

Nowoczesny system rozjazdowy na przykładzie tunelu Gottharda



Piotr Michowski, Wojciech Ulatowski

Prezentowano nowoczesny system rozjazdowy wybrany jako wyposażenie najdłuższego kolejowego tunelu świata – tunelu Gottharda w Alpach. Omówiono przesłanki wyboru rozwiązań technicznych oraz najważniejszych cech zastosowanych systemów: zintegrowanego systemu przestawiania i kontroli Hydrostar oraz systemu diagnostyki Roadmaster, których właściwości pozwoliły na spełnienie wysokich wymagań dotyczących dostępności oraz podatności utrzymaniowej systemu przy zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa.



dr inż.
Wojciech Ulatowski
TENS Sp. z o.o.



mgr inż. Piotr Michowski
TENS Sp. z o.o.

Rozjazd jako urządzenie służące do zmiany kierunku przejazdu pojazdu szynowego jest jednym z kluczowych i odpowiedzialnych za bezpieczeństwo elementów szlaku kolejowego. Zachodzące w obrębie zwrotnicy zjawiska fizyczne oraz oddziaływujące siły pomiędzy poruszającym się pojazdem a torem sprawiają, że element ten należy traktować specjalnie. Nieustannie rosnące prędkości przejazdu pojazdów przez rozjazdy, zarówno w kierunku zasadniczym jak i w kierunku zwrotnym, skutkuje zwiększeniem promieni rozjazdów i wzrostem długości ruchomych części zwrotnic. Rozjazdy stają się mniej stabilne i wymagają większej liczby punktów nastawczych, zamknięć i punktów kontroli. Wszystkie te powyższe zjawiska powodują konieczność zweryfikowanie tradycyjnego podejścia do rozjazdu kolejowego.

W celu zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, niezawodności oraz dostępności wszystkie elementy rozjazdu powinny już na etapie projektowania być odpowiednio do siebie dopasowane.



1. Lokalizacja tunelu Gottharda



2. Zabudowa „wąska” w porównaniu do rozwiązania tradycyjnego

Rozjazd powinien być traktowany jako jeden, kompletny system realizujący zadane funkcje. Łączenie w jednym urządzeniu wielu elementów pochodzących od różnych dostawców, prezentujących różne poziomy techniki, generuje zarówno na etapie zabudowy jak i eksploatacji dodatkowe koszty.

Powyższe całościowe podejście zastosowano przy budowie linii kolejowej w tunelu Gottharda w Alpach, najdłuższym tunelu kolejowym na świecie, liczącym 57 kilometrów długości. Na wybudowanej za prawie 7 mld Euro trasie prędkość pociągów będzie dochodzić do 250 km/h, natomiast masa pociągów towarowych będzie osiągać 4000 ton.

Do realizacji przedsięwzięcia zostało wybrane rozwiązanie, w którym rozjazd traktowany jest jako zoptymalizowany niezawodnościowo i technicznie system realizujący wymagane funkcje. Systemem, który spełnił postawione wymagania jest rozjazd produkowany przez firmę VAE Eisenbahnsysteme

GmbH, wyposażony w zintegrowany system przestawiania i kontroli zwrotnic HYDROSTAR oraz system monitorowania i diagnostyki ROADMASTER.

Podczas budowy tunelu zostaną zabudowane 32 rozjazdy o promieniach torów zwrotnych w przedziale od 1600m do 12000m.

Nowoczesny rozjazd

Głównymi kryteriami wyboru systemu rozjazdowego dla tunelu Gottharda były:

- niewielkie gabaryty, dzięki czemu cała zabudowa rozjazdu wraz z wyposażeniem jest „wąska”, przez co nie koliduje z konstrukcją tunelu,
- konstrukcja zoptymalizowana pod kątem niezawodności i utrzymania,
- łatwość połączenia z systemem sterowania.

Wąska zabudowa wybranego systemu znakomicie predestynuje go do instalacji

w tunelach i miejscach o ograniczonej powierzchni. Niewielkie gabaryty systemu rozjazdowego umożliwiają zredukowanie potrzebnego miejsca na jego instalację, co przekłada się wprost na znaczącą oszczędność czasu i nakładów finansowych podczas budowy tunelu. Ponadto, wykorzystywanie tylko jednej jednostki sterującej do sterowania zwrotnicą i ruchomą krzyżownicą daje nie tylko znaczne oszczędności podczas procesu integracji systemu z systemem sterowania, ale poprawia niezawodność całego układu. System rozjazdowy jest podatny utrzymaniowo, pozwala na znaczące wydłużenie okresów międzyprzeglądowych oraz umożliwia podbijanie mechanicznie. Istotną przesłanką wyboru tego rozwiązania był fakt, że firma oferuje kompletny system rozjazdowy, co sprzyja optymalizacji rozwiązań technicznych oraz rozwiązuje kwestie odpowiedzialności za funkcjonowanie rozjazdu.

Porównanie zabudowy „wąskiej” z tradycyjną zostało przedstawione na rysunku 2.



3. System HYDROSTAR na stacji Włoczek Północ

Rozjazd – część szynowa

Projektowana trasa tunelu Gottharda zapewni prędkość pociągów do 250 km/h. Dodatkowo będzie wykorzystywana przez ciężkie pociągi towarowe o masie do 4000 ton i naciskach osiowych do 250 kN. Przy tych prędkościach i obciążeniach, wytrzymałość i niezawodność zastosowanych rozwiązań jest sprawą kluczową. Rozjazdy, aby mogły współgrać z założeniami, dotyczącymi wysokich prędkości, muszą cechować się dużymi promieniami torów zwrotnych, a także bezpieczeństwem użytych systemów rozjazdowych.

W obrębie tunelu zainstalowanych zostanie 8 rozjazdów EW60-1600 na podłożu niekonwencjonalnym, natomiast poza tunelem, na powierzchni podsypkowej, zostaną zabudowane kolejne 24 rozjazdy o promieniach od 2600 do 12000 m i skosach od ok. 1:20 do 1:42. Dla części z nich przewidziano zastosowanie ruchomych dziobów krzyżownic. W przeciwieństwie do tradycyjnych rozwiązań, gdzie wzrost liczby punktów przestawczych



4. System HYDROSTAR ZV z 3 punktami zamykania

wiąże się ze wzrostem liczby napędów, sterowanie rozjazdem będzie realizowane za pośrednictwem tylko jednej jednostki napędowej. Stal stosowana do produkcji rozjazdów to stal gatunku R260, natomiast dla komponentów przenoszących największe obciążenia dynamiczne stosuje się szyny ze stali gatunku R350HT, charakteryzujące się zwiększoną wytrzymałością wskutek zastosowanej obróbki cieplnej.

Podsystem przestawiania i kontroli HYDROSTAR

Zintegrowany system przestawiania i kontroli HYDROSTAR (Rys.3) łączy najnowsze idee z zakresu napędu, przestawiania, zamknięć (ryglowania) i kontroli położenia.

HYDROSTAR jest standardem ÖBB (Austrian Federal Railways) na liniach o prędkości 200-250 km/h oraz dla kluczowych rozjazdów na liniach do prędkości 160 km/h. Od roku 2010 system jest standardowym wyposażeniem koreańskiej linii $v=300$ km/h Daegu – Busan (37 rozjazdów). Instalacje pilotażowe zostały zabudowane między innymi w Niemczech (DB), Turcji (TCDD), Hiszpanii (ADIF) i Polsce (PKP PLK).

System Hydrostar jest zintegrowanym układem elektro-hydrauliczno-mechanicznym zainstalowanym na pojedynczym rozjeździe. Jego część elektro-hydrauliczna realizuje funkcję napędu oraz płynnego przestawiania zwrotnicy, zaś część mechaniczna odpowiedzialna jest za funkcje bezpieczeństwa – ryglowanie. Część elektryczna realizuje interfejs z systemem sterowania

ruchem oraz wraz z elementami mechanicznymi stanowi podsystem kontroli położenia iglic (układ detekcji).

W systemie można wyodrębnić następujące elementy, które zostały przedstawione na rysunku 4:

- napęd elektrohydrauliczny,
- pręt kontrolny zamknięcia ostrza iglicy,
- hydrauliczny układ sprzęgający punkty przestawiania – przenoszenie siły,
- zamknięcia nastawcze,
- kontrolery iglic.

Wszystkie stopnie nastawcze pojedynczej zwrotnicy i/lub ruchomego dziobu są sterowane z pojedynczej jednostki napędowej. Podstawową zaletą takiego rozwiązania jest pełne zsynchronizowanie przestawiania wielu punktów nastawczo-ryglujących. To z kolei znacznie redukuje poziom złożoności systemu sterowania i układów elektrycznych wykorzystywanych do sterowania ruchem kolejowym. Jednostka napędowa jest zintegrowana z podrozdziadnicą, której wymiary nie odbiegają od wymiarów innych podrozdziadnic. Dzięki temu zachowana zostaje równomierność rozłożenia punktów podporowych w układzie sprężystym, jaki tworzą podkład i podtorze tłuczniowe, a także zachowana zostaje możliwość maszynowego podbijania podrozdziadnic w całej strefie zwrotnicy.

W każdym punkcie nastawczym zainstalowana jest jednostka, która odpowiedzialna jest nie tylko za przestawienia iglic, lecz również za ich odpowiednie zaryglowanie. W celu uzyskania wysokiego poziomu bezpieczeństwa w obu położeniach końcowych

ryglowane są obie iglice – zarówno odlegająca jak i dolegająca. Ryglowanie to jest w pełni mechaniczne. Układ ryglujący, podobnie jak napęd, zintegrowany jest z pojedynczą podrozdziadnicą o wymiarach zbliżonych do wymiarów innych podrozdziadnic.

Stosowany w systemie kontroler pełni identyczne funkcje jak kontrolery w rozwiązaniach konwencjonalnych. Kontroler ten służy do wykrywania niedolegania iglicy lub ruchomego dzioba.

Hydrauliczny układ sprzęgający punkty przestawiania odpowiedzialny jest za transmisję energii wytworzonej w jednostce napędowej do wszystkich punktów nastawczych zainstalowanych w pojedynczej zwrotnicy lub ruchomym dziobie. Stosowane technologie hydrauliczne wykorzystywane są tylko i wyłącznie do przestawiania zwrotnic oraz ruchomych dziobów. Ryglowanie zamknięć nastawczych zawsze realizowane jest w pełni mechaniczne. Należy podkreślić, że obecny stan wiedzy i rozwój technologii z zakresu hydrauliki pozbawia nowoczesne konstrukcje wad swoich poprzedników, z początków lat dziewięćdziesiątych i czyni je urządzeniami o dużym stopniu niezawodności.

Standardowo, w celu podłączenia systemu HYDROSTAR do systemu sterowania ruchem kolejowym, wykorzystuje się cztery przewodowe złącze, przez które dostarczane zostają wszystkie konieczne sygnały elektryczne, niezbędne do nastawiania i kontroli zwrotnicy.

Dzięki nowatorskiemu podejściu do konstrukcji systemu zintegrowanego, HY-



5. System diagnostyki Roadmaster

DROSTAR posiada właściwości, które są praktycznie nieosiągalne dla rozwiązań konwencjonalnych. Jedną z takich cech jest możliwość instalacji rozjazdu wyposażonego w kompletny system do przestawiania i kontroli HYDROSTAR systemem „plug and play”. W pełni wyposażony przez jednego producenta rozjazd, który jest gotowy do wbudowania natychmiast po jego dostarczeniu do klienta.

Podsystem monitoringu i diagnostyki ROADMASTER

Tendencje w kierunku coraz wyższych prędkości, większych obciążeń osiowych i rosnącego zagęszczenia ruchu pociągów powodują trudności w konserwacji systemów i urządzeń infrastruktury kolejowej. Rozwiązaniem tego problemu jest przeprowadzenie konserwacji w oparciu o aktualny stan urządzeń, nie zaś tylko i wyłącznie w oparciu o narzucone przez przepisy kolejowe terminy. Kluczowymi zagadnieniami dla nowo proponowanego podejścia stają się ciągła, zdalna diagnostyka i mechanizmy, które natychmiast wykrywają usterki przy ich jednoczesnej lokalizacji.

Jednym z najbardziej zaawansowanych technologicznie systemów monitorujących i diagnozujących aktualny stan rozjazdów kolejowych jest system Roadmaster firmy VAE Eisenbahnsysteme GmbH. System ten przetwarza zebrane dane dotyczące stanu rozjazdu, a następnie porównuje je z żądanymi (referencyjnymi). Uzyskane w ten sposób trendy zmian wartości rzeczywistych od oczekiwanych umożliwiają przewidywanie awarii z dużym wyprzedzeniem, zanim osiągnięte zostaną wartości graniczne – nieakceptowane. Dzięki temu wszelkie zmiany w pracy rozjazdu, które mogą spowodować awarię lub uszkodzenie są wykrywane na etapie wcześniejszym.

Łącząc zintegrowany system przestawiania i kontroli zwrotnic HYDROSTAR z systemem monitoringu i diagnostyki Roadmaster

uzyskujemy optymalne rozwiązanie dla linii wysokich prędkości zarówno pod względem niezawodności działania jak i minimalizacji kosztów utrzymania.

Od kilku lat system Roadmaster jest standardem na austriackiej sieci kolejowej ÖBB (Austrian Federal Railways). Obecnie już ponad 1000 rozjazdów wyposażonych jest w system Roadmaster Light, a pozostałe 4000 są w trakcie zabudowy. Ze względu na jego cechy systemem Roadmaster interesuje się wiele zarządów kolejowych krajów europejskich i poza europejskich. System został zabudowany między innymi w Szwajcarii, Niemczech, Hiszpanii, Holandii, Włoszech, Wielkiej Brytanii i na Tajwanie.

Podsumowanie

Rosnące wymagania niezawodnościowe oraz oczekiwana podatność utrzymaniowa wymagają poszukiwania nowych rozwiązań w obszarze techniki rozjazdowej. Optymalizacja rozwiązań wymaga nowego podejścia do integracji urządzeń składających się na rozjazd kolejowy. Dla osiągnięcia oczekiwanych rezultatów konieczna jest dobra współpraca specjalistów rozumiejących wszystkie aspekty funkcjonowania rozjazdu, zarówno drogowe jak i automatyki.

Rozwiązania zastosowane w tunelu Gottharda są dobrym przykładem poszukiwania rozwiązań, które mają zapewnić nie tylko funkcjonalność i bezpieczeństwo, ale również wysoki poziom dostępności i niskie koszty utrzymania. Rozjazd z systemem HYDROSTAR® znakomicie wpisuje się w te tendencje. Dzięki zwartej, modułowej konstrukcji system ten może być zainstalowany w rozjazdach o różnych promieniach, zwiększając odpowiednio liczbę punktów przestawczych. Ograniczenie liczby układów napędowych nie tylko poprawia niezawodność, ale pozwala na łatwe podłączenie do systemu sterowania. Sposób montażu rozjazdu systemem „plug and play”, pozwala na zabudowę u klienta gotowego rozjazdu

wraz z systemem przestawiania i kontroli w bardzo krótkim czasie. Rozwiązanie to jest bardzo korzystne dla klienta, ponieważ zredukowane są wysokie koszty związane z wstrzymaniem ruchu pociągów podczas montażu rozjazdu z podzespołów. Zastosowanie systemu monitorowania i diagnostyki ROADMASTER pozwala na optymalizację utrzymania poprzez możliwość działań prewencyjnych oraz otwiera drogę do utrzymania uwarunkowanego stanem technicznym urządzeń (ang. condition based maintenance). ◀

Materiały źródłowe:

- [1] Materiały informacyjne firmy VAE Eisenbahnsysteme GmbH, www.voestalpine.com
- [2] Materiały informacyjne firmy Tens Sp. z o.o., www.tens.pl
- [3] Quantschnigg R.: HYDROSTAR® Switch operating system for main track application, SIGNAL + DRAHT (96) 5/2004, pp. 37–39.
- [4] Schnedl K.: HYDROSTAR® HB – Point Operating System for Movable Crossings, SIGNAL + DRAHT (97) 7+8/2005, pp. 44–48.
- [5] Materiały firmy VAE Eisenbahnsysteme GmbH: Operating Manual - HYDROSTAR® ZV-4D, Wydział: EHF, Lipiec 2005.
- [6] Materiały firmy VAE Eisenbahnsysteme GmbH: Operating Manual - VAE ROADMASTER 2000 LIGHT, Turnout Diagnostics System, Marzec 2007.
- [7] Strona internetowa www.siteselection.com.