

Marek Graff

# AGV – nowy pociąg dużych prędkości

**Pierwsza wzmianka o pociągu dużej prędkości IV generacji pojawiła się w 1998 r. Specjaliści koncernu Alstom zaproponowali umieszczenie systemu napędu pod podłogą wagonów w celu powiększenia przestrzeni pasażerskiej. Ogólne założenia techniczne projektu, ostatecznie nazwanego AGV (fr. Automotrice Grande Vitesse), pojawiły się w 2001 r. i dotyczyły kształtu pudła, chłodzenia silników, czy koncepcji części pasażerskiej. Dwa lata później opracowano szczegółowe założenia techniczne pociągu AGV. W trakcie prac korzystano z rozwiązań praktycznie z całego świata. W lipcu 2004 r. przyjęto projekt prototypu pociągu AGV, zaś przy jego opracowaniu zatrudniono 160 specjalistów. W styczniu 2005 r. kierownictwo koncernu Alstom, spośród czterech wariantów, zaakceptowało ostatecznie zewnętrzną stylistykę pociągu – w tym celu zaangażowano agencję Design&Styling.**

W listopadzie 2005 r. zaprezentowano publicznie pierwszą makietę pociągu AGV podczas wystawy *Eurailspeed* w Mediolanie we Włoszech. W lipcu 2006 r. ostatecznie wybrano *design* pociągu, a następnie inżynierowie we współpracy ze stylistami rozpoczęli prace nad ostateczną koncepcją pociągu. Pierwsze podzespoły pociągu wyprodukowano w październiku tegoż roku w fabryce w La Rochelle. W lutym 2007 r. bramy fabryki opuścił pierwszy wagon AGV.

3.04.2007 r. pociąg V150, zbudowany na bazie TGV POS, ustanowił nowy rekord prędkości klasycznego pojazdu szynowego – 574,8 km/h. Eksperyment ten, wcześniej poprzedzony wieloma próbami, podczas których testowano pociąg V150 z prę-

kościami powyżej 450 km/h, a później 550 km/h, miał na celu weryfikację założeń technicznych, przyjętych dla wózków, silników trakcyjnych, części elektrycznej (przekształtniki główne, transformator) do jazdy z bardzo dużymi prędkościami. Był to jeden z punktów wyjścia do nowej wersji pociągu AGV. W październiku 2007 r. przetestowano wózki napędne oraz pudło nowego pociągu. W połowie stycznia 2008 r. prywatny przewoźnik z Włoch zainteresował się pociągiem AGV i zgłosił chęć zakupu 25 zespołów. Na początku lutego 2008 r. miała miejsce oficjalna prezentacja pociągu AGV, który będzie poddany wszechstronnym testom w czasie najbliższych ośmiu–dziewięciu miesięcy.

## Budowa AGV

Bazą doświadczalną dla pociągu AGV była eksperymentalna jednostka V150. Wprawdzie podczas jazd próbnych pociągu V150 silniki zamontowane w wózkach AGV (synchroniczne, na magnesy stałe) miały moc nominalną 720 kW, jednak po zwiększeniu napięcia w sieci trakcyjnej z 25 kV do 31,5 kV moc zwiększyła się do 1000 kW, a temperatura silników nie przekroczyła wielkości krytycznych. Jednostkę prototypową AGV, nazwaną „Pegaz” (*Pégase*), zbudowano w ramach programu wartości 100 mln euro. Pierwsze dwa eksperymentalne wagony AGV powstały jeszcze w 2001 r. i zostały połączone z 5-wagonowym składem TGV, tworząc tzw. pociąg doświadczalny *Elisa*. Testy wypadły pomyślnie, zatem kierownictwo koncernu Alstom zdecydowało o kontynuacji projektu AGV.

Założenia techniczne jednostki AGV są następujące: jest to pociąg zdolny poruszać się z prędkością do 360 km/h przy zasilaniu trakcyjnym z czterech systemów (AC: 25 kV, 15 kV; DC 3 kV, 1,5 kV). Równomierne rozłożenie napędu w całym pociągu, a także stosowanie sprawdzonych wózków Jacobsa, podobnie jak we wcześniejszych pociągach TGV, powoduje że koszty utrzymania są mniejsze niż klasycznego składu TGV o 15%, zaś mniejsza masa (o 70 t) powoduje mniejsze o 15% zużycie energii.

Aparatura sterownicza (przekształtniki główne i pomocnicze) oraz transformatory w pociągu AGV zlokalizowane są pod podłogą wagonów.

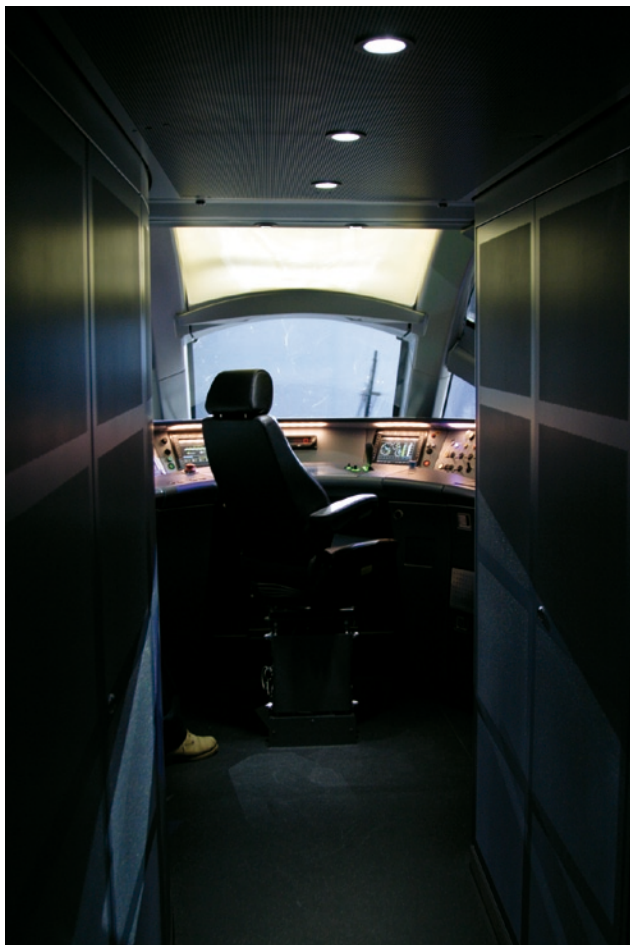
Pociąg AGV może być zasilany czterema rodzajami napięcia, przy czym prędkość maksymalną uzyskuje się pod napięciem 25 kV. Podczas jazdy pod napięciem 15 kV prędkość maksymalna wynosi 320 km/h, 3 kV – 250 km/h, a 1,5 kV – 200 km/h.

Jednostka AGV jest pierwszym na świecie pociągiem wyposażo-



Uroczysta prezentacja pociągu AGV na terenie fabryki Alstoma w La Rochelle (5.02.2008 r.)

Fot. Laurent Charlier



Kabina maszynisty pociągu AGV (5.02.2008 r.) Fot. Laurent Charlier



Pulpit maszynisty pociągu AGV (5.02.2008 r.)

Fot. Laurent Charlier



Wózek napędny AGV (5.02.2008 r.)

Fot. Laurent Charlier

nym w silniki synchroniczne na magnesy stałe. Są to silniki o wskaźniku mocy do masy 1 kW/kg, zaś dla silnika klasycznego wskaźnik ten wynosi 0,8 kW/kg. Użycie magnesów stałych, które wytwarzają pole magnetyczne w silniku elektrycznym, pozwala zmniejszyć straty energii, w porównaniu z silnikiem klasycznym. Sprawność silników synchronicznych na magnesy stałe wynosi 97%, a zajmują one o 33% mniej miejsca, niż silniki asynchroniczne. Silniki synchroniczne na magnesy stałe sterowane są poprzez falowniki zbudowane z tranzystorów IGBT, chociaż mogą być także zastosowane tyrystory GTO, które jednak mogą wytworzyć niższe napięcie w porównaniu z IGBT.

Kluczowym elementem jednostki eksperymentalnej V150 był pantograf. W jednostce V150 zamontowano pantograf Faiveley CX25, i taki sam przewidziano dla pociągu AGV. Ślizgacz wykonano z metalizowanego węgla, jest więc on w stanie współpracować z siecią trakcyjną przy natężeniu prądu 800 A oraz ma delikatny docisk do sieci trakcyjnej. Ów optymalny docisk pantografu do sieci jest istotny – podczas jazdy z bardzo dużymi prędkościami w pociągu TGV Atlantique w 1990 r. pantograf zerwał sieć trakcyjną przy prędkości 482 km/h. Podczas ustanawiania rekordu prędkości w kwietniu 2007 r., pantograf pociągu V150 praktycznie cały czas wytwarzał łuk elektryczny, spowodowany regularnym odrywaniem się pantografu od sieci i tym samym musiał być ciągle monitorowany w wagonie pomiarowym.

W pociągach TGV silniki trakcyjne były zawieszane na ramie pudła i przekazywały napęd na koła poprzez trójstopniową przekładnię z połączeniem trójkątnym. W pociągu AGV, dzięki zasto-

Wózek napędny AGV (5.02.2008 r.)

Fot. Laurent Charlier

Tabela 1

## Dane techniczne pociągów serii AGV

Zestawienie	7, 8, 11 do 14 wagonów
Masa pociągu	270–510 t
Długość pociągu	130–250 m
Liczba miejsc dla pasażerów	250–650
Moc	6000–12 000 kW
Systemy zasilania	25 kV 50 Hz; 15 kV 16,7 Hz; 3 kV DC; 1,5 kV DC
Silniki trakcyjne	synchroniczne na magnesy stałe
Przekształtniki główne	IGBT chłodzone wodą
Zestawienie pociągu AGV w układzie 7-wagonowym	
– układ osi	2'Bo'2'Bo'Bo'2'Bo'2'
– wagony nr 1, 3, 5 i 7	zawierają aparaturę sterowniczą (w tym przekształtniki główne)
– wagony nr 2 i 6	zawierają transformatory
– wagon nr 4	zawiera przekształtniki pomocnicze

sowaniu silników na magnesy stałe o mniejszych gabarytach i tym samym znacznemu zmniejszeniu ich masy, stało się możliwe zawieszenie silników trakcyjnych na ramie wózka. W pociągu AGV silniki trakcyjne przekazują moment obrotowy na koła poprzez jednostopniową przekładnię.

Wózki napędne AGV są praktycznie identyczne, jak w wagonach silnikowych pociągów TGV POS, zaś wózki toczne – jak w wagonach pasażerskich pociągów TGV Duplex.



Zespół AGV ma kilka rodzajów hamulców:

- elektrodynamiczny odzyskowy i oporowy (wcześniej budowane TGV, oprócz TGV POS, nie miały hamulca oporowego);
- tarczowy (trzy tarcze na oś).

Hamulce te dostosowane są do pochłaniania energii w wysokości 24 MJ, choć ich testy, podczas jazdy pociągu V150 i hamowania przy prędkości 507 km/h, wypadły bardzo pomyślnie – hamulce pochłonęły (każda z tarcz) po 36 MJ energii i mimo rozgrzania do temperatury 650°C nie wykazywały cech zużycia.

Nierozstrzygniętym problemem pozostaje zasadność montowania w pociągu AGV hamulców na prądy wirowe – wprawdzie



Wagon skrajny AGV (5.02.2008 r.)

Fot. Laurent Charlier



Wagon środkowy AGV (5.02.2008 r.)

Fot. Laurent Charlier



Czoło pociągu, wagon skrajny AGV (5.02.2008 r.) Fot. Laurent Charlier

„Pegaz” jest w nie wyposażony (2 pary), jednak nie zdecydowano jeszcze o ich montażu seryjnym w kolejnych jednostkach AGV.

Wagony środkowe AGV są nieznacznie krótsze w porównaniu z wagonami TGV – liczą odpowiednio po 17,3 m i 18,7 m. Poszycie pudła jest wykonane z aluminium, jednak pudło pociągu otrzyma wkrótce wzmocnienie materiałem zawierającym włókna węglowe (nowatorska technologia). Zmienione pudła wagonów zostały już przetestowane w ośrodku badawczym w Vitry oraz Reichshoffen (*crash-test*). Przedziały pasażerskie AGV zaprojektował stylistka Xavier Allard.

Zadbano także o izolację akustyczną pociągu. Przykładowo, przy prędkości 330 km/h hałas emitowany przez poruszający się pociąg jest w przybliżeniu dwukrotnie większy niż przy prędkości 300 km/h. Zastosowane rozwiązania – izolacja akustyczna części pasażerskiej czy dodatkowa wkładki elastyczne w wózkach – powodują, że poziom hałasu wewnątrz pociągu AGV przy prędkości 360 km/h jest w przybliżeniu taki, jak w pociągu TGV przy prędkości 300–320 km/h.

Pociąg AGV jest wyposażony w system bezpieczeństwa ERTMS dla pociągów dużych prędkości, lub inny, spełniający unijne wymagania TSI (*Spécification Technique d'Interoperabilité*).

Pociągi AGV będą budowane na okres eksploatacji wynoszący do 40 lat. Dane techniczne jednostki Pegaz zestawiono w tabeli 2.

W projekt AGV zaangażowane są następujące fabryki Alstom:

- we Francji
- La Rochelle (montaż),



Pociąg AGV na terenie fabryki Alstoma w La Rochelle (26.01.2008)

Fot. © ALSTOM Transport/TOMA-C.Sasso

- Ormans (silniki trakcyjne),
- Tarbes (część mechaniczna),
- Le Creusot (wózki),
- Villeurbanne (system sterowania),
- Reichshoffen (system bezpieczeństwa pasywnego)

■ we Włoszech

- w Bolonii (system sygnalizacji)
- Savigliano.

Uroczysta prezentacja pociągu AGV – „Pegaz” miała miejsce 5.02.2008 r. na terenie fabryki Alstom w La Rochelle w obecności prezydenta Francji Nicolasa Sarkozy’ego oraz licznych zaproszonych gości.

Obecnie pociąg „Pegaz” przejdzie testy statyczne oraz jazdy próbne z małymi prędkościami na torze doświadczalnym na terenie fabryki Alstoma w La Rochelle we Francji. Następnie zostanie wystany na tor doświadczalny do czeskiego Velimia w celu wykonywania przez sześć miesięcy jazd próbnych z prędkością do 200 km/h.

### Zamówienia na pociągi AGV

Włoska spółka NTV (*Nouvo Transporto Viaggiatori*), powstała w grudniu 2006 r., a w połowie stycznia 2008 r. ogłosiła zamiar zakupu 25 pociągów AGV i opcjonalnie 10 kolejnych, za 650 mln euro. Operator NTV planuje eksploatować te pociągi na liniach dużych prędkości we Włoszech. Jednostki AGV, zamówione przez NTV jako 11-wagonowe, będą eksploatowane z prędkością maksymalną 300 km/h. Pociągi te mogą zabrać jednorazowo do 500 pasażerów. Produkcja AGV dla NTV rozpocznie się w 2008 r., zaś

Tabela 2

### Dane techniczne pociągu AGV „Pegaz”

Szerokość toru	mm	1435
Długość całkowita	mm	120 700
Długość wagonów skrajnych	mm	17 100
Długość wagonów środkowych	mm	17 300
Baza wózka	mm	3000
Szerokość maksymalna	mm	2900
Prędkość maksymalna	km/h	360
Masa całkowita	t	272
Moc ciągną	kW	5760

gotowe pociągi będą dostarczone odbiorcy do 2010 r. Kursowanie AGV po włoskich liniach dużych prędkości zaplanowano około 2011 r.



### Literatura

1. Materiały reklamowe koncernu Alstom 2007, 2008.
2. Railway Gazette International 8/2007, Reed Press Publishing, Sutton.

Współpraca – Laurent Charlier

Podziękowania dla PP. Sonii Marques i Cécile Dodot z koncernu Alstom za udostępnienie materiałów informacyjnych dotyczących pociągów AGV