

*Mgr inż. Mariusz Buława
Tens Sp. z o.o., Sopot
Prof. dr hab. inż. Janusz Dyduch
Politechnika Radomska
Dr inż. Jarosław Moczarski
Instytut Kolejnictwa*

SYSTEMY AUTOMATYCZNEGO ROZRZĄDZANIA WAGONÓW – WCZORAJ I DZIŚ

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie
2. Sterowanie prędkością odpręgów – system SARPO
3. TENSAR – zintegrowany system sterowania i kontroli
4. Podsumowanie
5. Bibliografia

STRESZCZENIE

W artykule omówiono zagadnienie automatyzacji procesu rozrządzenia wagonów na stacjach rozrządowych. Przedstawiono praktyczne wykorzystanie metody regulacji prędkości odpręgów nazwanej „prowadzeniem do celu” z wykorzystaniem nowej generacji systemów automatycznego rozrządzenia. Zaprezentowano budowę i zasadę działania systemu automatycznej regulacji prędkości odpręgów SARPO oraz zintegrowanego systemu sterowania i kontroli TENSAR. Zwrócono uwagę, że zastosowane podejście pozwala na budowę bezpiecznych i efektywnych rozwiązań dla modernizowanych oraz nowobudowanych stacji rozrządowych wykorzystujących rozrząd grawitacyjny. Wskazano kierunki rozwoju systemów regulacji prędkości odpręgów.

1. WPROWADZENIE

Poprawa efektywności współczesnego transportu kolejowego wymaga coraz większej elastyczności w zakresie organizacji przewozów, co stawia nowe wymagania infrastrukturze związanej z transportem towarów koleją. Istotnym elementem infrastruktury

transportowej związanej z przewozami w pojedynczych wagonach i grupach wagonów są stacje kolejowe, na których odbywa się proces rozrządania wagonów, polegający na dzieleniu przybyłych składów towarowych i formowaniu nowych. Ich liczba na terenie europejskich zarządów kolejowych znacząco zmalała z uwagi na zmianę struktury przewozów kolejowych, jednocześnie istotnie wzrosły wymagania dotyczące wyposażenia stacji rozrządowych. Oprócz wymogów efektywności, na znaczeniu zyskują rosące wymagania szeroko rozumianych standardów bezpieczeństwa, w tym minimalizacja zagrożeń dla ludzi, środowiska i ładunków. Równie ważnymi czynnikami są zróżnicowanie i złożoność uwarunkowań techniczno-eksploatacyjnych modernizacji stacji, co pociąga za sobą wymaganie elastycznego dopasowania rozwiązań technicznych.

Stosowane współcześnie systemy sterowania różnią się zastosowanymi technologiami i rozwiązaniami technicznymi, będącymi pochodną stanu techniki w czasie ich powstawania oraz wymagań dotyczących wydajności systemów i kosztów ich eksploatacji. Praktycznie każdy liczący się zarząd kolejowy dysponuje rozwiązaniami automatycznego rozrządania wagonów opracowanymi na jego potrzeby. Na PKP w latach osiemdziesiątych, po dogłębnej analizie dostępnych rozwiązań, głównie niemieckich i francuskich, podjęto decyzję o kompleksowej modernizacji polskich stacji rozrządowych według rodzimych rozwiązań, z wykorzystaniem po raz pierwszy na szeroką skalę techniki mikroprocesorowej. Efektem prac specjalistów z COBiRTK, CBSiPBKoI, CBKUS ZWUS oraz MERA-PIAP było opracowanie i wdrożenie na wszystkich większych stacjach rozrządowych PKP systemu automatycznego sterowania rozrządem, obejmującego automatyzację sortowania oraz sterowania prędkością odpręgów. Twórcy rozwiązania otrzymali w 1985 r. nagrodę zespołową „Mistrz Techniki” (w konkursie organizowanym przez ZG NOT i „Życie Warszawy”), a w roku 1986 w konkursie innowacyjności w Brukseli „Eureka 86” zostali wyróżnieni srebrnym medalem.

Uwarunkowania funkcjonowania PKP oraz konieczność rewitalizacji stacji rozrządowych po roku 2000, zaowocowały poszukiwaniem nowych rozwiązań w dziedzinie automatyki rozrządu, zorientowanych na nowe technologie, poprawiające bezpieczeństwo procesów oraz dostępność infrastruktury. Wśród obszarów systemowych szczególną uwagę poświęcono sterowaniu prędkością rozrządzanych odpręgów, którego celem jest zapewnienie bezpiecznego dojazdu odpręgów do wagonów stojących na torze docelowym. Podjęte prace [5], realizowane przez firmy KAMAX (obecnie AXTONE) i TENS, we współpracy ze specjalistami z Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej oraz Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa, przy wsparciu Komitetu Badań Naukowych oraz PKP, zaowocowały wdrożeniem systemu SARPO, wykorzystującego rozproszony system hamowania, który realizuje sterowanie prędkością odpręgów zgodnie z innowacyjną metodą prowadzenia do celu. Jako uzupełnienie został opracowany zintegrowany system sterowania i kontroli TENSAR, tworzący wraz z SARPO bezpieczne i nowoczesne rozwiązanie dla obecnie modernizowanych obiektów rozrządowych.

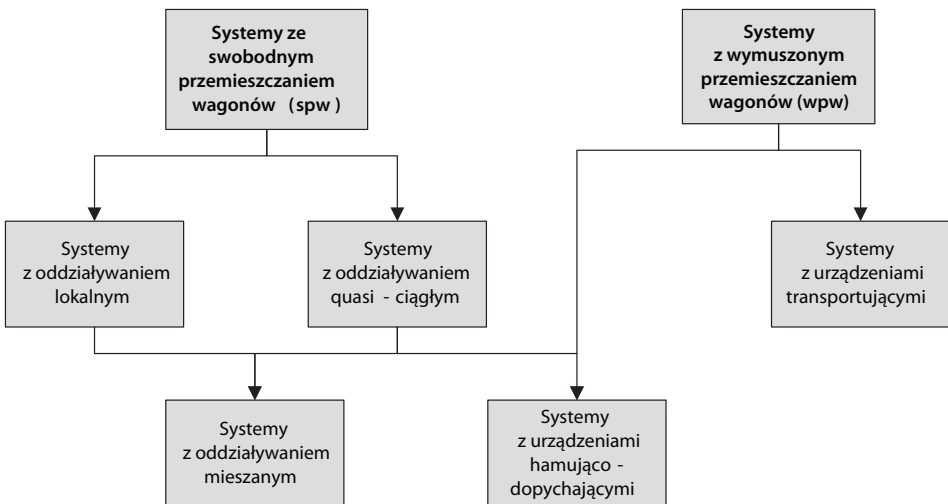
2. STEROWANIE PRĘDKOŚCIĄ ODPRZĘGÓW – SYSTEM SARPO

Proces sterowania prędkością odpręgów polega na takim sterowaniu zabudowanymi w torze urządzeniami hamującymi, aby przemieszczający się odpręg dojechał z bezpieczną prędkością do wagonów stojących na torze kierunkowym. Typowa długość toru docelowego wynosi 500–800 m, natomiast za prędkość bezpieczną uważa się prędkości 0,5–1,5 m/s.

Sterowanie prędkością odpręgów odbywa się w warunkach silnie niedeterministycznych. Wynika to z różnorodności odpręgów, tworzonych przez wagony o niejednakowej budowie i stanie technicznym, a więc o różnych oporach toczenia i oporach aerodynamicznych. Dodatkowym czynnikiem zakłócającym jest zmienność warunków atmosferycznych (temperatura, opady, wiatr).

Stosowane w świecie systemy automatycznej regulacji prędkości odpręgów można podzielić na 2 grupy (rys. 1):

- systemy ze swobodnym przemieszczaniem wagonów (spw),
- systemy z wymuszonym przemieszczaniem wagonów (wpw).



Rys. 1. Podział systemów rozrządzenia z uwagi na realizację sterowania prędkością odpręgów

Systemy ze swobodnym przemieszczaniem wagonów wykorzystują naturalny ruch odpręgu, wytracającego swoją energię początkową w trakcie przemieszczania się. Regulacja prędkości polega na takim oddziaływaniu urządzeń hamujących na odpręg, aby pozbawić go części energii i umożliwić bezpieczny dojazd do wagonów stojących na torze docelowym. Z uwagi na sterowanie w warunkach silnie niedeterministycznych, wynikających z rozrzutów sił oddziaływujących na odpręg (zróżnicowane opory

toczenia, zmienne warunki atmosferyczne), skuteczność takiego systemu jest naturalnie ograniczona.

W stosunku do systemów spw, systemy z wymuszonym przemieszczaniem wagonów są wzbogacone o urządzenia dopychające lub podciągające, których zadaniem jest precyzyjne pozycjonowanie odprzęgu w ostatniej fazie jego ruchu. Ten sposób regulacji cechuje wysoka sprawność, wynikająca z braku potrzeby dopychania odpręgów przez lokomotywę manewrową oraz wysokie bezpieczeństwo. Wadą zastosowania takiego systemu są stosunkowo wysokie nakłady inwestycyjne oraz duże koszty eksploatacji.

Atrakcyjną ekonomicznie alternatywą dla systemu z wymuszonym przemieszczaniem wagonów, przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa, może być system rozrządzania ze swobodnym przemieszczaniem wagonów i quasi-ciągłą regulacją prędkości na torze docelowym. System taki wykazuje zwiększoną odporność na zakłócenia procesu sterowania, uzyskaną dzięki możliwości oddziaływania na jadący odpręg na całej długości toru docelowego.

2.1. SARPO – system sterowania prędkością odpręgów nowej generacji

System Automatycznej Regulacji Prędkości Odpręgów SARPO jest przykładem efektywnego rozwiązania bazującego na quasi-ciągłej regulacji prędkości wagonów. Wykorzystywana jest nowa metoda sterowania prędkością rozrządzanych odpręgów, nazwana „prowadzeniem do celu” oraz rozproszone, sterowalne urządzenia hamujące.

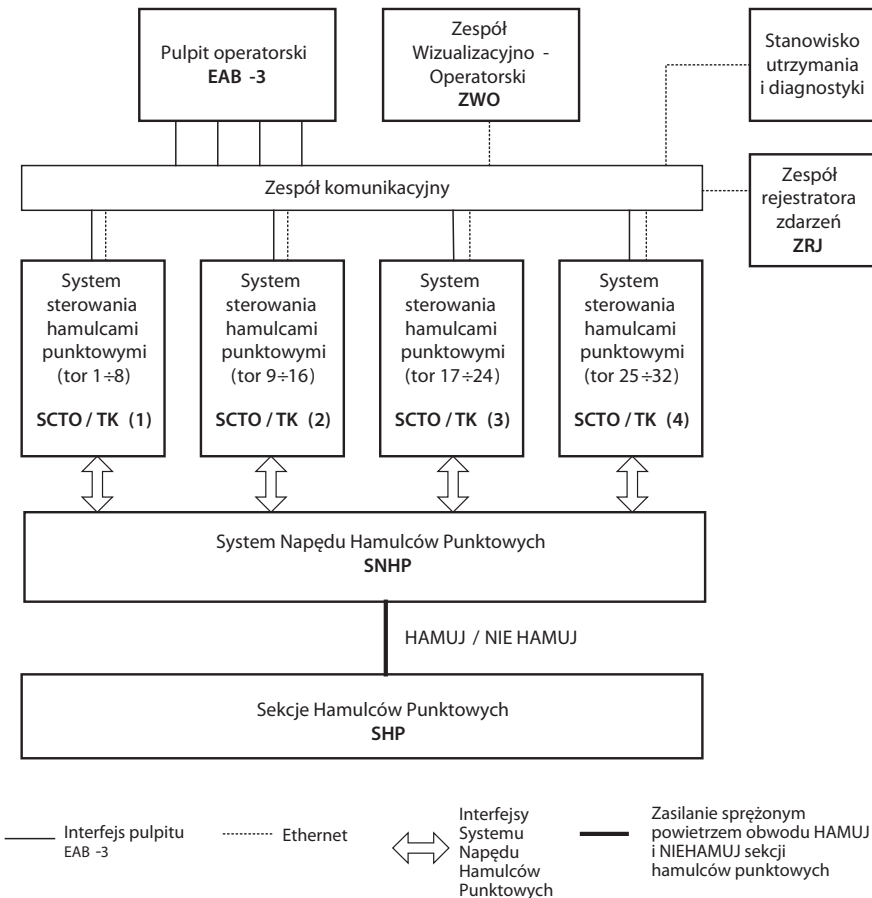
Przyjęte wstępne założenia i wymagania na projektowany system obejmowały m.in.:

- zapewnienie wysokiego bezpieczeństwa przemieszczania się odpręgów na torach kierunkowych przy zachowaniu efektywności procesu rozrządzania,
- możliwość dopasowania do istniejących obiektów infrastruktury stacji rozrządowych,
- łatwość zabudowy, w tym możliwość etapowego wyposażania eksploatowanych obiektów,
- przyjazność ekologiczną, w tym niskie zużycie energii,
- wysoki poziom dostępności i podatności utrzymaniowej.

Doświadczenia uzyskane w trakcie badań i eksploatacji rozwiązań prototypowych przełożyły się na dopracowanie rozwiązań technicznych, które były zastosowane na stacji rozrządowej Poznań Franowo, gdzie w 2008 roku system został zabudowany na 16 torach kierunkowych.

System SARPO został zaprojektowany w taki sposób, aby umożliwić łatwą zabudowę na obiektach zróżnicowanych pod względem liczby oraz długości torów kierunkowych, funkcjonujących podsystemów asr i wymaganej wydajności. Elastyczność systemu i łatwość dostosowania do wymagań konkretnej zabudowy uzyskano dzięki modułowej budowie systemu. Podobnie jak większość systemów regulacji prędkości, system SARPO tworzą:

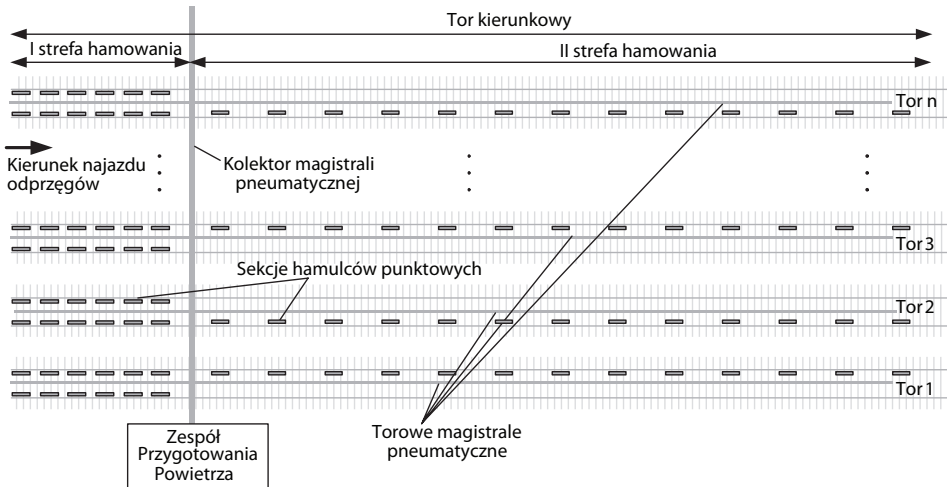
- urządzenia wykonawcze – punktowe, sterowalne hamulce torowe bezpośrednio oddziałujące na odprężgi,
 - urządzenia sterujące, służące do sterowania urządzeniami wykonawczymi,
 - urządzenia pomiarowe, służące do oceny prędkości, masy i położenia odprężgów.
- Struktura systemu SARPO w konfiguracji dla 32 torów kierunkowych została przedstawiona na rysunku 2. Obejmuje ona:
- urządzenia hamujące w postaci sekcji hamulców punktowych wraz z systemem napędu elektropneumatycznego,
 - system sterowania w postaci niezależnych modułów obsługujących do 8 torów kierunkowych,
 - Zespół komunikacyjny,
 - Zespół Wizualizacyjno-Operatorski,
 - Zespół Rejestracji Zdarzeń,
 - Stanowisko Utrzymania i Diagnostyki.



Rys. 2. Struktura systemu SARPO

Urządzenia hamujące są zgrupowane w sekcje liczące do kilkunastu hamulców punktowych, zabudowane wzdłuż toru kierunkowego. Zmiana stanu hamulca (HAMUJ/NIE HAMUJ) następuje przez zmianę jego położenia względem szyny z wykorzystaniem siłownika pneumatycznego. Rozmieszczenie i liczba sekcji są projektowane indywidualnie dla każdego obiektu z uwzględnieniem profilu toru kierunkowego oraz dopuszczalnych prędkości wjazdu. Typowo sekcje hamulców punktowych są zgrupowane w dwóch strefach hamowania (rys. 3 i 4):

1. I strefa hamowania – odcinek o właściwościach hamujących, które zapewniają wyhamowanie odprzęgu o maksymalnej dopuszczalnej energii do prędkości bezpiecznej przy całkowitym wypełnieniu toru kierunkowego,
2. II strefa hamowania – odcinek toru kierunkowego, obejmujący część od końca I strefy do końca toru kierunkowego (użyteczna część toru kierunkowego), o właściwościach, które zapewniają kontrolę nad prędkością odprzęgu.



Rys. 3. Rozmieszczenie sekcji hamulców punktowych



Rys. 4. Zabudowa urządzeń torowych w strefie I oraz II

System sterowania tworzą Sterownik Główny oraz rozproszone wzdłuż toru docelowego sterowniki torowe (lokalne) połączone magistralą CAN, pełniącą funkcje wewnętrznej magistrali komunikacyjno-sterującej. Sterowniki torowe dostarczają do sterownika głównego informacje z czujników osi i nacisku kół oraz bezpośrednio sterują urządzeniami hamującymi. W celu zapewnienia podatności na dopasowanie do obiektów rozrządowych o różnej wielkości, podstawowy moduł systemu sterowania jest projektowany do obsługi 8 torów kierunkowych

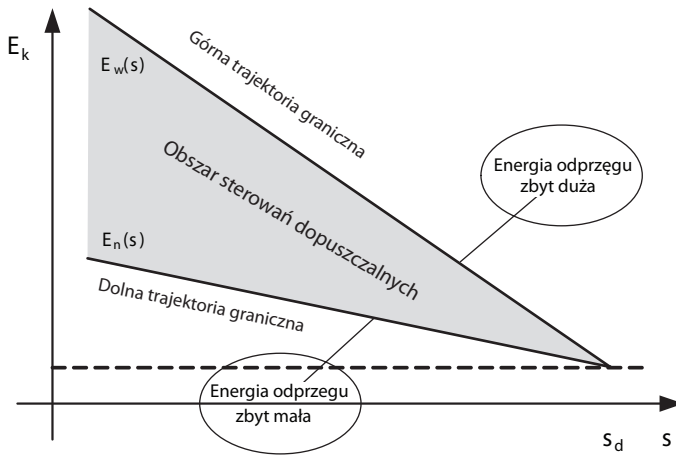
Fizyczne i logiczne połączenia z systemami i urządzeniami współpracującymi z SARPO jest realizowane przez zespół komunikacyjny z dwiema niezależnymi magistralami Ethernet. Zapewniono możliwość powiązań z innymi podsystemami asr – systemami automatycznego sterowania zwrotnicami i hamulcami odstępowymi, systemem Kierowania Pracą Stacji oraz pulpitem zintegrowanym EAB-3. Standardowo system SARPO jest wyposażony w Zespół wizualizacyjno-operatorski, Zespół rejestratora zdarzeń oraz Stanowisko utrzymania i diagnostyki, które mogą współpracować z innymi podsystemami asr.

2.2. Realizacja „prowadzenia do celu” w systemie SARPO

„Prowadzenie do celu” jest metodą sterowania prędkością odpręgów zorientowaną na wysokie bezpieczeństwo procesu rozrządzenia. Nazwa metody oddaje sposób oddziaływania na odpręg, polegający na quasi-ciągłym zmniejszaniu jego energii zgodnie z założoną trajektorią (przebiegiem), tak aby swobodnie przemieszczający się odpręg osiągnął założony punkt toru kierunkowego z zadaną prędkością [2, 3].

Zadanie sterowania polega na wyznaczeniu i realizacji sterowania urządzeniami hamującymi, tak aby odpręg osiągnął żądany punkt docelowy z minimalną prędkością przy jednoczesnym minimalnym ryzyku wcześniejszego zatrzymania. Dodatkowo można zminimalizować zjawisko doganiania się odpręgów, prowadzące do potencjalnie niebezpiecznych sytuacji na torze kierunkowym.

Sterowanie odbywa się w tzw. obszarze sterowań dopuszczalnych [1] definiującym dopuszczalne trajektorie energetyczne związane z ruchem odpręgu (rys. 5). Ograniczają go trajektorie graniczne, odpowiadające przebiegom funkcji strat energii dla włączonych i wyłączonych urządzeń hamujących. Przebieg dolnej trajektorii granicznej $E_n(s)$ wynika z profilu toru docelowego oraz naturalnych oporów ruchu (m.in. toczyń, powietrza). Przebieg górnej trajektorii granicznej $E_w(s)$ odzwierciedla energię i rozmieszczenie urządzeń hamujących w torze docelowym. Wymienione trajektorie graniczne wyznaczają obszar dopuszczalnych energetycznych trajektorii odpręgu. Wyjście rzeczywistej trajektorii z tego obszaru może spowodować, że odpręg nie osiągnie punktu docelowego lub przekroczy go ze zbyt dużą prędkością.



Rys. 5. Obszar sterowań dopuszczalnych – przykład przebiegu funkcji granicznych

Praktyczne zastosowanie metody „Prowadzenia do celu” wymaga zaawansowanego systemu sterowania, zapewniającego w czasie rzeczywistym:

- wyznaczanie chwilowego położenia i energii kinetycznej poruszającego się odprzęgu,
- wyznaczanie właściwej charakterystyki oczekiwanych zmian energii odprzęgu z uwzględnieniem obszaru sterowań dopuszczalnych oraz minimalizacją doganiania się odprzęgów,
- realizację sterowania prędkością odprzęgu przez sterowanie urządzeniami hamującymi.

W systemie SARPO funkcje sterowania są realizowane przez 2 podsystemy:

1. podsystem oceny położenia i prędkości odprzęgów, zapewniający śledzenie energii kinetycznej odprzęgów w funkcji drogi,
2. podsystem sterowania urządzeniami hamującymi, zapewniający odpowiednie oddziaływanie urządzeń hamujących.

Lokalizacja wagonów oraz ocena prędkości chwilowej bazuje na sygnałach pochodzących z czujników osi rozmieszczonych wzdłuż toru. Przejazd koła nad czujnikiem osi pozwala na wyznaczenie aktualnego położenia i prędkości odprzęgu, co pozwala synchronizować estymatory prędkości i położenia. Na podstawie tych informacji oraz pomiaru nacisków osi odprzęgu, system co 300 ms wyznacza i śledzi zmieniającą się energię kinetyczną odprzęgu w funkcji drogi.

Podsystem sterowania urządzeniami hamującymi zapewnia oddziaływanie na odpręg metodą „prowadzenia do celu” z uwzględnieniem oczekiwanego punktu dojścia odprzęgu oraz ruchu innych odprzęgów na torze.

Oddany do użytkowania system quasi-ciągłej regulacji prędkości, wykorzystujący sterowalne hamulce punktowe, zwiększa bezpieczeństwo oraz efektywność przemieszczania odprzęgów w torach kierunkowych. Poprawia wydajność rozrządzenia, praktycznie

eliminuje sytuacje niebezpieczne dla ludzi, wagonów i ładunków – minimalizując wartość strat finansowych [4].

3. TENSAR – ZINTEGROWANY SYSTEM STEROWANIA I KONTROLI

Proces napychania składu na górkę obejmuje przemieszczanie składu pociągu z torów grupy przyjazdowej w kierunku górki, gdzie następuje samoczynne oddzielanie się kolejnych odpręgów. Celem sterowania napychaniem jest zapewnienie minimalnych, dopuszczalnych w każdym momencie realizacji procesu rozrządzenia, odstępów pomiędzy kolejnymi odpręgami. Natomiast miarą stopnia realizacji tego celu jest średnia prędkość napychania składu. W procesie napychania składu, kluczową dla jego efektywności jest faza napychania kolejnych odpręgów na wierzchołek górki. Automatyzacja tej fazy jest złożonym zadaniem, głównie z uwagi na zmieniającą się dynamicznie sytuację ruchową w strefie podziałowej oraz ograniczenia regulatora prędkości lokomotywy.

Wdrożenie automatycznego napychania, obok nowych rozwiązań technicznych (zdalne sterowanie lokomotywy, płynna regulacja prędkości lokomotywy, sprzężenie zwrotne z bieżącą oceną sytuacji ruchowej w strefie podziałowej), wymaga dostosowania technologii pracy stacji, w szczególności wcześniejszego rozpinania wagonów. Dlatego, obok pełnej automatyki (np. koleje niemieckie i szwajcarskie), stosuje się rozwiązania uproszczone. Polegają one na zapewnieniu stałej prędkości napychania wybranej przez człowieka (ustawiacz na szczycie górki) spośród 2–3 możliwych, na podstawie jego własnego doświadczenia.

Sortowanie odpręgów odbywa się w tzw. strefie podziałowej górki rozrządowej wyposażonej w układ torowy, pozwalający na kierowanie kolejnych odpręgów na odpowiedni tor docelowy. Podstawowym elementem układu torowego strefy podziałowej są zwrotnice, wyposażone w napędy szybkie umożliwiające zachowanie niewielkich odstępów czasowych między kolejnymi odpręgami. Przez odpowiednie ustawienie kolejnych zwrotnic, jadący odpręg jest kierowany na tor docelowy zgodnie z planem rozrządzenia (kartą rozrządową). Bezpieczeństwo i wydajność procesu sortowania zapewniają układy automatyki, blokujące możliwość przełożenia zwrotnicy pod taborem oraz umożliwiające automatyzację procesu sortowania. Wielkość strefy podziałowej zależy od wielkości stacji. W warunkach polskich typowo obsługiwanych jest 16–32 torów docelowych¹.

Zintegrowany system sterowania i kontroli TENSAR zapewnia realizację sterowania nadrzędnego oraz kontrolę podsystemów sterowania w strefie podziałowej. TENSAR integruje wszystkie podsystemy asr pracujące w obrębie górki rozrządowej, a jego funkcje

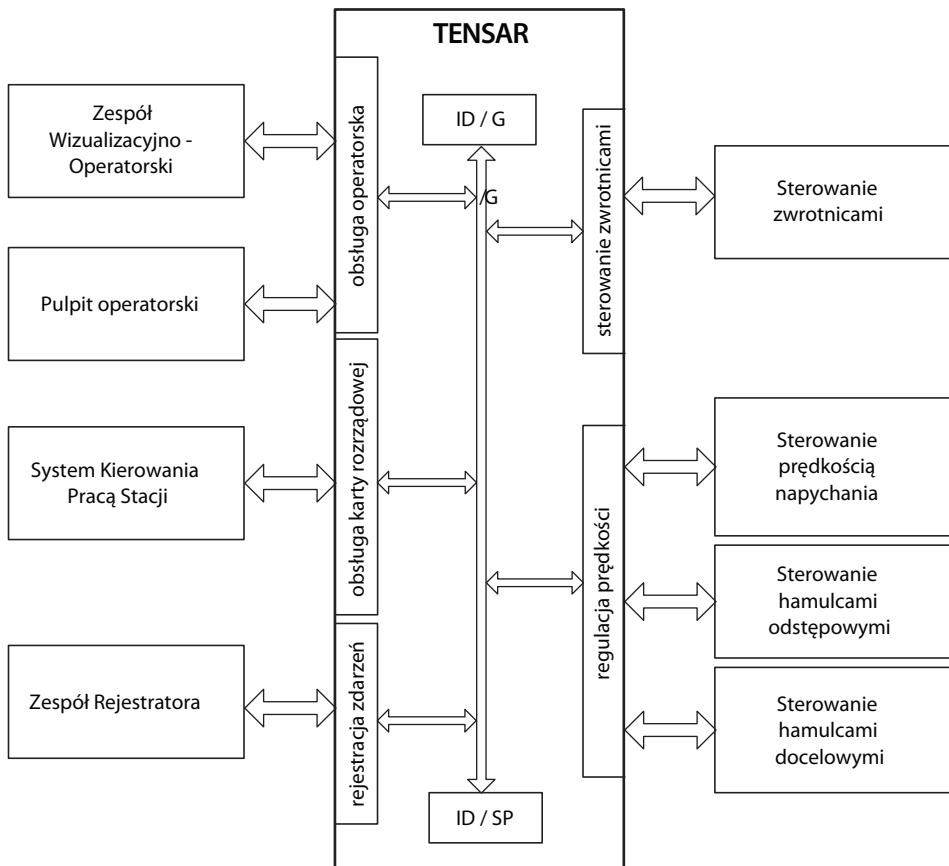
¹ W USA, Rosji, Chinach i Niemczech spotyka się duże obiekty liczące nawet 100 torów docelowych.

obejmują wyznaczanie i zadawanie prędkości napychania, automatyczne sterowanie zwrotnicami, regulację prędkości odpręgów oraz identyfikację odpręgów w strefie podziałowej. Zastosowane rozwiązania miały na celu m.in.:

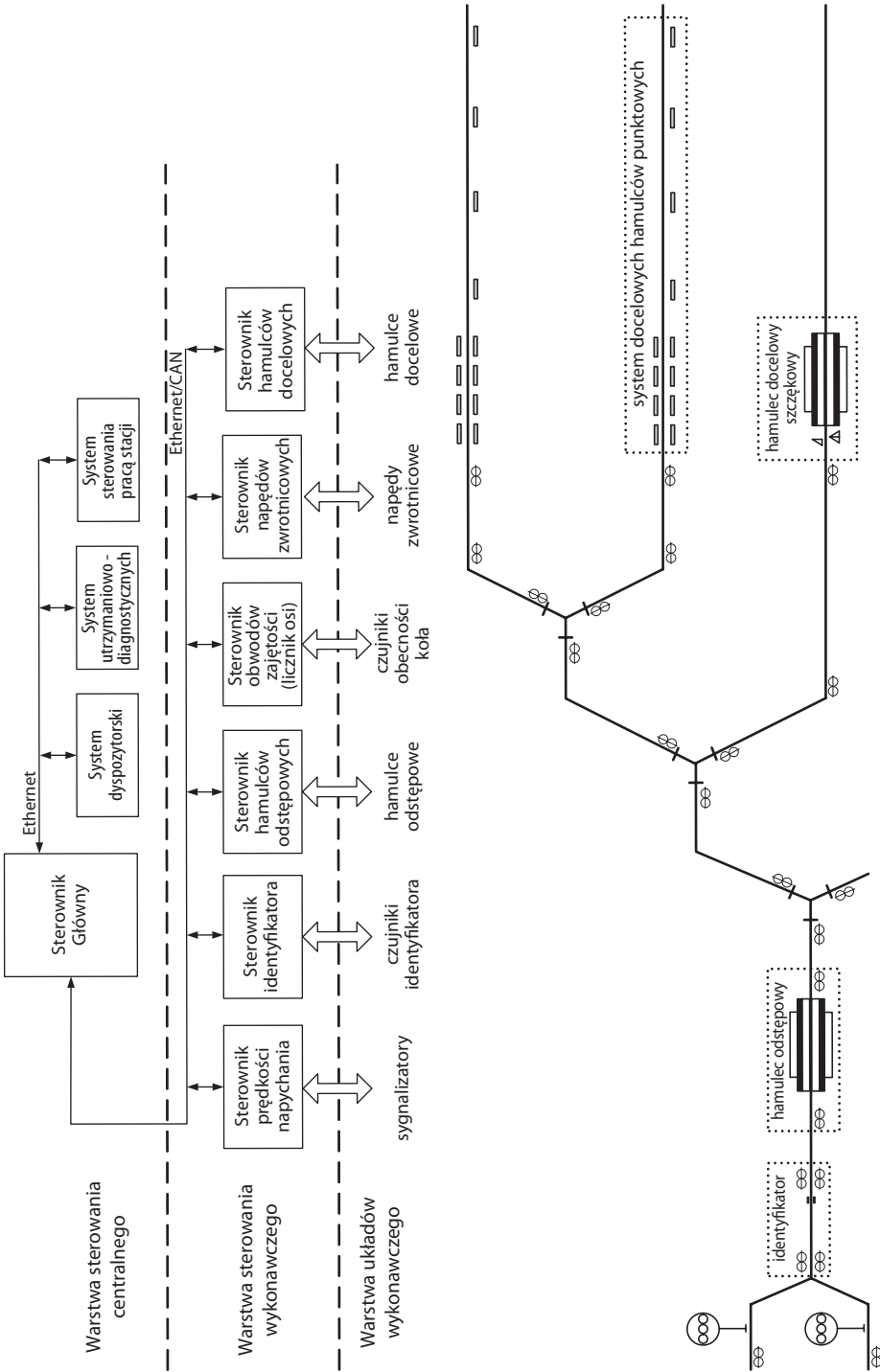
- poprawę bezpieczeństwa procesu rozrządzenia, w szczególności możliwość prowadzenia rozrządu w warunkach bardzo złej widoczności lub silnego wiatru,
- pełne wykorzystanie wydajności poszczególnych podsystemów asr w zakresie czasu rozrządzenia składu,
- dopasowanie funkcjonalności systemu do wymagań współpracy między zarządcą infrastruktury i przewoźnikiem.

Po okresie badań i próbnej eksploatacji rozwiązań prototypowych, docelowa wersja systemu została zabudowana w 2010 roku na stacji rozrządowej Poznań Franowo.

System TENSAR został zaprojektowany w taki sposób, aby umożliwić łatwą zabudowę na obiektach zróżnicowanych pod względem eksploatowanych podsystemów asr. Schemat funkcjonalny oraz przykład konfiguracji systemu przedstawiono na rysunku 6 oraz rysunku 7.



Rys. 6. Struktura funkcjonalna systemu TENSAR



Rys. 7. Przykładowa konfiguracja systemu TENSAR

Sterowanie rozrządem odbywa się z wykorzystaniem autonomicznych podsystemów asr, m.in. systemu indywidualnego nastawiania zwrotnic SNZ-2 oraz systemu sterowania hamulcami odstępowymi. Istotną cechą systemu jest śledzenie przemieszczających się odpręgów wraz z pełną rejestracją ich położenia na tle zdarzeń techniczno-ruchowych.

4. PODSUMOWANIE

Mechanizacja i automatyzacja procesu rozrządzania na stacjach rozrządowych i manewrowych sieci PKP przebiegała bardzo intensywnie w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Stacje wyposażano w szeregowe hamulce torowe odstępowe i docelowe typu ETH, centralnie sterowane elektryczne napędy zwrotnicowe (indywidualne lub samoczynne), systemy identyfikacji odpręgów, pomiaru ich prędkości oraz parametrów biegowych, pomiaru wolnej długości torów kierunkowych i inne.

Ponad dwudziestoletni okres użytkowania sprawił, że elementy systemów są już w znacznym stopniu wyeksploatowane. Wymagają dużych nakładów finansowych na podtrzymywanie i odtwarzanie właściwego stanu technicznego [6].

Obserwując rozwój techniki w dziedzinie automatycznego rozrządzania wagonów, nietrudno zauważyć, że mimo znaczącego zmniejszenia roli przewozów rozproszonych w transporcie kolejowym, istnieje zapotrzebowanie na nowe rozwiązania zapewniające przede wszystkim bezpieczeństwo procesu rozrządzania. Opracowane i wdrożone w ostatnich latach w Polsce systemy SARPO i TENSAR odpowiadają w pełni współczesnym tendencjom w tym zakresie.

Rozwój systemów regulacji prędkości powinien być ukierunkowany na zwiększanie dokładności funkcjonowania systemów kontrolno-pomiarowych oraz, dzięki wdrażaniu zaawansowanych systemów przetwarzania danych, poprawę trafności prognozowania ruchu odpręgów między kolejnymi pozycjami hamowania.

Niezbędne jest doskonalenie metod oddziaływania na odpręgi w procesie rozrządzania, w celu zwiększenia efektywności regulacji prędkości oraz wzrostu bezpieczeństwa i sprawności realizacji tego procesu. Także eksploatowane elementy wykonawcze systemów wymagają ciągłego doskonalenia.

Wdrażanie nowych rozwiązań powinno przede wszystkim doprowadzić do wyeliminowania udziału człowieka w procesie rozrządzania odpręgów. Wprowadzenie w pełni automatycznych systemów regulacji prędkości powinno być celem nadrzędnym w ich rozwoju. Do osiągnięcia tych celów niezbędna jest kontynuacja oraz intensyfikacja prac rozwojowych, a także realizacja nowych projektów badawczych.

BIBLIOGRAFIA

1. Buława M., Krajewski R.: *Obszar sterowania do celu w metodzie prowadzenia do celu*. „Transport”, 2004, nr 2 (20).
2. Dyduch J., Buława M.: *An application of the strategy „leading to the target” to modulation of wagons speed in marshalling yard*. III International Conference „Transport Systems Telematics TST’03”, Katowice-Ustroń, 3–15 November 2003.
3. Dyduch J., Buława M.: *An optimisation of the „leading to the target” method*. IV International Conference „Transport Systems Telematics TST’04”, Katowice-Ustroń, 4–6 November 2004.
4. Loryński W., Moczarski J.: *Opinia o systemie automatycznej regulacji prędkości odpręgów SARPO wraz z Zespołem Wizualizacyjno-Operatorskim oraz Zespołem Reje-stratora*. Zadanie 4330/10. Warszawa, CNTK, marzec 2009.
5. Moczarski J. (red): *Raport końcowy z realizacji projektu celowego nr 6T12 056 2001C/5503. Inteligentny system regulacji prędkości odpręgów z oddziaływaniem punktowym dla stacji rozrządowych, manewrowych i bocznic kolejowych*. Warszawa – Kańczuga, maj 2005 (Kierownik projektu J. Moczarski).
6. Moczarski J.: *Infrastruktura techniczna w regulacji prędkości odpręgów na stacjach rozrządowych*. „Transport i Komunikacja”, 2010 nr 6.