

Rodzina hybrydowych autobusów z Bolechowa powiększa się

Zbigniew Rusak



Solaris Urbino Hbrid 12 podczas jazd próbnych w okolicach Bolechowa

Autobusy hybrydowe znajdują się w ofercie Solarisa od 2006 r. W ciągu trzech lat na przegubową wersję Urbino, wyposażoną w napęd hybrydowy EP DRIVE 50 z podziałem mocy opracowany przez firmę Allison, zdecydowało się już ponad 15 przewoźników z Niemiec, Szwajcarii, Francji i Polski. Aby zwiększyć atrakcyjność oferty, w bieżącym roku wprowadzono do produkcji odmianę dwunastometrową, której pierwsze egzemplarze trafią do francuskiego przewoźnika Transdev, obsługującego m.in. region Paryża. Tym razem głównym dostawcą komponentów do nowego pojazdu została amerykańska firma Eaton, znany producent skrzyń przekładniowych, który posiada zakład także w Polsce. Prototyp dwunastometrowego hybrydowego Solarisa zaprezentowano po raz pierwszy, podczas targów BusWorld w Kortrijk w październiku 2009 r. Na początku marca producent z Bolechowa zorganizował jazdy testowe dla dziennikarzy z całej Europy, gdzie „na żywo” można było zweryfikować właściwości trakcyjne nowego pojazdu.

1. Opis konstrukcji

Patrząc na dwunastometrową wersję hybrydowego Solarisa, praktycznie nie

można zobaczyć żadnej różnicy w porównaniu ze standardowym modelem napędzanym silnikiem Diesla. Jedyne wprawne oko wychwyci umieszczenie dużej pokrywy przegładowej tuż za prawym przednim kołem. To właśnie tutaj zamontowano zestaw baterii litowo-jonowych chłodzonych powietrzem, które zostały

zintegrowane z przekształtnikiem mocy i modułem sterującym. Podobnie jak w przypadku Volvo 7700 Hybrid, także Solaris zdecydował się na system równoległy, gdzie silnik spalinowy będący pierwotnym źródłem energii jest mechanicznie połączony z silnikiem elektrycznym. Wynika to z następujących przesłanek:



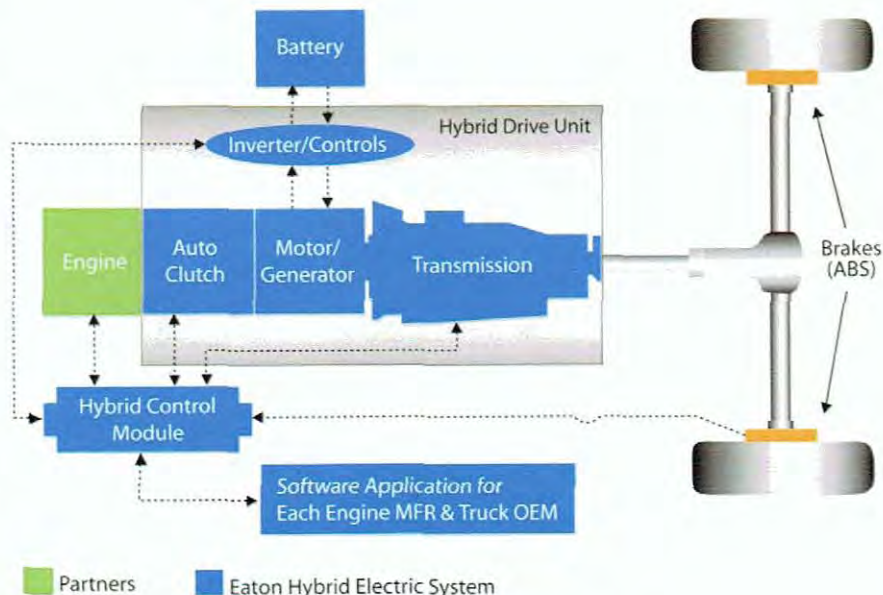
Premiera Urbino 12 Hybrid podczas BusWorld w Kortrijk

- ❑ w systemie tym można wykorzystać wiele komponentów stosowanych w pojazdach z klasycznym, spalinywym napędem;
- ❑ z uwagi na kompaktowe wymiary wszystkich komponentów, nowy układ można było z powodzeniem zbudować w standardowym modelu bez konieczności wzmacniania struktury przestrzennej nadwozia;
- ❑ system równoległy wykorzystuje się z powodzeniem nie tylko w autobusach miejskich, czy w pojazdach komunalnych poruszających się po mieście, lecz także w autobusach podmiejskich i turystycznych, lekkich ciężarówkach dystrybucyjnych, maszynach budowlanych, co gwarantuje znacznie niższą cenę komponentów i tym samym całego pojazdu.

Dla porównania Urbino 12 Hybrid jest droższy od bazowego modelu o ok. 70 tys. euro, a różnica w przypadku Urbino 18 Hybrid wynosi aż 170 tys. euro.

Układ hybrydowy opracowany przez konstruktorów Eaton'a nosi nazwę HEV System (Hybrid Electric Vehicle System). Został on już zamontowany w ponad tysiącu autobusach miejskich, eksploatowanych w Stanach Zjednoczonych, Nowej Zelandii i Chinach, które przejechały łącznie 48 mln wozokm. Na liście referencyjnej Eaton'a znajdują się tacy producenci autobusowi, jak BCI, Foton, Heng Tong, JNP, King Long, Shen Long, Yutong i Zhongtong.

Układ HEV System składa się z silnika spalinywego o pojemności 6,7 dm³, mechanicznego zautomatyzowanego



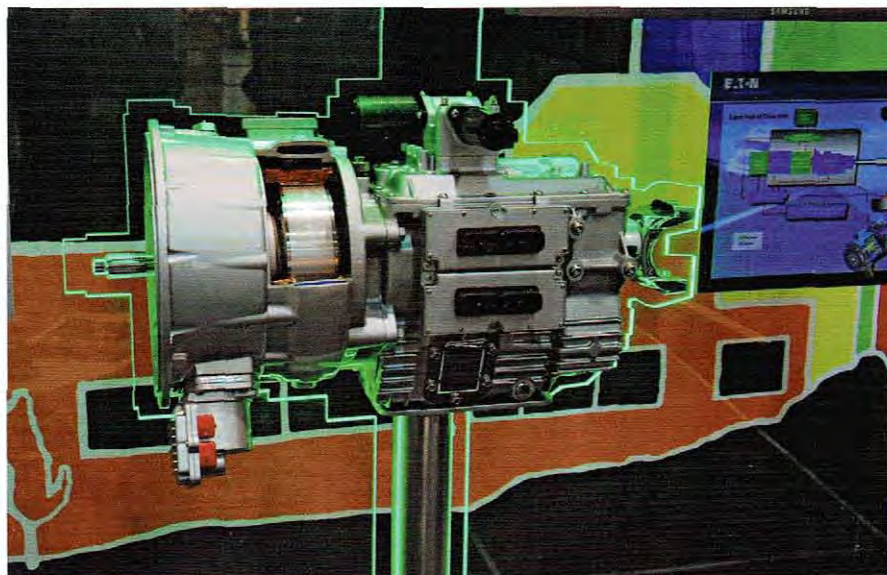
Schemat ideowy równoległego układu hybrydowego firmy Eaton

sprzęgła, zautomatyzowanej sześciostopniowej manualnej skrzyni biegów zintegrowanej z asynchronicznym silnikiem elektrycznym/generatorem i z elektryczną jednostką sterującą. Energia powstająca podczas hamowania gromadzona jest w czterech bateriach litowo-jonowych PEC o pojemności 3600 Wh zamontowanych pod siedzeniami z prawej strony pojazdu. Waga baterii to 220 kg. Jak już wspomniano takie usytuowanie baterii nie wymaga ingerencji w strukturę nośną nadwozia. Dodatkowo, niskie usytuowanie środka ciężkości poprawia parametry trakcyjne pojazdu. Baterie pracują w zakresie temperatur od -40 do +70°C.

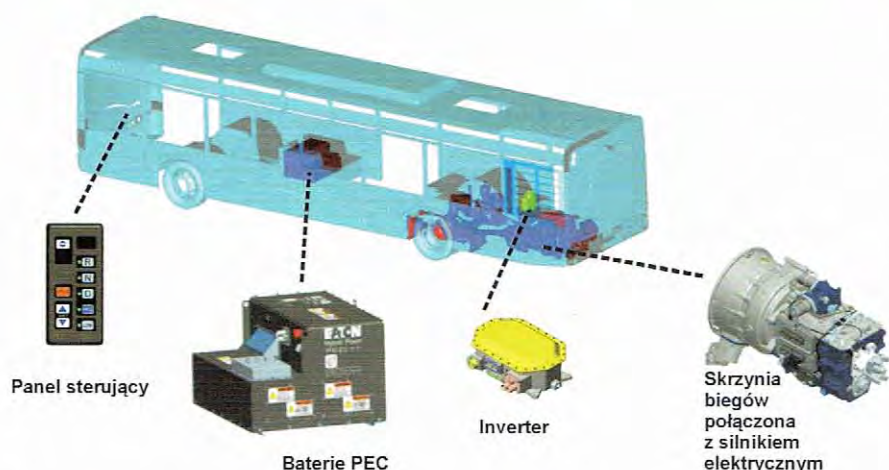
Pierwotnym źródłem energii jest sześciocylindrowy silnik spalinywy Cummins ISBEV osiągający moc 165 kW (225 KM) i maksymalny moment obrotowy 850 Nm spełniający normę czystości spalin EEV. Jest on umieszczony w wieży na zwisie tylnym, asymetrycznie po prawej stronie pojazdu. W wieży stanowiącej obudowę silnika zamontowano także przekształtnik mocy, który monitoruje pracę systemu i zbiera wszystkie informacje z zestawu baterii PEC i silnika elektrycznego, przekazując je do modułu zarządzania energią HCM za pośrednictwem magistrali CAN. Przekształtnik zmienia prąd



Zestaw baterii umieszczono tuż za prawym przednim nadkolem



Zautomatyzowana mechaniczna skrzynia biegów zblokowana z asynchronicznym silnikiem elektrycznym



Rozmieszczenie podstawowych komponentów

stały zgromadzony w bateriach na prąd zmienny zasilający silnik elektryczny i na odwrót.

Silnik spalinowy został połączony za pośrednictwem mechanicznego sprzęgła z asynchronicznym silnikiem elektrycznym o mocy szczytowej 44 kW. Silnik ten w zależności od aktualnego zapotrzebowania na moc pracuje jako silnik lub jako generator.

Silnik elektryczny zblokowano z sześciostopniową mechaniczną skrzynią biegów, która może przenieść maksymalny moment obrotowy 1166 Nm. Na obudowie skrzyni zamontowano dwa kontrolery: skrzyni biegów TECU oraz rozdziału mocy HCM. Rozdział momentu sterowany jest automatycznie poprzez elektroniczny moduł zarządzania energią HCM (Hybrid Control Module).

Moment napędowy wychodzący z układu hybrydowego przekazywany jest na typową portalową tylną oś ZF AV-132.

Dzięki tak zaprojektowanemu układowi, autobus hybrydowy Solaris jest niewiele cięższy niż autobus napędzany klasycznym silnikiem Diesla. Tym samym autobus może przewieźć prawie 100 pasażerów, w tym od 23 do 37 na miejscach siedzących.

Nadwozie Solarisa Urbino 12 Hybrid jest identyczne jak w bazowym modelu. Oprócz agregatu klimatyzacji przestrzeni pasażerskiej, nie było potrzeby montowania na dachu jakiegokolwiek innego komponentu. To istotna różnica w odniesieniu do wersji przegubowej.

Pojazd testowy wyposażono w środkowe jednoskrzydłowe drzwi odskokowo-przesuwne firmy Ventura Systems. Ich szerokość czynna jest taka sama jak w przypadku typowych drzwi dwuskrzydłowych i wynosi 1250 mm. Dzięki ograniczeniu liczby części, ich obsługa jest mniej pracochłonna. Należy podkreślić, że drzwi tego typu są już wpisane na stałe jako wyposażenie opcjonalne wszystkich autobusów miejskich opuszczających bramy fabryki w Bolechowie.



Podstawową wersją autobusu hybrydowego Urbino 12 będzie wersja trzydrzwiowa (fot. Solaris)



Charakterystyczne elementy wykończenia wnętrza – zielony sufit i pas nadokienny z oryginalną grafiką



We wnętrzu hybrydy zamontowano fotele Ster 6MS z oparciami wykonanymi z tworzywa przepuszczającego światło. Tutaj na podeście ponad bateriami do gromadzenia energii hamowania

Chociaż przewiduje się, że większość autobusów hybrydowych oferowana będzie z układem drzwi 2-2(1)-2, to klient będzie miał do wyboru zarówno nadwozie dwu- jak i trzydrzwiowe o układzie 1-2-0, 2-2-0 lub 1-2-2.

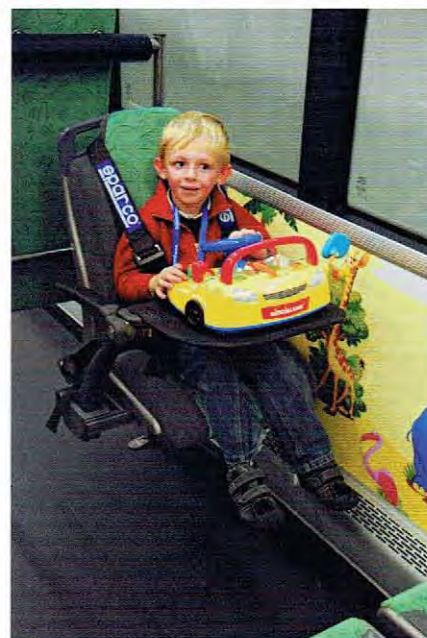
W przypadku wnętrza różnice są większe. Niemal w pełni wykorzystano elementy prezentowanego w 2008 r. Solarisa Urbino New Edition. Wchodząc do pojazdu, uwagę przykuwa atrakcyjna kolorystyka. Kontrastowy kolor sufitu skutecznie przełamuje szarą tonację podłogi i ścian bocznych. Jego zielony kolor uwypuklony jest przez rozproszone światło emitowane spoza pasów nadokiennych. Dodatkowo, nasycenie koloru podbijane jest zastosowaniem powierzchni sufitu o wysokim połysku. Pokrywy pasa nadokieennego wykonano z tworzywa przepuszczającego światło, które emitowane jest także do wnętrza. Nowe rozwiązanie sprawia wrażenie „świeżącego sufitu”. Dzięki niemu światło jest jasne i rozproszone oraz charakteryzuje się jednorodnym poziomem natężenia w całym wnętrzu. Dodatkowo wrażenie przestrzenności wnętrza zostało podkreślone przez zamontowanie nowych foteli Ster 6MS z translucyentnymi (przepuszczającymi światło) oparciami.

Podstawową różnicą pomiędzy wnętrzem Urbino New Edition a nowym autobusem hybrydowym jest zastosowanie dużego podestu tuż za prawym

przednim kołem, kryjącego zestaw baterii i jeden ze zbiorników paliwa o pojemności 125 dm³. Na podeście zamontowano podwójne siedzenie pasażerskie, którego zajęcie wymaga pokonania stopnia o wysokości 21 cm. Chociaż podest zajmuje trochę miejsca, to w autobusie w dalszym ciągu zachowano dużą swobodę w aranżowaniu wnętrza. Całe wnętrze po lewej stronie od przedniego nadkola, aż po tylną krawędź drzwi środkowych pozbawione jest jakichkolwiek podestów. Układ siedzeń jest tak przygotowany, że dojazd wózkem inwalidzkim do stanowiska możliwy jest zarówno od drzwi środkowych, jak i od drzwi przednich.

Inną nowością hybrydowego Solarisa jest zastosowanie specjalnych fotelików dla małych dzieci, wyposażonych w pasy bezpieczeństwa i składany stolik. Możliwość przejazdu w takich warunkach znacznie podnosi bezpieczeństwo podróży najmniejszych pasażerów. Ponadto stoliczek, podczas podróży ułatwia zabawę najmłodszymi pociechami. Takie rozwiązanie ma szczególne znaczenie w polskich warunkach, kiedy to młode pokolenie rzadko ustępuje miejsca osobom z małymi dziećmi. Każdy kto chce przekonać się, jak niebezpieczna jest podróż z dwójką dzieci może zobaczyć, co dzieje się z pociechami podczas każdego zatrzymania się autobusu przed światłami, przy każdym zakręcie czy wyjeździe z zatoki.

W nowym autobusie zamontowano opatentowaną deskę rozdzielczą kierowcy opracowaną przez Biuro Konstrukcyjne Solarisa. Jej charakterystycznym elementem są trzy kolorowe, dotykowe ekrany LCD. Nowa deska jest pozbawiona jakichkolwiek przycisków i przełączników. Cała obsługa ogranicza się do przyciśnięcia określonego pola na ekranie. Mimo diametralnej zmiany podejścia, obsługa nowego kokpitu jest intuicyjna. Każda



Fotelik dla dzieci to element poprawiający bezpieczeństwo przewozu najmniejszych pasażerów

z informacji pojawia się w ściśle określonym momencie. Doskonała rozdzielczość pozwala na uwypuklenie szczególnie istotnych informacji, które pozwalają kierowcy na szybkie podjęcie decyzji. Centralny ekran przekazuje podstawowe informacje, takie jak prędkość, obroty silnika, poziom paliwa w zbiorniku zasadniczym i w zbiorniku AdBlue, temperaturę zewnętrzną, chwilowe zużycie paliwa, użycie hamulca zasadniczego, postojowego lub przystankowego, przebieg dzienny i całkowity. Po prawej stronie zlokalizowano panel obsługi, gdzie wszystkie funkcje podzielono pomiędzy 3 zakładki: menu główne, menu kierowcy, menu przestrzeni pasażerskiej. W zależności od wyboru konkretnej zakładki, kierowca może sterować wentylacją i ogrzewaniem oddzielnie dla kabiny kierowcy i przestrzeni pasażerskiej, otwierać drzwi, włączać kneeling oraz uaktywniać lub dezaktywować hamulec przystankowy. Przy pomocy lewego ekranu można sterować światłami zewnętrznymi i wewnętrznymi. W przypadku włączenia biegu wstecznego na lewym ekranie pojawia się obraz z kamery cofania, umieszczonej na tylnej ścianie pojazdu. Po lewej stronie deski zamontowano manipulator HEV System umożliwiający zmianę trybu pracy systemu.

Wzorem samochodów osobowych, w hybrydowym Urbino zastosowano multifunkcyjną kierownicę. Na kole kierownicy zabudowano 8 przycisków sterujących m.in. hamulcem przystankowym, klaksonem i drzwiami. Można je włączyć bez odrywania rąk od kierownicy.



Ogólny widok stanowiska kierowcy z multifunkcyjną kierownicą

2. Opis działania

Tak jak w przypadku większości autobusów hybrydowych z systemami szeregowymi czy równoległymi, także i Solarisa wyposażono w automatyczny system „start-stop”, który wyłącza silnik spalinowy podczas postoju pod światłami lub na przystanku. Podczas ruszania z przystanku, autobus korzysta jedynie z silnika elektrycznego, wykorzystując energię elektryczną zgromadzoną w bateriach. W tym czasie sprzęgło odłącza wyłączony silnik spalinowy od układu napędowego. Rozwiązanie takie powoduje, że pasażerowie oczekujący na przystanku oraz przechodnie są w dużo mniejszym stopniu narażeni na hałas

i emisję spalin. Zaletą takiego rozwiązania jest także wykorzystanie maksymalnego momentu obrotowego silnika elektrycznego już od prędkości 0 km/h, co umożliwia uzyskanie większych przyspieszeń.

Po przekroczeniu prędkości rzędu 15-20 km/h silnik spalinowy automatycznie załącza się. Do czasu osiągnięcia prędkości maksymalnego momentu silnika spalinowego tj. ok. 1000 obr/min, silnik spalinowy i elektryczny pracują jednocześnie, przekazując zsumowany moment napędowy na oś tylną. Powyżej 2200 obr/min, cały moment napędowy pochodzi od silnika spalinowego. Dzięki mechanicznemu połączeniu silnika spalinowego z mostem napędowym, przy wyższych prędkościach unika się strat związanych z przetwarzaniem energii.

W przypadku hamowania, silnik elektryczny zaczyna pracować w trybie prądnicowym i doładowuje baterie. Z uwagi na zastosowanie mniejszego silnika spalinowego, poziom hałasu wewnętrznego jest niższy o 4 dBA. W przypadku wyłączenia silnika spalinowego, hałas we wnętrzu przestrzeni pasażerskiej ulega dalszemu obniżeniu.

3. Pierwsze testy eksploatacyjne

Nowy autobus poddano wielorakim testom. Jednym z nich było sprawdzenie zużycia paliwa zgodnie z metodyką określoną w normie SORT (Standardised On-Road Tests). Badania te zostały przeprowadzone przez hiszpańską firmę IDIADA i TÜV SÜD Auto CZ s.r.o. Przy średniej



Tyłna część Solarisa Urbino 12 Hybrid

Tab. 1.

Podstawowe dane techniczne autobusu Solaris Urbino 12 Hybrid

| Marka i typ pojazdu | Solaris Urbino 12 Hybrid |
|------------------------------|--|
| Długość [mm] | 12000 |
| Szerokość [mm] | 2550 |
| Wysokość [mm] | 2915-3066 (z AC) |
| Liczba miejsc ogółem | 100 |
| - w tym siedzących | 23-37 |
| Układ drzwi | 2-2-2 |
| Szer. czynna drzwi [mm] | 1250 / 1250 / 1250 |
| Wysokość podłogi [mm] | 310 / 320 / 320 |
| Silniki | Cummins ISBEV |
| Pojemność [dm ³] | 6,7 |
| Lokalizacja | asymetryczn. na zwisie tylnym |
| Moc [kW / KM] | 165 / 225 |
| Moment [Nm] | 850 / 1200-1400 |
| Norma czystości spalin | EEV (SCR) |
| Pojemn. zbiornika paliwa | 2 x 125 dm ³ |
| Pojemn. zbiornika AdBlue | 40 dm ³ |
| Silnik elektryczny | asynchroniczny 44 kW 420 Nm |
| Baterie | Litowo-jonowe o pojemności 3600 Wh |
| Skrzynia biegów | mechaniczna, zautomatyzowana sześciobiegowa |
| Osł przednia | zawieszenie niezależne ZF RL75 EC |
| Osł tylna | osł napędowa portalowa ZF AV-132 |
| Hamulce | T / T |
| ABS / ASR / EBS | S / S / S |
| Rozmiar opon | 6 x 275/70 R 22,5 |

prędkości testów na poziomie 12 km/h (SORT1) zużycie paliwa Urbino 12 Hybrid kształtowało się na poziomie 36,5 l / 100 km. Przy wzroście średniej prędkości testu do 17 km/h (SORT2) zużycie paliwa wyniosło 33,7 l / 100 km, a w teście SORT3 ($V_{sr} = 27$ km/h) spadło do poziomu 30,8 dm³ / 100 km. Wielkości te są mniejsze odpowiednio o 18,2; 9,6 i 7,2 l / 100 km niż w przypadku Solarisa Urbino 12 napędzanego silnikiem DAF PR o mocy 231 kW. Tym samym zakres oszczędności paliwa kształtował się na poziomie od 18,9 do 33%.

Podsumowanie

Patrząc na kolejne autobusy wprowadzane na rynek, wydaje się, że technologia hybrydowa to optymalne rozwiązanie dla komunikacji miejskiej i podmiejskiej, która wnosi ogromny wkład w ochronę środowiska. Niższe zużycie paliwa i emisja cząstek stałych oraz tlenków azotu to czynniki, które mają zachęcać operatorów do inwestowania w ten typ taboru. Jak na razie wprowadzenie tego typu pojazdów

w naszym kraju jest bardzo utrudnione, gdyż rząd centralny nie wspiera żadnych działań proekologicznych w miejskim transporcie zbiorowym. Na razie główną barierą w zakupie autobusów hybrydowych jest ich wysoka cena. Do tej pory różnica cen pomiędzy autobusem hybrydowym, a konwencjonalnym wahała się pomiędzy 50 a 60%. Dzięki zastosowaniu układu hybrydowego Eatona relacja ta, w nowym Solarisie, spadła do poziomu 35%. Czy jest to poziom akceptowalny przez operatorów? Trudno powiedzieć. Przy obecnym poziomie cen paliwa zwiększone wydatki na zakup zwrócą się dopiero siedmiu latach w przypadku warunków eksploatacji w warunkach odpowiadających normie SORT3.

Jak na razie układ hybrydowy Eatona można stosować w autobusach o długości od 10 do 12 m. W tym roku Eaton zaprezentuje nowy system adresowany do autobusów piętrowych i przegubowych, a za 3 lata układ szeregowy z hydraulicznymi kondensatorami energii.



Dzięki niższemu poziomowi hałasu, nowy autobus hybrydowy można z powodzeniem eksploatować w najciaśniejszych uliczkach (fot. Solaris)