

Janis Vitins, Wojciech Okieńczyc

Lokomotywy europejskie dla ruchu transgranicznego

Powstanie Unii Europejskiej i jej obecne rozszerzenie na wschód spowodowało znaczne zmiany w europejskim kolejnictwie. Impulsem napędowym tych przemian była wolna konkurencja, powstała na tej rozszerzonej europejskiej sieci kolejowej. Zaostrzone współzawodnictwo między różnymi systemami transportowymi, np. transportem drogowym a kolejowym, zmusza do znalezienia nowych rozwiązań, pozwalających na zmniejszenie kosztów, a tym samym poprawę konkurencyjności kolei [1]. Należy pamiętać, że w dzisiejszej Europie granice państw tracą znaczenie, pozwalając optymalizować drogi komunikacji. Takie nowe środowisko działania operatorów kolejowych zmienia również wymagania stawiane przemysłowi zaopatrzącemu kolej, między innymi producentom lokomotyw.

Interoperacyjność pojazdów jest dzisiaj nieodzowna, nie tylko ze względów eksploatacyjnych, lecz również zachowania wartości inwestycji. Komercyjna korzyść z lokomotywy i rentowność osiągnięta przez użytkownika są stawiane dziś zawsze na pierwszym planie przy opracowaniach technicznych. Standaryzacja lokomotyw w wielu krajach jest nieodzowna, by móc je eksploatować w transgranicznym ruchu w Europie. Dzięki wydłużeniu budowanych serii pozwala ona obniżyć koszt dla użytkownika i upraszcza homologację w różnych krajach. Żądana przez użytkownika wysoka gotowość techniczna i niezawodność wymaga, by producent znał eksploatacyjne warunki brzegowe występujące w poszczególnych krajach i wynikające z nich wymagania uwzględniał w konstrukcji lokomotyw. Tylko przy użyciu sprawdzonych w praktyce komponentów i systemów możliwe jest zapewnienie wymaganych dzisiaj krótkich terminów dostaw, przy jednocześnie wysokiej jakości produktu.



Rys. 1. Lokomotywa BR 185

W artykule opisano jak wielkoseryjną lokomotywę BR 185 rozwinęto w platformę konstrukcyjną lokomotyw, spełniającą nowe wymagania rynkowe kolei. Platforma ta pozwala na pokrycie zróżnicowanego zapotrzebowania kolei na lokomotywy dla sieci trakcyjnych prądu przemiennego i stałego, jak i dla trakcji spalinowej. Dzięki tej platformie użytkownik ma do dyspozycji różne warianty lokomotyw, z których można wybrać najkorzystniejszą kosztowo trakcję dla specyficznych warunków ruchu. Podobnie jak w przemyśle lotniczym, np. w Airbusie 319, 320 i 321, różne warianty opartej na jednolitej platformie lokomotyw pozwalają na zmniejszenie kosztów szkolenia, zaopatrzenia w części zamienne, zakupu tych części, utrzymania technicznego i eksploatacji. Lokomotywy ze standardowej platformy umożliwiają użytkownikowi zwiększenie swojej konkurencyjności.

Platforma lokomotyw TRAXX

Platforma lokomotyw TRAXX jest wynikiem długiego procesu rozwoju – od lokomotyw dla DB AG, BR 101 (dostarczono 145 lokomotyw) i BR 145 (dostarczono 80 lokomotyw), skonstruowanych dla krajowych sieci niemieckich [2]. Wyprodukowana następnie w dużej serii (400 szt.) lokomotywa BR 185 dla Railion powstała na bazie lokomotywy BR 145 i została rozbudowana dla ruchu transgranicznego we wszystkich krajach europejskich z sieciami prądu przemiennego 15 kV 16,7 Hz i 25 kV 50 Hz. Od 2005 r. lokomotywy te dostarczane będą z pudłem spełniającym przyszłe standardy interoperacyjności. Aktualny stan konstrukcji lokomotywy BR 185 stanowi bazę techniczną dla platformy TRAXX.

Platforma lokomotyw obejmuje następujące warianty:

- TRAXX-AC dla sieci prądu przemiennego 15 kV 16,7 Hz i 25 kV 50 Hz;
- TRAXX-DC dla sieci prądu stałego 3 kV i 1,5 kV;
- TRAXX-MS dla sieci prądu przemiennego i prądu stałego, tzn. 15 kV 16,7 Hz i 25 kV 50 Hz oraz 3 kV i 1,5 kV;
- TRAXX-DE dla tras nie zelektryfikowanych.

Wszystkie warianty lokomotyw mają jednakowe wózki. Można je wyposażać w różne pakiety napędowe, odpowiadające trzem zakresom prędkości:

- 1) 140 km/h do ruchu towarowego z silnikami zawieszonymi za nos;
- 2) 160 km/h do regionalnego ruchu pasażerskiego, z napędem całkowicie odsprężynowanym;
- 3) 200 km/h do pociągów InterCity, z napędem całkowicie odsprężynowanym i odpowiednio dobranymi przełożeniami.

Wszystkie typy lokomotyw można dodatkowo wyposażać w pakiet ruchu lokalnego, składający się z tablicy kierunkowej i odpowiednich urządzeń komunikacyjnych dla pasażerów.



Rys. 2. Przykłady trakcji transgranicznej; u góry po lewej – pociąg z transportem glinki z Limburga (Niemcy) do Domodossola (Włochy); u góry po prawej – połączenie towarowe między Mannheimem (Niemcy) a Metz (Francja); na dole – lokomotywy relacji Niemcy – Szwajcaria: Railion BR 185, SBB Re 482 i BLS Re 485 są identyczne w każdej części

Lokomotywy na prąd przemienny TRAXX-AC

Lokomotywy TRAXX-AC mają największy obszar zastosowań. Pojazdy użytkowane są w całym towarowym korytarzu transportowym północ–południe, ze Szwecji, aż do granicy włoskiej. Lokomotywa zaprojektowana jest dla większości krajów Unii Europejskiej, jak np. Austrii, Danii, Francji, Luksemburga, Niemiec, Norwegii, Szwajcarii, Szwecji, a także dla Węgier. Możliwe jest bardzo łatwe rozszerzenie tego rejonu również o Chorwację, Serbię, Bułgarię i Rumunię. Ten typ lokomotywy jest aktualnie eksploatowany przez Railion, SBB Cargo, BLS Cargo, CFL, Angel Trains Cargo i wielu innych operatorów prywatnych. Spółki te eksploatują swoje lokomotywy na całym terytorium Niemiec, w Szwajcarii, Luksemburgu, Austrii, a ostatnio także w północnej Francji. Railion wszedł z 20 lokomotywami BR 185 do Francji z chwilą zmiany rozkładu jazdy w grudniu 2003 r. do obsługi połączenia między dworcami towarowymi w Metz (Francja) i Mannheim (Niemcy). Aby zapewnić lokomotywowi maksymalną elastyczność eksploatacyjną w ruchu transgranicznym wyposaża się je zazwyczaj w cztery odbieraki prądu.

W wariantcie dla towarowego korytarza transportowego północ–południe (Niemcy–Szwajcaria) eksploatowana jest większość ze 125 lokomotyw [3]. Typowe relacje to połączenie Kolonii, Mannheim i Hamburga poprzez Alpy z granicą włoską. Wszystkie lokomotywy Railion, SBB Cargo, BLS Cargo z oznaczeniami BR 185, Re 482 i Re 485 są technicznie identyczne. Oznacza to, że koleje szwajcarskie przejęły bez zmian m.in. koncepcję

obsługi i jednolite stanowisko maszynisty lokomotyw BR 185. Dzięki tak wysokiemu stopniowi unifikacji zmniejsza się koszty, osiągając wysoki stopień interoperacyjności.

Do wariantu lokomotyw na prąd przemienny dochodzą lokomotywy dla ruchu pasażerskiego. Zamówiono już lub dostarczono 63 lokomotywy BR 146 dla DB Regio, na prędkości do 160 km/h. Lokomotywy te stosowane są przeważnie w pociągach typu *push-pull* z wagonami piętrowymi. Taka koncepcja eksploatacyjna zapewnia kolei następujące korzyści:

- zmniejszenie kosztów przypadających na jedno miejsce do siedzenia;
- elastyczność konfiguracji pociągu z 3 do 6 wagonami piętrowymi; można stosować również jednopoziomowe wagony standardowe lub niskopodłogowe;
- wysoki komfort podróży dla pasażerów;
- małe koszty utrzymania, możliwa jest optymalna konserwacja wagonów i lokomotyw.

Zalety pociągów zestawionych z wagonów prowadzonych przez lokomotywy wykorzystują także inne koleje, np. operatorzy prywatni LNVG i Connex w Niemczech, CFL, a także we Włoszech (przy użyciu lokomotyw E 464).

Lokomotywy wielosystemowe TRAXX-MS

Wariant wielosystemowy jest identyczny z lokomotywą na prąd przemienny TRAXX-AC, lecz uzupełniony o dodatkowe wyposażenie dla zasilania z sieci prądu stałego 3 kV i 1,5 kV. Lokomotywy



Rys. 3. Wielu prywatnych operatorów zdecydowało się na lokomotywy TRAXX

te rozszerzają paletę lokomotyw platformowych dla transgranicznego ruchu z Niemiec do Polski, Słowenii oraz Słowacji i Czech. W korytarzu północ-południe umożliwią one połączenia z Włochami, krajami Beneluksu i Francją, co pozwoli obsłużyć wszystkie znaczące osie transportu towarowego w Europie lokomotywami TRAXX-AC lub TRAXX-MS.

Lokomotywa wielosystemowa dla SBB Cargo, oznaczona Re 484, jest zaprojektowana dla wszystkich wymienionych sieci kolejowych, ale będzie stosowana głównie do obsługi transgranicznego ruchu towarowego między Szwajcarią a Włochami [4].

Lokomotywy na prąd stały TRAXX-DC

Przez pominięcie wyposażenia AC, lokomotywa wielosystemowa może być dostarczana także jako lokomotywa prądu stałego na napięcie 3 kV i 1,5 kV. Lokomotywa ta jest odpowiednia do eksploatacji na dłuższych odcinkach z siecią prądu stałego, ponieważ jej cena zakupu jest korzystniejsza w porównaniu z TRAXX-MS. Typowym, potencjalnym zastosowaniem tej lokomotywy jest krajowy ruch towarowy oraz pasażerski we Włoszech i w Polsce.

Lokomotywy spalinowo-elektryczne TRAXX-DE

W wariantcie spalinowym układy elektrycznego przekształcania energii zastąpiono pakietem spalinowym. Zamiast transformatora w wersji TRAXX-AC montowany jest zbiornik paliwa, pośrodku

maszynowni ustawiany jest silnik wysokoprężny, połączony kołnierzowo z prądnicą, a agregaty chłodzące zamontowane są bezpośrednio nad silnikiem, w elementach dachu. Dzięki temu lokomotywa pozostaje w znacznym stopniu niezmienniona. Stosowane są te same silniki trakcyjne i wózki, co w elektrycznych lokomotywach platformowych. Układ hamulcowy, napędy pomocnicze, obwody niskiego napięcia, sterowanie i automatyka, a także szafa urządzeń bezpieczeństwa ruchu pociągu i cała kabina maszynisty przejęte są z lokomotyw elektrycznych i tylko tam, gdzie niezbędne, uzupełnione o funkcje dodatkowe pakietu spalinowego.

Standardowe technologie dla platformy lokomotywowej

Wszystkie lokomotywy w obrębie platformy są tego samego typu konstrukcyjnego i mają te same wymiary zewnętrzne, np. długość ze zderzakami 18,9 m. Wykonanie kabiny maszynisty jest zawsze identyczne, a rozplanowanie urządzeń w maszynowni jest podobne dla wszystkich lokomotyw, dzięki czemu maszynista i personel techniczny we wszystkich lokomotywach platformy mają zawsze jednakowe warunki obsługi i utrzymania. Platforma pomyślana jest tak, by w maszynowni było miejsce na dodatkowe wyposażenie 1,5 i 3 kV. Dzięki temu łączniki prądu stałego, łączniki wysokonapięciowe, odłączniki uziemienia, odgromniki i przekształtniki wysokiego napięcia są – jak w BR 185 – chronione przed wpływami zewnętrznymi i łatwo dostępne do przeglądów i konserwacji z wnętrza maszynowni. Również oporniki hamowania umieszczo-



Rys. 4. Lokomotywy platformowe TRAXX stosowane są w pociągach typu „push-pull” z wagonami piętrowymi i jednopoziomowymi

no w maszynowni. Przy takiej koncepcji lokomotywy składają się w znacznym stopniu z jednakowych komponentów i systemów. W efekcie końcowym także osiągi lokomotywy są do siebie bardzo zbliżone (tabl. 1). Różnice między lokomotywami wynikają jedynie z różnych systemów bezpieczeństwa ruchu pociągu.

Zachowanie jednakowej długości lokomotyw i jednokowej konstrukcji przyczynia się istotnie do uzyskania małego nacisku na oś. Nawet lokomotywa wielosystemowa jest tylko nieznacznie cięższa od wariantu na prąd przemienny. Dzięki temu można było dla wszystkich wariantów platformowych przyjąć wypróbowane w praktyce wózki lokomotywy BR 185. Ten wózek standardowy sprawdził się bardzo dobrze w eksploatacji, nawet na krytycznych przełęczach alpejskich Gothard i Lötschberg, i pod względem przyczepności i osiągalnej masy ciągniętej w niczym nie ustępuje wyspecjalizowanym szwajcarskim lokomotywowi górskiemu SBB Re 460. Dzięki temu wszystkie warianty cechują się doskonałymi właściwościami biegowymi, zarówno na równinach z długimi, ciężkimi pociągami, jak i na obfitych w łuki trasach górskich. Istotnymi cechami wózka ujednoliconego są:

- mały rozstaw osi, wynoszący jedynie 2,6 m;
- zestawy kołowe z miękkim prowadzeniem bocznym wahaczami;
- przeniesienie siły pociągowej nisko położonym drążkiem ciągnąco-pchającym, jak w SBB Re 460;

Tablica 1

Dane techniczne lokomotyw towarowych TRAXX

	Typ		
	TRAXX F140 AC	TRAXX F140 DC	TRAXX F140 MS
Ruch krajowy – prąd w sieci	przemienny	prądu stały	przemienny i stały
Napięcie sieci trakcyjnej	15 kV 16,7 Hz 25 kV 50 Hz	3 kV	15 kV 16,7 Hz 25 kV 50 Hz 3 kV DC 1,5 kV DC
Masa	[t] 84	84	86–88
Moc na kole 15 kV AC, 25 kV AC, 3 kV DC	[MW]	5,6	
Moc 1.5 kV DC	[MW]	—	4,2
Moc opornika hamowania	[MW]	—	2,4
Siła pociągowa rozruchu (maks.)	[kN]		300
Siła hamowania (maks.)	[kN]		300
Szerokość toru	[mm]		1435
Skrajnia			UIC 505-1
Długość	[m]		18,9
Szerokość	[m]		2,978
Wysięg	[m]		4,25
Prędkość maks.	[km/h]		140
Rozstaw osi wózka	[m]		2,60
Średnica kół	[mm]		1250/1170
Opcje: prędkość	[km/h]		160, 200
Opcje: kraj			odpowiednie pakiety krajowe
Opcje: komunikacja			systemy informacji dla pasażerów

- wysokie sprężyny drugiego stopnia;
- hamulce tarczowe na kołach.

Mały rozstaw osi, w połączeniu z małymi naciskami na oś oraz prowadzeniem zestawów kołowych elastycznymi wahaczami, redukuje siły między kołem a szyną. Dług ciągnąco-pchający eliminuje odciążanie osi wózka siłami pociągowymi i hamowania – ważny warunek do zapewnienia dużej przyczepności. Wysokie sprężyny drugiego stopnia eliminują tendencję do bocznych przechyłów pudła na tutekch o małych promieniach. Tarcze hamulcowe na kołach tłumią skutecznie nieprzyjemne gwizdanie makropoślizgowe, także przy dużych wartościach poślizgu między kołem a szyną.

Lokomotywy w ruchu cechują się ponadto bardzo niskim poziomem hałasu, m.in. w kabinie maszynisty. Przy stosowaniu jednakowego pudła i jednakowych wózków wysięg pudła (odległość od zderzaka do środka wózka) jest we wszystkich lokomotywach jednakowy i wyraźnie mniejszy, niż w lokomotywach innych pro-

ducentów. Taki krótki wysięg jest korzystny przy stosowaniu hamulca dynamicznego i trójch pchanej na tutekch o małych promieniach. W ruchu pasażerskim lokomotywy można bez problemu stosować w pociągach typu *push-pull*.

Pudło lokomotywy wykonane jest zgodnie z nową, przyszłościową normą europejską TSI for Conventional Railways (Technical Specifications for Interoperability), jako zoptymalizowane zderzeniowo. Pudło ma odemowalne pozastrukturalne elementy odkształcalne, przejmujące energię kinetyczną lekkich zderzeń, bez szkód w samej lokomotywie. W przypadku ciężkich zderzeń bezpieczeństwo zapewnia strefa kontrolowanego zgniotu. Ścianka antypenetracyjna przed pulpitem maszynisty i masywne elementy przeciwsiętrzeniowe stanowią dalsze zabezpieczenie maszynisty. Klimatyzator jest przy tym umieszczony poza kabiną maszynisty, przed ścianką antypenetracyjną. W przypadku znacznego uszkodzenia można odciąć kabinę maszynisty w zdefiniowanym miejscu przy ścianie tylnej i wymienić na nową. W przeprowadzonych ostatnio testach zderzeniowych, zgodnie z normą przy prędkościach powyżej 60 km/h, potwierdzono bezpieczeństwo nowego pudła lokomotywy.

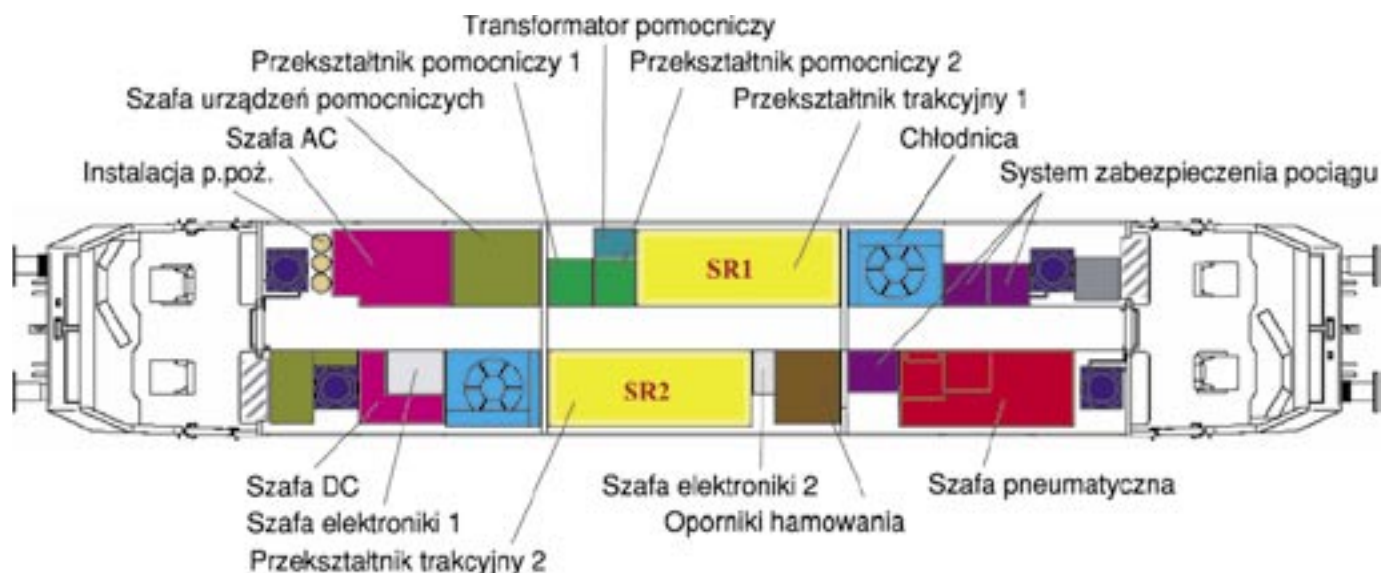
W wariantie wielosystemowym zmiany w stosunku do lokomotywy AC ograniczają się zasadniczo do:

- rejonu dachu,
- zawartości skrzyni podpodłogowej z transformatorem i dławikami,
- przekształtnika trakcyjnego.

Lokomotywy TRAXX-MS zasadniczo wyposażane są w cztery odbieraki. Przekształcanie energii dla czterech napięć sieci trakcyjnej następuje w nowym przekształtniku IGBT typu MITRAC TC 3300. W przeciwieństwie do lokomotyw AC z półprzewodnikowymi elementami zaporowymi 4,5 kV, w lokomotywach MS zastosowano nowe wysokozaporowe tranzystory IGBT 6,5 kV, które pracują w sieciach 15 kV AC i 25 kV AC, tak jak dzisiejsze przekształtniki AC. W sieciach prądu stałego 3 kV przekształtnik sieciowy stosowany jest jako przerywacz (czoper), co w przypadku lokomotywy wielosystemowej daje zasadnicze zalety systemowe.



Rys. 5. Lokomotywa wielosystemowa SBB Re 484 na stacji granicznej Luino na trasie Szwajcaria – Włochy



Rys. 6. Rozmieszczenie urządzeń lokomotywy wielosystemowej TRAXX F140 MS

■ Napięcie obwodu pośredniego jest dla wszystkich czterech rodzajów napięć sieci trakcyjnej regulowane na stałą wartość 2800 V. Wartość ta jest obecnie szeroko rozpowszechniona w lokomotywach dużej mocy z napędem trójfazowym dla sieci trakcyjnych 15 kV i 25 kV, co pozwala utrzymać wypróbowane w praktyce koncepcje przekształtników w części AC. Również cały układ napędowy, poczynając od falownika, łącznie z silnikami trakcyjnymi, pozostaje niezmieniony dla całej platformy. Lokomotywa wielosystemowa ma przy tej koncepcji takie same silniki trakcyjne, jak pozostałe warianty platformowe, tzn. jedynie z trzema kablami silnika, bez aparatury przełączania systemów.

■ W sieciach 3 kV występują regularnie duże wahania napięcia w zakresie od ok. 2200 V do ponad 4000 V. Przy regulowanym napięciu obwodu pośredniego unika się obciążania silników wysokimi wartościami napięcia, co korzystnie wpływa zarówno na konstrukcję, jak i redukcję strat silnika trakcyjnego oraz sprawność lokomotywy.

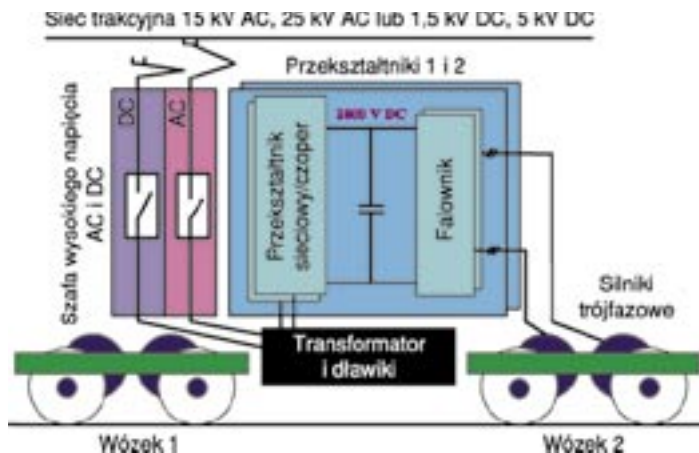
■ Przy małym zapotrzebowaniu mocy przez lokomotywę można napięcie obwodu pośredniego, tak jak przy napięciach AC, teraz także przy 3 kV DC zmniejszyć do ok. 2100 V. W ten sposób redukują się straty mocy i jeszcze bardziej zwiększa się sprawność ogólna lokomotywy.

We włoskiej lokomotywie wielosystemowej E 412 Trenitalia już w 1995 r. zastosowano uzwojenia trakcyjne transformatora jako dławik prądu stałego dla sieci 3 kV. Wykorzystaliśmy więc zdobyte przy tym bardzo dobre doświadczenia z oszczędnością masy i odpornością na prądy zakłócenia. Tak jak w E 412 napędy pomocnicze zasilane są z obwodu pośredniego przekształtnika trakcyjnego względem obwodu wejściowego prądu stałego.

Wszystkie lokomotywy platformowe mają dwa źródła zasilania napędów pomocniczych prądem trójfazowym: jedno z częstotliwością stałą, drugie ze zmienną. Charakterystyki, osiągi i rozdzielnice są we wszystkich lokomotywach podobne. Jedynie w wariantach MS i DC występuje dodatkowe zapotrzebowanie mocy dla wentylatora opornika hamowania.

Zalety eksploatacyjne jednolitej platformy lokomotywowej

Wszystkie lokomotywy platformowe cechują się wysoką unifikacją elementów. W porównaniu z lokomotywą AC udział części jednakowych wynosi dla lokomotywy wielosystemowej ok. 85%, przy lokomotywie na prąd stały ok. 82%. a w wariantcie spalinowo-elektrycznym ok. 70%. Należy do nich większość części wymiennych i szybko zużywających się. Korzyści użytkownika z zastosowania jednakowych komponentów i systemów są wielorakie i dotyczą np. zakupów i utrzymywania magazynów części zamiennych, szkolenia maszynistów i personelu technicznego, zbędności dodatkowych inwestycji na lokomotywnie i warsztaty, oszczędności na dokumentacji technicznej i eksploatacyjnej oraz jej aktualizacji, a wreszcie też zmniejszenia usterkowości i poprawy niezawodności we wszystkich dziedzinach eksploatacji [5].



Rys. 7. Koncepcja przekształtnika trakcyjnego lokomotywy TRAXX-MS; w sieciach 3 kV DC przekształtnik pracuje jako czopier, natomiast w sieciach 15 kV AC i 25 kV AC – jako przekształtnik sieciowy, jak w lokomotywach TRAXX-AC; napięcie obwodu pośredniego regulowane jest na stałą wartość 2800 V

Ta jednolitość budowy jest nieodłącznym skutkiem platformy lokomotywowej. Wszystkie lokomotywy powstają z ujednoliconej bazy produktu. Specyficzne dla kraju wyposażenie pomyślano jako pakiety dodatkowe dla tej bazy. Tak więc specyficzna dla SBB lokomotywa Re 484 została najpierw zbudowana jako lokomotywa standardowa, a następnie wyposażona w odpowiednie pakiety krajowe, np. Szwajcaria/Włochy. Pakiet dodatkowy zawiera w tym przypadku wymagane kamery wideo oraz szwajcarskie systemy bezpieczeństwa pociągu Signum i ZUB 262 oraz RS 4-Codici dla Włoch. Ponieważ Re 484 pomyślana jest jako lokomotywa standardowa, można doposażać ją także w inne pakiety krajowe, np. do jazdy do Niemiec lub Austrii. Zasadniczo wszystkie warianty lokomotyw można wyposażać w system bezpieczeństwa ruchu pociągu ETCS Poziom 1 lub 2.

Wszystkie lokomotywy TRAXX wyposażone są w multipleksowane z podziałem czasu sterowanie wielokrotne/dwukierunkowe, ZMS/ZWS, wielorządowe. Lokomotywy te można opcjonalnie wyposażać także w WTB Gateway (Wire Train Bus), jak również w GPS i zdalną diagnozę GSM.





Perspektywy

Transgraniczny ruch towarowy bez zmiany lokomotywy jest dzisiaj możliwy jedynie na nielicznych liniach transportowych. Taki sposób prowadzenia ruchu poprawia konkurencyjność kolei wobec innych rodzajów transportu. Ważne są przy tym akceptowalne koszty i wysoka niezawodność eksploatacyjna lokomotyw. Odpowiedzią przemysłu na te wymagania jest standaryzacja lokomotyw w ramach pewnej platformy konstrukcyjnej. Przy dzisiejszym stanie techniki można na jednolitej platformie wyprodukować lokomotywy towarowe dla wszystkich europejskich sieci kolejowych, łącznie z wariantem spalinowo-elektrycznym. Istnieje duży rynek zbytu dla lokomotyw platformowych do ruchu transgranicznego, które dzięki temu stają się atrakcyjne eksploatacyjnie i komercyjnie. Problem w ruchu transgranicznym stanowią jeszcze specyficzne wymagania krajowe, zwłaszcza koszty zróżnicowanych systemów bezpieczeństwa ruchu pociągu i różne procedury homologacyjne w poszczególnych krajach. Aby utrzymać w akcep-

towalnych ramach udział kosztu systemu bezpieczeństwa ruchu pociągu w łącznej cenie lokomotywy, konieczne jest często ograniczenie liczby pakietów krajowych w jednej lokomotywie. Dla utrzymania małych kosztów homologacji w poszczególnych krajach konieczne są pragmatyczne rozwiązania, możliwe do zrealizowania małym nakładem i w krótkim czasie. Konieczna jest przy tym ścisła współpraca organów homologacyjnych, operatorów i przemysłu. Niezbędna jest również współpraca różnych instytucji homologacyjnych, dla uzgodnienia metod, kompetencji i wymaganych badań.



Literatura

- [1] Vitins J.; Buscher M.: *Elektrische Lokomotiven für den grenzüberschreitenden Verkehr*. Jahrbuch des Bahnwesens Nah- und Fernverkehr, Hestra-Verlag, Folge 51–2002, s. 110–119.
- [2] Middendorf E.; Müller R.: *Lokomotiven für Europa – Die Güterzuglokomotiven der BR 185 von DB Cargo*. Schweizer Eisenbahn-Revue (1999), H. 9, s. 355–365.
- [3] Winkler U.; Vitins J.: *Neue Lokomotiven Re 482 für SBB Cargo*. Schweizer Eisenbahn-Revue 12/2001, s. 551–554.
- [4] Croce T.; Vitins J.: *Neue Lokomotiven Re 484 für SBB Cargo und SRC Italy*. Schweizer Eisenbahn-Revue 8-9/2003, s. 349–353.
- [5] Krötz, W.: *Die Fahrzeugstrategie der DB AG: Reduktion der Typenvielfalt*. ETR 52/2003, s. 165–170.

Autorzy
 Janis Vitins
 Wojciech Okienyczyc
 Bombardier Transportation

BOMBARDIER
 TRANSPORTATION



Experience the Extraordinary

Bombardier Transportation Polska Sp. z o.o.

ul. Fabryczna 12

53-609 Wrocław

tel. (71) 356 23 17, fax (71) 355 57 31

e-mail: info.recepcja@pl.transport.bombardier.com