

Grzegorz Pawlak

## ZF EcoLife

### skrzynia biegów dla nowoczesnego autobusu miejskiego

Czym kierują się firmy transportu miejskiego decydując się na zakup autobusu? Co jest ważne dla pasażerów i dla mieszkańców miasta, w którym działa komunikacja miejska oraz jakie cechy decydują o tym, że autobus postrzegany jest jako nowoczesny pojazd spełniający wymagania rynku? Te pytania na pewno zadali sobie konstruktorzy firmy ZF produkującej m.in. zespoły do budowy autobusów miejskich. Nowa konstrukcja automatycznej przekładni ZF EcoLife jest tego najlepszym dowodem.

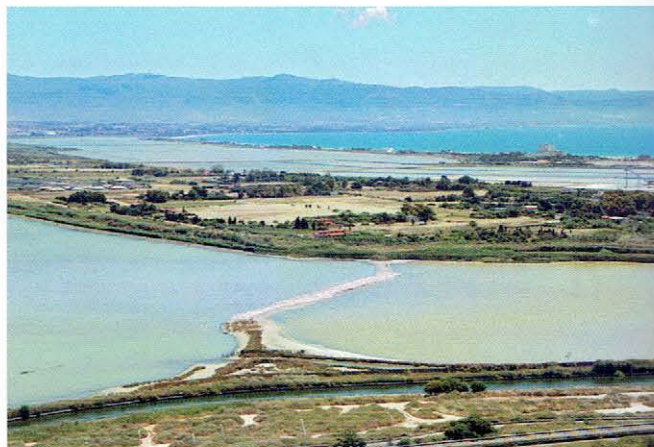
Wymagania stawiane przez rynek autobusom miejskim nie są łatwe do spełnienia. Nowoczesny autobus ma być przede wszystkim ekonomiczny. Zużycie paliwa i związana z tym emisja dwutlenku węgla muszą być jak najmniejsze. Do minimum powinna być zredukowana emisja składników toksycznych spalin, ograniczanych normami Euro-5 i EEV. Ze względu na coraz większe wymagania stawiane przez lokalne władze i mieszkańców miast, niski poziom emitowanego hałasu jest jednym z ważniejszych czynników w ocenie pojazdu. Przewoźnicy miejscy dążą do ograniczenia liczby środków transportu przy jednoczesnym zwiększeniu liczby przewożonych pasażerów. To oczywiście preferuje rozwiązania, które przyczyniają się do zwiększenia trwałości pojazdu, w tym układu napędowego i układu hamulcowego, które w warunkach miejskich, cechujących się zmiennymi obciążeniami pojazdu, narażone są na uszkodzenie i szybkie zużycie. W nowoczesnym autobusie miejskim przeznaczonym do przewozu ponad stu pasażerów stosowane są silniki, których moment obrotowy dochodzi nawet do 2000 Nm. To stawia bardzo wysokie wymagania układowi przeniesienia napędu, w tym przede wszystkim skrzyni biegów. Częsta praca na biegu jałowym i zmiana obciążenia od biegu jałowego do wysokiego w czasie ruszania z przystanku to stany sprzyjające zwiększonemu zużyciu paliwa, większej emisji i zwiększeniu natężenia hałasu.

Z punktu widzenia przewoźnika bardzo duże znaczenie mają także koszty serwisu, na co wpływa częstotliwość planowych obsług oraz ich koszt jednostkowy. I wreszcie ostatni wymieniony, ale wcale nie najmniej ważny czynnik to komfort pracy kierowcy, z którym bezpośrednio wiąże się bezpieczeństwo pasażerów. Kierowca, którego w nadmiarze nie absorbuje kierowany przez niego pojazd swoją uwagę może skoncentrować na pasażerach i sytuacji na drodze.

Czy to wszystkie wymagania, jakie można postawić przed nowoczesną konstrukcją autobusu miejskiego? Wydaje się, że wymieniono jedno z ważniejszych, ale na pewno niewyczerpana została cała lista życzeń. Można na przykład dodać jeszcze ograniczenie do minimum drgań nadwozia i w rezultacie hałasu wewnątrz pojazdu.

Wspomniane wymagania odnoszą się do całego autobusu – ale co z tego dotyczy skrzyni biegów? Odpowiedź, jaką daje ZF jest zaskakująca – na wszystkie wymienione czynniki wpływ ma skrzynia biegów. Chcąc to udowodnić firma ZF wybrała stolicę Sardynii – Cagliari na miejsce testów autobusów wyposażonych w nowe, automatyczne skrzynie biegów ZF EcoLife. Cagliari to również miejsce, w którym w szczególny sposób widoczna jest potrzeba dbałości o środowisko naturalne. Miasto położone nad brzegiem morza jest miejscem, które upodobały sobie flamingi, których kolonię można podziwiać z perspektywy okolicznych wzgórz.

Autobusy użyte w testach zostały zakupione przez miejscowego przewoźnika – firmę CTM Cagliari. Do pracy w trudnych warunkach terenowych, w jakich eksploatowane są autobusy komunikacji miejskiej w Cagliari (miasto położone jest na kilku wzniesieniach z licznymi wąskimi i krętymi ulicami) wybrano autobusy Evobus Citaro 0530 N3 i przegubowe Solarisy Urbino U18, które firma CTM wprowadziła do eksploatacji w 2010 roku.



Cagliari – miasto położone na wzgórzach, w terenie bardzo wymagającym z punktu widzenia jazdy autobusu. Z obszarami objętymi szczególną ochroną przyrody, takimi jak unikalny rezerwat flamingów, gdzie szczególnego znaczenia nabierają wymagania związane z czystością spalin i hałasem – miejsce testowych jazd autobusów Solaris Urbino U18 oraz Evobus Citaro 0530 N3 wyposażonych w skrzynie biegów ZF EcoLife





*Solaris Urbino U18 wyposażony w skrzynię biegów ZF EcoLife z firmy CTM w czasie jazd testowych na ulicach Cagliari zaprezentował wiele swoich zalet, w tym dużą dynamikę jazdy po stromych wzniesieniach miasta*

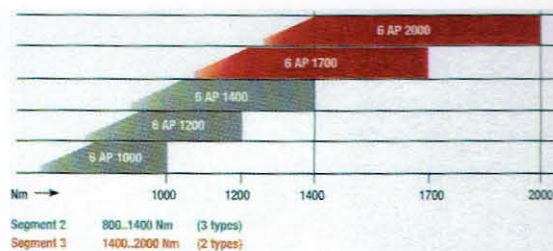
Osiemnastometrowy Solaris Urbino U18 wyposażony jest w silnik DAF PR265 o mocy 265 kW, a dwunastometrowy Evobus Citaro 0530 N3 napędza silnik Mercedes OM926hLA o mocy 210 kW. Oczywiście obydwa autobusy wyposażone zostały przez producentów w nową skrzynię biegów ZF EcoLife 6AP.

Pierwsze doświadczenia CTM z nowymi autobusami są bardzo pozytywne. Firma, która bardzo znacząco odnowiła swoją flotę liczącą 273 autobusy (przed 17 maja 2010 r. średni wiek autobusu w firmie CTM to 13,1 roku,

*Testowany dwunastometrowy Evobus Citaro 0530 N3 ze skrzynią biegów ZF EcoLife to jeden ze 111 takich autobusów zakupionych przez firmę CTM z Cagliari*





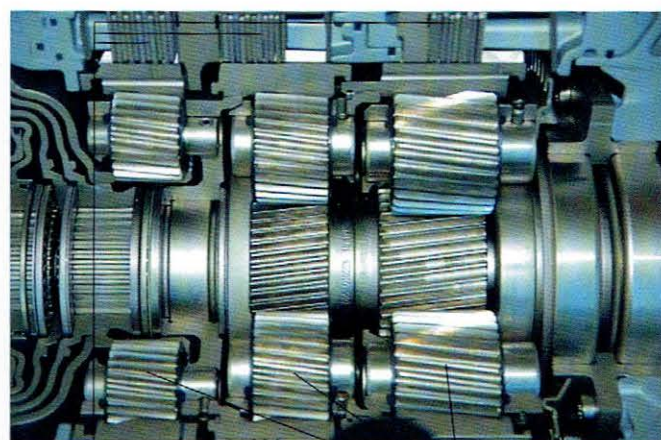
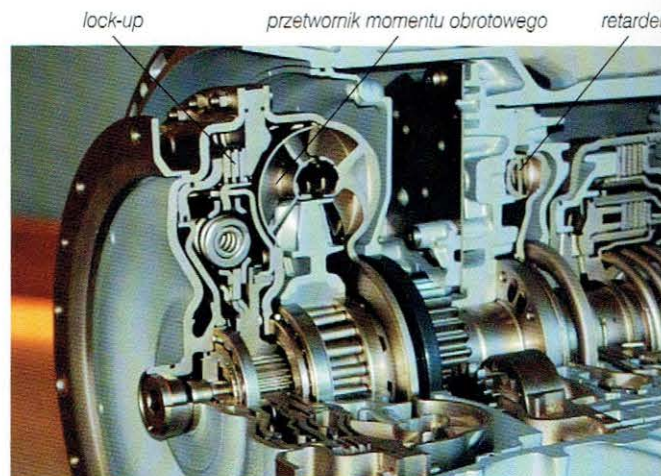


Pięć wariantów skrzyni biegów ZF EcoLife dostosowane do momentu obrotowego silnika [1]

Obok: Wolfgang Schilha – dyrektor odpowiedzialny za rozwój układów napędowych do autobusów podkreśla zalety związane z ekonomicznymi aspektami stosowania nowej skrzyni biegów ZF EcoLife, eksponując korzyści wynikające z możliwego ograniczenia zużycia paliwa oraz ochrony środowiska przed zanieczyszczeniem i hałasem

a po zastąpieniu starych jednostek nowymi 2,9 roku) tylko w pierwszych czterech miesiącach 2011 roku dzięki wprowadzeniu nowego taboru zdołała zaoszczędzić 252 tys. euro na kosztach paliwa. Autobusy z nowymi skrzyniami biegów ZF EcoLife w porównaniu do starszych typów pojazdów z przekładniami 6HP spalają o 13,7% mniej paliwa

(autobusy dziesięciometrowe) oraz o 17,2% mniej (autobusy dwunastometrowe). Na tak duże różnice znacząco wpływają zastosowane w nowych pojazdach skrzynie biegów ZF EcoLife. Ograniczenie zużycia paliwa jest jednym z głównych powodów, dla którego skrzynia ZF EcoLife wzbudza tak duże zainteresowanie. EcoLife to od podstaw



Głównymi układami nowej skrzyni biegów ZF EcoLife są: sprzęgło hydrokinetyczne, retarder, trzy przekładnie planetarne ze sprzęgłami, bardzo wydajny układ chłodzenia oraz układ sterowania z oprogramowaniem TopoDyn Life



Tab. 1. Przełożenia skrzyni biegów ZF EcoLife [1]

Bieg	1	2	3	4	5	6
Przełożenie	3,364	1,909	1,421	1,000	0,720	0,615

zaprojektowana nowa skrzynia biegów, której jeden z pięciu wariantów można zastosować w autobusie, biorąc pod uwagę moment obrotowy silnika.

Głównymi układami nowej skrzyni biegów ZF EcoLife są sprzęgło hydrokinetyczne, retarder, trzy przekładnie planetarne, które umożliwiają uzyskanie sześciu przełożeń, bardzo wydajny układ chłodzenia oraz układ sterowania w oprogramowaniu TopoDyn Life.

Ważnym układem nowej skrzyni jest układ chłodzenia, w skład którego wchodzi dwa wymienniki ciepła zintegrowane z obudową oraz wymiennik ciepła retardera. Właściwe chłodzenie oleju zapewnia zwiększenie trwałości elementów skrzyni. Z badań wynika, że obniżenie temperatury pracy o 10°C prowadzi prawie do dwukrotnego zwiększenia trwałości elementów skrzyni, pracujących pod dużym obciążeniem. Przy temperaturze oleju na poziomie 100-105°C trwałość skrzyni może ulec zwiększeniu o 50% w stosunku do wcześniejszych konstrukcji. Dla pracy w takich temperaturach wydłużono okres między wymianami oleju do 180 tys. km. Konstruktorzy ZF prognozują, że po przebiegu 700 tys. km mechanicznemu uszkodzeniu ulec może maksymalnie 10% wyprodukowanych skrzyń. Niezawodność skrzyni zwiększa również liczba sprzęgieł służących do załączania poszczególnych biegów. W skrzyni EcoLife jest ich pięć – o jedno mniej niż w dotychczasowych konstrukcjach. Również do minimum ograniczona została liczba układów związanych ze sterowaniem pracy skrzyni.

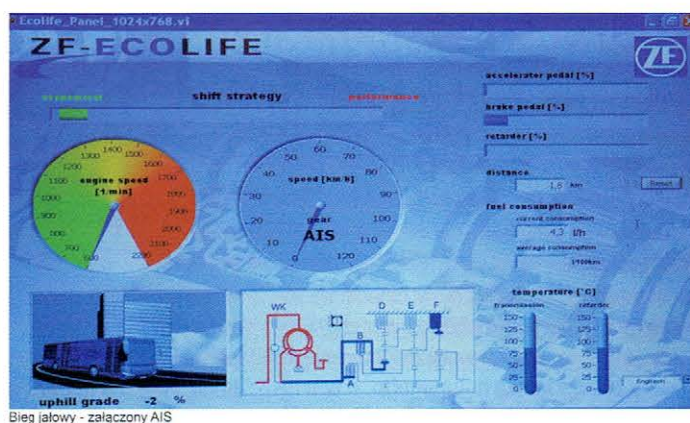
Przy ruszaniu autobusu nowa skrzynia pozwala na szybki wzrost momentu obrotowego przekazywanego na koła napędowe, co umożliwia zwiększenie przyspieszenia pojazdu. Przy niższych prędkościach załącza się lock-up (sprzęgło cierne). Firma ZF dopracowała układ pracy biegu jałowego (*Automatic Idle Shift – AIS*), który umożliwia mniejszy poślizg turbiny w stosunku do koła zamachowego silnika, a to pozwala na obniżenie zużycia paliwa. Ograniczone zostały drgania całego układu oraz hałas. Retarder ma moc hamowania większą o 40% w porównaniu z retarderem skrzyni ZF Ecomat, co korzystnie wpływa na bezpieczeństwo przewożonych pasażerów [2].

Duże korzyści związane z ograniczeniem zużycia paliwa, a co za tym idzie redukcją emisji CO<sub>2</sub> wynikają z optymalizacji trybu pracy skrzyni biegów, który dostosowywany jest płynnie do warunków jazdy. Zadanie to spełnia opracowane przez firmę ZF oprogramowanie TopoDyn Life stanowiące software sterownika skrzyni biegów.

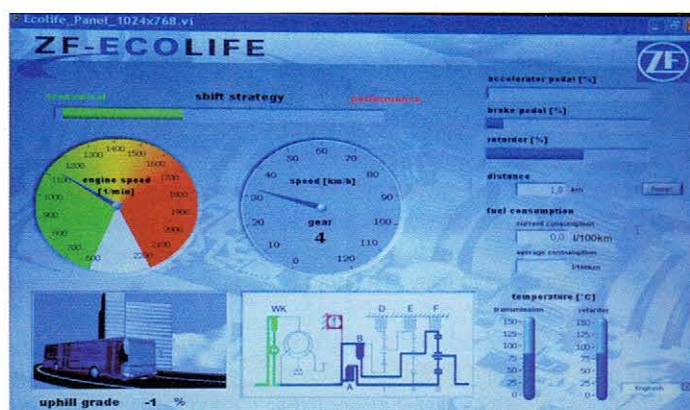
Wszystkie te cechy nowej skrzyni biegów ZF zostały zaprezentowane w ramach testów autobusów w Cagliari. Testy te pokazały zalety nowej skrzyni i bardzo duży wpływ jej konstrukcji na parametry użytkowe nowoczesnego autobusu miejskiego.

#### Bibliografia:

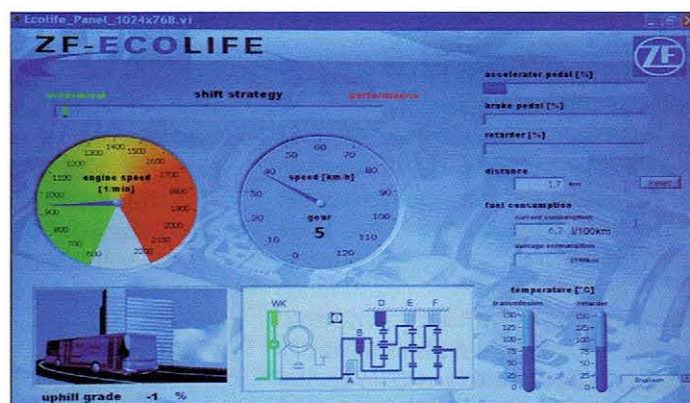
1. Materiały firmowe ZF
2. Joachim Foth, Peter Wunderlich, Bernhard Fessler, Powershift Transmissions for City Buses, ATZ 9/2010.



Bieg jałowy - załączony AIS



Hamowanie - załączony lock-up i retarder



Jazda - załączony lock-up i trzy przekładnie planetarne

Pracę skrzyni ZF EcoLife można śledzić w czasie jazdy autobusu dzięki oprogramowaniu, zademonstrowanemu w czasie testów autobusów w Cagliari



Andrea Codecasa prezentuje możliwości skrzyni ZF EcoLife oraz jej oprogramowania