



Marek Graff

Lokomotywy elektryczne serii E405/E412 kolei włoskich

Dwie E405 kolei FS, w tym E405-014, z pociągiem towarowym na linii Brennero w pobliżu stacji Fleres (8.07.2011 r.)

Fot. Damiano Piovanelli

Do lat 80. XX w. koleje włoskie w zasadzie nie eksploatowały lokomotyw wielosystemowych, tj. zdolnych do pracy zarówno pod prądem przemiennym (lokomotyw transformatorowych), jak i stałym, stosowanym u siebie (3 kV DC). Wjazd na sieć kolejową sąsiedniej Francji (1,5 kV DC) lokomotyw elektrycznych FS był wprawdzie praktykowany, ale komunikacja z krajami niemieckojęzycznymi, używającymi prądu 15 kV 16,7 Hz, wymagała wymiany lokomotyw na granicy.

Zastosowanie pojazdów wielonapięciowych, np. dla pociągów relacji Florencja – Monachium czy Wenecja – Zurych, umożliwiłoby prowadzenie pociągu przez jedną lokomotywę na całym odcinku obsługi. Lokomotywą wielosystemową może być także pojazd przystosowany do zasilania napięciem 1,5 kV DC, oprócz docelowego 3 kV DC, jednak w takim przypadku konwersja części elektrycznej lokomotywy czy eżt jest dość prosta.

Dopiero w 1993 r. koleje włoskie zdecydowały się rozszerzyć działalność na sąsiednie sieci kolejowe, co wiązało się z koniecznością budowy wielosystemowych lokomotyw elektrycznych, ze względu na odmienną napięcia stosowanego w sąsiednich krajach: 1,5 kV DC (SNCF), 15 kV 16,7 Hz (DB, ÖBB, SBB), koleje Słowenii stosują identyczne napięcie, jak FS – 3 kV DC. Nowe pojazdy miały prowadzić zarówno pociągi pasażerskie (EC/IC), jak i towarowe, na linii Brenner, charakteryzującej się dużymi spadkami. Zatem zbudowano 4 prototypy pojazdów w krajowej fabryce ABB Technomasio (ob. Bombardier) w Vado Ligure w północnych Włoszech, które poddano próbom techniczno-ruchowym, także na niemieckiej sieci kolejowej (oznaczenie DB – 128). W 1997 r. uruchomiono produkcję seryjną (powstało do-

datkowe 16 lokomotyw). Na przełomie 1999 i 2000 r. lokomotywy były testowane na sieci kolejowej Austrii. Te pojazdy dały początek rodzinie TRAXX, czyli wielosystemowym lokomotywom elektrycznym dużej mocy, do obsługi ruchu towarowego i pasażerskiego.

Zainteresowanie podobnymi lokomotywami wyraziły także koleje polskie – zamierzano zakupić 8 lokomotyw do obsługi pociągów pasażerskich relacji Warszawa – Berlin (planowane oznaczenie – EU43) na całej trasie. W połowie 1997 r. PKP podpisały porozumienie o zakupie dodatkowo 42 lokomotyw jednosystemowych (3 kV DC), zbudowanych w przejętym przez koncern Adtranz wrocławskim Paławagu z udziałem polskich specjalistów, które miały prowadzić kwalifikowane pociągi pasażerskie po sieci PKP, zwłaszcza po CMK. Koszt zakupu lokomotywy (EU11+EU43) miał wynosić 200 mln USD. Pod koniec 1997 r. pierwsze 3 szt. EU43 były gotowe (powstały w fabryce we Włoszech), a kolejne w Paławagu we Wrocławiu (5 szt.). Lokomotywy zostały przetestowane na torze doświadczalnym w Węglewie (prowadziły pociągi o masie do 5000 t) w czerwcu 1999 r. i w Niemczech, a w 2000 r. otrzymały dopuszczenie do poruszania się po sieci PKP. Brak środków finansowych w PKP oraz niepowodzenie w pozyskaniu leasingodawcy (miał nim być m.in. DEC, czy PKP Cargo), czy renegotjacji kontraktu (miano zakupić tylko część lokomotyw – 18, czy 24 szt. EU11) oraz niemożność wsparcia ze strony rządowej (brak poręczenia kredytu bankowego) przesądziły o odstąpieniu od ich zakupu przez PKP. Po przejściu ADtranzu przez Bombardiera w 2000 r., zarząd koncernu postanowił sprzedać EU43 włoskiej prywatnej spółce Rail Traction Company (RTC) w styczniu 2001 r. Z podobnego powodu, jak w przypadku EU43, pomimo, że EU11 zostały wyprodukowane i długo oczekiwano na odbiór przez pierwotnego nabywcę na terenie fabryki, to

decyzją podjętą przez zarząd Bombardiera na początku 2002 r. i sfinalizowaną w czerwcu 2002 r., ostatecznie ich właścicielem zostały koleje włoskie (koszt transakcji to 143 mln euro).

Budowa lokomotywy

Lokomotywa elektryczna serii E412 jest pojazdem nowej generacji. Pudło jest oparte na wózkach za pośrednictwem cylindrycznych sprężyn w systemie Flexicoil, będących także drugim stopniem usprężynowania, co z technicznego punktu widzenia eliminuje konieczność montowania czopa skrętu. Pudło jest wykonane z lekkich stopów stali, z wyjątkiem dachu, wykonanego ze stopu aluminium, oraz ścian czołowych z termoutwardzalnego tworzywa sztucznego. Projekt kabin maszynisty wykonali R. Se-

goni i P. Pizzoccheri z agencji stylistycznej Des.Tech. Przeniesienie sił pociągowo-wzdłużnych odbywa się za pośrednictwem dwustronnego ciągnika połączonego z wózkiem i podwoziem za pomocą elementów elastycznych. Przeniesienie napędu z silnika na osie pojazdu odbywa się za pomocą dwustopniowej przekładni czołowej całkowicie odsprężynowanej i drążonego wału z dwoma przegubami. Przegubami są sześciocięglowe znakoprzemienne sprzęgła wychylno-wysuwne z elementami podatnymi. Zespół napędowy jest podwieszony jednopunktowo do podwozia lokomotywy i dwupunktowo do czołownicy wózka. Na każdej osi znajdują się po dwie tarcze hamulcowe z wentylacją wymuszoną. Hamulcem zasadniczym jest hamulec elektrodynamiczny odzyskowy, a hamulec tarczowy pełni rolę pomocniczą. Dodatkowo, w lokomotywie zamontowano jako wspomagający hamulec sprężynowy (używany w czasie postoju). Odbiór prądu odbywa się poprzez jeden z dwóch pantografów Schunk: znajdującego się nad kabiną A, WBL 85/3 o szerokości ślizgacza 1450 mm, przystosowanego do współpracy z siecią 3 kV DC i prądu maksymalnego 3 kA, oraz pantografu WBL 85/15 (nad kabiną B) o szerokości ślizgacza 1950 mm, do odbioru prądu o napięciu 15 kV 16,7 Hz i natężeniu maksymalnym 0,8 kA. Podczas pracy pod napięciem 3 kV DC prąd przepływa przez wyłącznik ultraszybki Sécheron UR26, a w przypadku pracy pod napięciem 15 kV 16,7 Hz – wyłącznik próżniowy (IP-DJ). Tuż za pantografem znajduje się urządzenie rozpoznające rodzaj prądu, jakim jest zasilana lokomotywa (rozwiązanie to jest stosowane powszechnie w przypadku lokomotyw wielosystemowych). Prąd jest przetwarzany przez chłodzony olejem transformator (6 uzwojeń wtórnych), który zasila 4 falowniki tyrystorowe GTO, chłodzone wodą dejonizowaną, oraz dalej 4 asynchroniczne trójfazowe silniki trakcyjne o mocy po 1530 kW i maksymalnej prędkości obrotowej 3870 obr./min. Falowniki zbudowano na podstawie doświadczeń zdobytych przy lokomotywach serii E632 i E402 kolei FS. Każdy z przekształtników głównych GTO może być zasilany napięciem maksymalnym 2 kV DC, przy czym dla napięcia 15 kV prąd jest po wyjściu z transformatora prostowany, a dla napięcia 3 kV – po przejściu przez filtry i dławiki, wartość napięcia jest obniżana do żądanej wartości. Każdy przekształtnik główny zasila jeden silnik trakcyjny. Transformator zastosowany w lokomotywie wyprodukowany przez ABB jest typu 4030 OK, ma chłodzenie olejowe i masę 12,8 t. Moc urządzenia wynosi (uzwojenie pierwotne) 7824 kVA, wejściowe napięcie – 15 kV i natężenie – 540 A, a dla uzwojeń wtórnych – 1154 V i 1025 A (całkowite – 6600 kVA). Lokomotywa jest wyposażona w hamulec elektrodynamiczny odzyskowy oraz oporowy, przy czym ten ostatni, o mocy całkowitej 2200 kW, jest stosowany tylko pod napięciem stałym (nominalnym 3 kV DC) – rzeczywista wartość napięcia w sieci trakcyjnej nie może być większa niż 3,8 kV. Hamulec elektrodynamiczny może być użyty powyżej prędkości 35 km/h. Silniki trakcyjne, trójfazowe asynchroniczne klatkowe z wentylacją wymuszoną, typu 4FIA 7065, mają izolację typu H i pracują pod częstotliwością maksymalną 130 Hz, w przedziale napięć 40–3200 V. Do zasilania urządzeń pomocniczych w lokomotywie służy napięcie 450 V 60 Hz lub o zmiennej częstotliwości od 44 do 60 Hz plus napięcie stałe 24 V, pobierane z wtórnego uzwojenia transformatora i wytwarzane przez 2 przekształtniki pomocnicze o wydajności 220 kVA.

Lokomotywa jest przystosowana do jazdy zarówno w ruchu prawostronnym (DB, ÖBB), jak i lewostronnym (FS) – wymagało



E412-012 z pociągiem towarowym między stacjami Penk i Kolbnitz, Austria (17.07.2007 r.)
Fot. Kajetan Steiner



E412-006 z pociągiem towarowym na stacji Flintsbach, Niemcy (15.05.2011 r.)
Fot. Damiano Piovaneli



Lokomotywy serii E405: 015, 040, 037 i 021, lokomotywnia Milano Smistamento (29.02.2004 r.)
Fot. Stefano Paolini

to montażu dźwigni sterowania i hamowania po prawej oraz lewej stronie stanowiska maszynisty. Kabina maszynisty jest klimatyzowana oraz izolowana akustycznie. Sterowanie pojazdem odbywa się za pomocą komputera pokładowego i systemu MICAS 32, działającego także zdalnie przez łącze TCN-18 (jest możliwe także sterowanie lokomotywą drogą radiową). Pojazd ma zamontowane systemy bezpieczeństwa ruchu SCMT/RS9C (FS) oraz LZB 80 i Indusi (DB, ÖBB). Lokomotywa może pracować w trakcji wielokrotnej, także w kombinacji E412 + E405. Jest możliwa także eksploatacja serii E412 pod napięciem 1,5 kV DC, jednak w tym przypadku moc pojazdu zmniejsza się do 2700 kW (spadek o 45%), a maksymalna siła pociągowa do 200 kN (spadek o 33%).

Seria E405 w stosunku do E412 nie jest wyposażona w transformator, ma dwa identyczne pantografy, a każdy przekształtnik główny zasila parę silników trakcyjnych. Ponieważ lokomotywa porusza się jedynie po sieci kolei FS (ruch lewostronny), stanowisko maszynisty znajduje się po lewej stronie. Część mechaniczna serii E405 jest praktycznie identyczna, jak serii E412. Zmieniona jest stylistyka ściany czołowej lokomotywy i żaluzji na dachu, a ściany boczne wykonano z blachy nierafinowanej.

Dane techniczne lokomotyw elektrycznych serii E405/E412 kolei FS i EU43 operatora RTC (ex EU11/43 PKP)

Numeracja	E405-001-042	E412-001-020 EU43.001-008.RT*
Producent	ADtranz Pafawag Wrocław, Polska	Adtranz Vado Ligure, Włochy (E412, EU43) ADtranz Pafawag Wrocław, Polska
Oznaczenie producenta	113E	112E
Napięcie	3 kV DC	1,5 kV DC, 3 kV DC, 15 kV 16,7 Hz
Lata budowy	1999-2002 2003-2004	1997-1998 2003**
Układ osi	Bo'Bo'	
Baza lokomotywy	11 400 mm	
Wysokość***	3845 mm	
Szerokość maksymalna	2950 mm	
Średnica kół nowych/zużytych	1100/1010 mm	
Długość całkowita	19 400 mm	
Baza wózka	2650 mm	
Typ wózków	HEMBOT 1.100	
Masa całkowita	82 t	88,4 t
Rodzaj silników trakcyjnych	AC 3~, czteropolowe, asynchroniczne	
Typ silników trakcyjnych	4FIA 7065	
Przekształtniki główne/pomocnicze	GTO/IGBT	
Przełożenie	20:73	
Rodzaj hamowania rezystorowego	8 pozycji (4 + 4), typ TELEMA	
Pantografy	2 × WBL 85/3 (3 kV DC), asymetryczne	1 × WBL 85/3 (3 kV DC), 1 × WBL 85/15 (15 kV), asymetryczne
Moc godzinna/ciągła	6120/5000 kW	3 kV DC: 6120/6000 kW 15 kV: 5610/5500 kW 1,5 kV: 2755/2700 kW
Maksymalna siła pociągowa	300 kN	
Siła pociągowa przy mocy ciągłej	227 kN przy 95 km/h	
Siła pociągowa przy v_{max}	3 kV DC: 108 kN 15 kV: 99 kN	bd
Prędkość – konstrukcyjna	220 km/h	200 km/h
– dozwolona na sieci RFI	160 km/h	150 km/h

* FS/RTC

** Przejęte przez FS/RTC

*** Przy opuszczonych pantografach.



Dwie E405 kolei FS, w tym E405-027, z pociągiem kontenerowym na linii Brennero (8.07.2011 r.)
Fot. Damiano Piovanelli



E412-017 (FS) + 185 537 (TXL) z pociągiem towarowym w pobliżu stacji Schwaz, Austria (31.07.2007 r.)
Fot. Kajetan Steiner



EU11-020 wspomagając EP08-001 z pociągiem pospiesznym z Olsztyna dojeżdża do stacji Wrocław Gł. EU11 ma naniesione oznaczenia PKP, choć formalnie jest własnością producenta (marzec 2000 r.)
Fot. Ryszard Boduszek



Dwie E412, w tym 014 z pociągiem towarowym w pobliżu stacji Colle Isarco na linii Brennero, Włochy (5.04.2008 r.)
Fot. Stefano Paolini



Dwie EU43, w tym EU43-008RT przewoźnika RTC, z pociągiem towarowym na linii Brennero (24.02.2011 r.)
Fot. Damiano Piovaneli

Eksploracja

Lokomotywy serii E412 mogą prowadzić pociągi o masie 1100–1200 t na szlakach o wzniesieniu 12‰, a w przypadku wzniesień do 22‰ – podobne pociągi w trójtraktowej. W praktyce lokomotywy obu serii prowadzą pociągi po linii Brenner o masie 650 t w trójtraktowej oraz 1200 t w dwójtraktowej. Po zakupie przez FS pojazdów pierwotnie wyprodukowanych dla PKP zmieniono kolorystykę ściany czołowej z czerwonej na szarą (E405) i dodano szary pas w górnej części ścian bocznych, które pozostawiono w barwach kremowych. Tonację ścian czołowych serii EU43 zmieniono z czerwonej na jasnoniebieską, a części dachu sąsiadujące ze ścianami bocznymi przemalowano z ciemnej zieleni na błononiebieski. Pozostawiono boczne ściany w kolorystyce kremowej oraz ciemnozielony deseń w dolnej części pudła. Prywatny przewoźnik RTC zdecydował się nieznacznie zmienić wcześniejsze oznaczenia lokomotyw z EU43-00x na EU43-00x-RT.

Jedną z lokomotyw serii E412 była testowana na sieci SBB w październiku i listopadzie 1997 r., gdzie wraz z lokomotywą se-

rii Re 460 118 kolei SBB kursowały z planowymi pociągami pasażerskimi między stacjami Zurych i Chiasso. Ostatecznie nie otrzymały certyfikatu dopuszczenia do ruchu na sieć kolei szwajcarskich. Latem 1997 r. lokomotywy serii E412 podczas testów prowadziły pociągi IC po sieci FS, jednak ich domeną od początku eksploatacji pozostaje ruch towarowy. Kilka lokomotyw serii E412 obsługiwało pociągi planowe na sieci ÖBB (006, 010, 011 i 012) w landzie Styrii w drugiej połowie 1999 r. W październiku 1999 r. przetestowano serię E412 na torze doświadczalnym w Cehrenicach w Czechach (w testach uczestniczyły E412-002 i E412-005). Ostatecznie w lipcu 2000 r. seria E412 została dopuszczona do ruchu po sieci FS. Miejscem ich stacjonowania są lokomotywnie w Weronie i Udine na północy Włoch.

Próby techniczno-ruchowe E405 na sieci FS przeprowadzono w ostatnim kwartale 2003 r., gdy prowadziły pociągi między Vado Ligure, Arquata Scrivia i Mediolanem. FS planowały w całości eksploatować serię E405 w ruchu towarowym (ich nabywcą była spółka Trenitalia Cargo w 2003 r.), jednak od kilku lat pojazdy są eksploatowane również w kwalifikowanym ruchu pasażerskim (pociągi EC/IC). Można je spotkać od Wenecji, Triestu i Tarvisio (stacja graniczna FS – ÖBB) po Mediolan i Florencję oraz dwunapięciową stację Brennero (3 kV DC; 15 kV 16,7 Hz). Seria E405 stacjonuje w lokomotywniach w Mediolanie (Milano Smistamento) i Weronie. Jedną z lokomotyw (E405-032) skasowano w konsekwencji wypadku w pobliżu stacji Borghotto w grudniu 2006 r.

Od 2006 r. lokomotywy serii E412 pojawiają się na sieci ÖBB i DB, jednak zasadniczą linią, na której są eksploatowane, jest linia Weron – stacja graniczna włosko-austriacka Brennero/Brenner, co dało także nazwę tym pojazdom – Brennerlok. Prowadzą one głównie pociągi kontenerowe. Na zasadzie wzajemności lokomotywy serii 1216 kolei ÖBB (oznaczenie FS – E.190) wjeżdżają na sieć FS z pociągami towarowymi i pasażerskimi.

Literatura

- [1] Cherubini F.: *Materiale motore 2005*. ETR Editrice Transporti su Rotaire Sàlo (Brescia) 2005.
- [2] Cortese V. M.: *Nasce l'E412-gli antenati*, Salò, ETR, 1997.
- [3] Materiały udostępnione przez koncern ADtranz/Bombardier.
- [4] Pautasso S.: *TuttoTreno n. 243 – speciale E412/E405*. Ponte San Nicolò, Duegi Editrice, 2010.
- [5] Rusak R.: *Od Pafawagu do Bombardiera. 60 lat Państwowej Fabryki Wagonów Pafawag we Wrocławiu*. EmiPress Łódź 2005.
- [6] Świat kolei, roczniki 2000–2010; PKMK Poznań/EmiPress Łódź.
- [7] Technika Transportu Szynowego 12/1997. EmiPress Łódź.
- [8] Vanni L.: *Materie di trazione elettrico*. Analisi, funzionamento e scheme elettrici delle locomotive dalla E.626 alla E.403. Libri Sandit 2011.

Współpraca (i podziękowania) – Jacek Fink-Finowicki