompetencje niezbędne dla jej świadomego wykorzystania i dostosowania do warunków polskiej sieci kolejowej. Takie zagadnienia jak wyznaczanie krzywych hamowania, dokładna lokalizacja pociągu czy założenia dla wirtualnego odstępu blokowego to tematy, które już są przedmiotem analiz i prac badawczo rozwojowych różnych podmiotów branży srk. Zagadnień o podobnym znaczeniu jest o wiele więcej. Dlatego też niezbędna jest popularyzacja wiedzy na temat ERTMS/ETCS, podejmowanie nowych tematów i budowanie kadry, która będzie zajmować się projektowaniem, konfiguracją, eksploatacją i utrzymaniem tego systemu.

Bardzo dobrym sygnałem jest pozytywny odbiór systemu przez środowiska skupiające maszynistów, którzy są kluczowymi użytkownikami systemu. To ważne, że dostrzegana jest rola systemu, która pozwala przynajmniej w części zdjąć z nich odpowiedzialność za bezpieczeństwo prowadzenia pociągu.

ETCS L1 LS jako krajowe rozwiązanie kontroli jazdy pociągu

ERTMS\ETCS to nie tylko rozwiązanie dla głównych linii korytarzowych potrzebujących interoperacyjności. Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest konfiguracja ERTMS\ETCS L1 LS. Jest to jeden z możliwych wariantów wdrożenia ERTMS\ETCS cechujący się dużą elastycznością pozwalającą na balans pomiędzy kosztami a funkcjonalnością. Jednocześnie świadomość, że na większości linii kolejowych maszyniści są wspierani tylko przez system SHP powinno budzić niepokój. Dlatego też należy poważnie rozważyć zastosowanie ERTMS\ETCS L1 LS na liniach nie przeznaczonych do wyposażenia ERTMS\ETCS w Krajowym Planie Wdrażania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności jako krajowego rozwiązania kontroli jazdy pociągu. Korzyści płynące z takiego podejścia to:

- zwiększenie bezpieczeństwa na odcinkach, gdzie ERTMS\ETCS L1 LS zastąpi SHP
 - o umożliwienie automatycznego hamowania pociągu w sytuacjach niebezpiecznych,
 - o zmniejszenie obciążenia odpowiedzialnością maszynisty,
- zwiększenie jednorodności sposobu prowadzenia pojazdów na znacznym obszarze polskiej sieci kolejowej – większy obszar ETCS,
- zwiększenie liczby maszynistów z praktycznym doświadczeniem w eksploatacji ETCS – większa ilość praktycznych doświadczeń z ETCS,
- zwiększenie bezpieczeństwa w uzasadnionych przypadkach przy dopasowaniu do możliwości budżetowych,
- zwiększenie zasięgu możliwości realizacji interoperacyjnych przewozów,
- zwiększenie stopnia wykorzystania pojazdów wyposażonych w ETCS,
- rozwój krajowego systemu w oparciu o ogólnie przyjęte standardy, o specyfikację która jest weryfikowana przez wielu specjalistów, która ma zapewnione politycznie ciągłe utrzymanie i rozwój na poziomie europejskim,
- popularność rozwiązań powinna zwiększyć liczbę producentów urządzeń, co doprowadzi do zwiększenia konkurencyjności i spowoduje spadek cen jednostkowych.

ETCS na pojazdach

Znane są krytyczne uwagi co do kosztów wyposażania pojazdów trakcyjnych w urządzenia pokładowe ERTMS\ETCS. Ekonomia jest bezlitosna i oczywiście trudno z nią dyskutować. Jednak czy to wystarczający podwód by hamować rozwój. Może lepiej pójść drogą francuskich kolei, które niedawno uzyskały dofinansowanie w wysokości 30 milionów Euro na wyposażenie swoich pojazdów w ETCS.

Automatyczne prowadzenie pociągu

Automatyczne czy autonomiczne? Te dwa terminy czasami są stosowane zamiennie co nie jest do końca poprawne. Autonomia kojarzy się z możliwością podejmowania niezależnych decyzji. Natura klasycznej kolei, która przejawia się w jeździe pociągu po ustalonym torze jazdy wyznaczanym przez układ zależnościowy znajdujący się poza pociągiem raczej wskazuje na termin „automatyczne” jako lepiej oddający jej charakter.

Automatyczne prowadzenie pociągów to dalekosiężny cel automatyzacji sterowania ruchem kolejowym. To kolejne wyzwanie technologiczne, przed którym stoi również polska kolej. Wdrożenie takich rozwiązań może się z pozoru wydawać daleką przyszłością. Tymczasem praktyczne zastosowanie tych koncepcji już jest faktem. Bardzo ciekawy przykład w tym temacie przedstawili Rosjanie. W tym roku ma zakończyć się certyfikacja automatycznego pociągu zgodnego z poziomem GoA3. Od tego momentu pociągi trafią do regularnej eksploatacji. Wszystkie automatyczne pociągi RZD monitorowane będą z centralnego centrum sterowania i w razie potrzeby

mogą być sterowane zdalnie. Zdalny maszynista oceni również, czy pociąg, który wykryje przeszkodę i dokona zatrzymania awaryjnego, może jechać dalej, czy też powinien kontynuować postój. Każdy wagon wyposażony jest w kamery, które pozwalają maszyniście zobaczyć, co dzieje się wśród pasażerów.

Elementy specyfikacji dla rozwiązań automatycznego prowadzenia pociągów pojawią się już w następnej edycji Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności dla podsystemu Sterowanie, która jest zapowiadana na 2022 rok. Do tego branża również powinna się już zacząć przygotowywać. Jest bardzo dużo niezależnych głosów, które wskazują ten kierunek jako przyszłość dla przewozów towarowych.

Niezależnie od rozwoju technologii Polska powinna równolegle przygotowywać również swoje prawo w celu umożliwienia implementacji zaawansowanych rozwiązań tego typu.

Projekt „Cyfrowa kolej” i koncepcja cyfrowego bliźniaka systemu kolei

Środowisko akademickie Wydziału Transportu dostrzega zachodzące procesy związane z cyfryzacją i automatyzacją. Zespół Sterowania Ruchem Kolejowym modyfikuje program studiów na specjalności SRK i uruchamia studia podyplomowe „Interoperacyjność systemu kolei”. Kolejnym krokiem jest uruchomienie projektu ramowego **Cyfrowa kolej**, który ma na celu realizację wielu wskazanych wcześniej działań. Mimo, że funkcjonuje dopiero od 4 miesięcy już z sukcesem zrealizował bądź realizuje takie inicjatywy jak:

- organizacja poświęconej cyfryzacji kolei sesji konferencji techniczno-naukowej NAVKOL, która miała miejsce w grudniu 2020,
- przygotowanie specjalnego wydania jednego z numerów czasopisma WUT Journal of Transportation Engineering (znanego dotąd jako Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport) jako numeru poświęconego tylko zagadnieniom cyfryzacji i automatyzacji, grudzień 2020
- uzyskanie finansowania w wysokości 200 000zł w ramach konkursu Beyond POB ogłoszonego przez Rektora Politechniki Warszawskiej na realizację projektu badawczego „Cyfrowa kolej. Cyfrowy bliźniak aplikacji ETCS. Wirtualne prototypowanie i symulacja scenariuszy operacyjnych”, luty 2021.

Wspomniana koncepcja Cyfrowego Bliźniaka Aplikacji ETCS jest przedmiotem badań prowadzonych przez Zespół SRK. Cyfrowy bliźniak to wirtualne odwzorowanie rzeczywistej aplikacji ETCS (czyli instalacji tego systemu na konkretnym obiekcie). Składa się z modeli odwzorowujących jej struktury oraz algorytmów odwzorowujących procesy. Cyfrowy Bliźniak zawiera wszystkie dane na temat budowy i konfiguracji systemu, co sprowadza się właściwie do cyfrowego projektu srk. W bazie danych gromadzone są dane bieżące i zachowywane jako historia działania systemu. Dzięki implementacji wspomnianych algorytmów Cyfrowy Bliźniak umożliwi prowadzenie dowolnych symulacji scenariuszy operacyjnych dając możliwość zweryfikowania i

zwalidowania rzeczywistego systemu co jest niemożliwe przy pomocy testów dynamicznych z użyciem rzeczywistego pociągu.

To tylko wybrane zastosowania Cyfrowego Bliźniaka. Można się ich doszukać praktycznie na każdym etapie cyklu życia rzeczywistego systemu.

Cyfrowa postać dokumentacji projektowej i utrzymaniowej

Bardzo praktycznym zagadnieniem, z którym musimy się zmierzyć w najbliższym czasie to możliwości formalno-prawne wykorzystania cyfrowej postaci dokumentacji projektowej i eksploatacyjnej w praktyce.

Problematyka formy dokumentacji projektowej podejmowana jest coraz częściej w środowisku projektantów, nie tylko systemów sterowania ruchem kolejowym (srk), ze względu na szybki rozwój komputerowych technik jej wytwarzania, powielania i archiwizacji. Papierowa forma projektu nie stanowi współcześnie bezpośredniego zapisu koncepcji i rozwiązań technicznych wymyślonych przez projektanta. Zapis ten i samo projektowanie realizowane jest w oprogramowaniu komputerowym, a forma papierowa stanowi jedynie wydruk – wtórny produkt tego procesu. Produktem pierwotnym i wystarczającym dla prezentacji projektowanego rozwiązania jest wersja cyfrowa.

Uwarunkowania formalno-prawne, przyzwyczajenia uczestników procesu inwestycyjnego i eksploatacji systemów srk oraz brak systemowego podejścia do zagadnienia utrudnia rezygnację z formy papierowej, a przynajmniej z obligatoryjności jej wytwarzania.

Cyfryzacja procesu obiegu dokumentacji systemu srk w fazie jego projektowania, instalacji i eksploatacji podobnie jak i inne omawiane aspekty przebiega w sposób nieusystematyzowany i często prowadzi do sytuacji niejednoznacznych prawnie. Proces ten należy uporządkować odpowiednimi rozwiązaniami zarówno w zakresie instrukcji zarządcy infrastruktury jak i prawa budowlanego na poziomie państwowym.

Podsumowanie

Cyfryzacja systemów srk polskiej kolei to proces, który nasilił się w ostatnich latach i będzie kontynuowany z coraz większym natężeniem w następnych. Głównym czynnikiem go napędzającym jest wdrażanie systemu ERTMS/ETCS wykorzystującego rozwiązania teleinformatyczne. Efektywne wykorzystanie rozwiązań tego typu wymaga spójnej strategii i kadr o odpowiednich kompetencjach. Strategia ta powinna uwzględniać nowe techniki projektowania, eksploatacji i utrzymania, współpracę urządzeń przytorowych i pokładowych, umiejętne zarządzanie danymi konfiguracyjnymi i operacyjnymi oraz zapewnić odpowiednie rozwiązania formalno-prawne umożliwiające wykorzystanie w 100% korzyści jakie niesie ze sobą cyfryzacja. W rezultacie strategia powinna podnieść efektywność i dostępność kolei i w dalszej perspektywie otworzyć drogę do pełnej automatyzacji prowadzenia pociągu.

Andrzej Kochan