

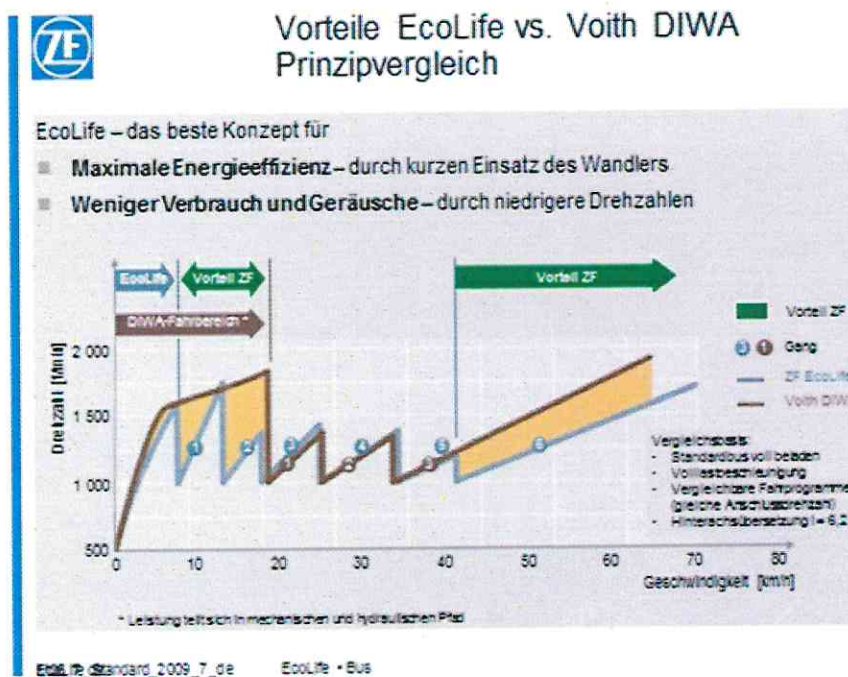
Klasa: 641-02/20-02/0009
Ur. broj. 2181/206-02-05-20-0002
Split, 27.5.2020.

Solaris Bus&Coach S.A.
Bolechowo, Obornicka 46
Owinska, Republika Poljska

Predmet: Mišljenja o mjenjaču ZF Ecolife 6 AP u odnosu na VOITH Diwa prema dostupnoj dokumentaciji

Temeljem vašeg upita o tehničko evaluaciji svojstava i karakteristika mjenjača ZF Ecolife 6 AP u odnosu na VOITH Diwa.6, kao dio pogonskog sklopa niskopodnog gradskog solo autobusa pogonjenog dizel agregatom DAF PACCAR MX-11, 270 H3 (E6D) dostavljamo vam sljedeću analizu i mišljenje.

Oba mjenjača su potpuno automatizirani i ne zahtijevaju posebne vještine ni angažman vozača. Startanje autobusa iz mjesta se kod oba tipa mjenjača odvija preko hidro dinamičkog prijenosnika tako da nema trošenja tarnih elemenata što je posebno bitno kod ovog tipa vozila zbog čestih zaustavljanja. ZF mjenjač raspolaže sa 6 stupnjeva prijenosa prema naprijed u odnosu na 1+3 kod VOITH-a, veći broj stupnjeva prijenosa omogućava rad pogonskog motora u povoljnijem radnom području okretaja posebno pri većim brzinama kretanja autobusa (slika 1), na ovaj način se smanjuje vanjska i unutarnja buka te povećava ekonomičnost.



Slika 1. Usporedba radnih karakteristika sa ZF EcoLife 6 AP i Voith DIWA D 854.6.

Problem prelaska u viši stupanj prijenosa je jako izražen kod malih brzina vožnje i narušava komfor vožnje zbog nejednolikog ubrzanja koji se manifestira karakterističnim ljuljanjem putnika. Prvi stupanj kod VOITH mjenjača je izveden preko diferencijalnog planetarnog prijenosnika i hidro dinamičkog pretvarača momenta tako da se omogući varijabilni prijenosni omjer i pokrivanje većeg područja brzine kretanja, tj kontinuiranog ubrzanja bez trzaja, čime se povećava komfor putnika. Kod izmjene stupnja prijenosa ZF koristi hidro dinamički pretvarač momenta za kompenziranje razlike broja okretaja, dok VOITH kompenzira razliku u okretajima preko tarne spojke u ulju, zbog čega mu je maksimalni moment tijekom izmjene u viši stupanj prijenosa ograničen na 1250Nm i kod izmjene u niži stupanj prijenosa na 750Nm. Kod vožnje u jednom stupnju prijenosa oba mjenjača koriste čvrstu mehaničku vezu između ulaznog i izlaznog vratila, lamelna spojka kod VOITH-a i lock-up HD pretvarača momenta kod ZF-a, koja povoljno utječe na potrošnju goriva. Također su oba mjenjača opremljeni torzionim ublaživačima vibracija time se uvelike smanjuje prijenos torzionih vibracija sa motora na ostatak pogonskog sustava, a tako i na putnički prostor autobusa što povećava komfor vožnje. Prema istraživanju koje je provela Dekra na dva jednaka gradska autobusa tipa Mercedes-Benz Citaro 2 koji su opremljeni ZF EcoLife 6 AP i Voith DIWA D 854.6. prilikom polaska sa stajališta autobusa opremljenog sa mjenjačem ZF vanjska buka je manja za 6 dB(A) i unutarnja za 7,6 dB(A) u odnosu na vozilo sa Voith mjenjačem (slika 2).

EcoLife Makes Buses Less Noisy Comparative Noise Measurements



Departure from a typical bus stop: EcoLife vs. Voith DIWA.6



Certified by the independent expert organization DEKRA:



Measurement conditions:

- Two comparable Mercedes-Benz Citaro 2 of the same bus company
- Engine: Euro 6, 220 kW, 1,200 Nm, same axle ratio, similar mileage
- Transmission: **EcoLife 6 AP 1200** and **Voith DIWA D 854.6**
- Full load acceleration when departing from the bus stop

Result:

Compared to the Voith DIWA.6, EcoLife reduces the noise **when departing from the bus stop:**

- Outside: up to **-6.0 dB(A)**
- Inside: up to **-7.6 dB(A)**

Speed reduction:
up to **750 rpm**

Clip available on YouTube:
click [here](#) (05:28 min.)

33

© ZF Friedrichshafen AG, 2017

Slika 2. Istraživanja provedena od Dekra za razinu buke kod dva jednaka gradska autobusa tipa Mercedes-Benz Citaro 2 opremljeni sa ZF EcoLife 6 AP i Voith DIWA D 854.6.

Treba naglasiti da većinu buke proizvodi pogonski motor koji je jednak u oba slučaja, povećanje buke uzrokuje veći broj okretaja motora prilikom starta. Oba mjenjača su opremljena retarderom odnosno hidro dinamičkim usporivačem čija je svrha usporavanje bez trošenja tarnih elemenata. ZF koristi primarni retarder tj. poseban HD sklop postavljen na ulazno vratilo mjenjačke kutije, te je preko prijenosnika spojen na izlazno vratilo što mu

omogućava efikasno kočenje pri vrlo niskim brzinama kretanja. VOITH koristi sekundarni retarder izveden preko postojećeg HD pretvarača momenta kojemu snaga, odnosno moment kočenja ne ovisi o stupnju prijenosa tako da pri niskim brzinama kretanja ima vrlo slab učinak. IDIADA Automotive Technology SA Powertrain je provela testiranje potrošnje goriva na dva jednaka gradska autobusa SOLARIS Urban M3 bus opremljeni pogonskim agregatima DAF / PACCAR MX-11 250 H2 sa Voith, 864.6 (DIWA 6) i ZF 6AP 1600B mjenjačima u uvjetima gradske vožnje, svaki po 3 različita tipa vožnje, tip-1 sa prosječnom brzinom vožnje 13 km/h, tip-2 sa 20 km/h i tip-3 sa 28 km/h. Izmjerena prosječna potrošnja oba autobusa sa ZF i VOITH mjenjačima je vrlo slična:

- tip-1 ZF 44,8 l/100km, VOITH 45,1 l/100km
- tip-2 ZF 37,8 l/100km, VOITH 38,7 l/100km
- tip-3 ZF 36,1 l/100km, VOITH 35,0 l/100km

Opaska: Kod ZF mjenjača je korištena pogonska osovina sa kraćim prijenosnim omjerom 5,3 u odnosu na 4,7 kod VOITH-a, što je prema našem mišljenju uzrokovalo neočekivanu veću potrošnju kod ZF-a kod ispitivanja tip-3 sa većim brzinama vožnje.

Zaključno mišljenje:


Prednost VOITH mjenjačke kutije se očituje u prometu sa malim razmacima između stajanja, sa nižim brzinama kretanja i manjim nizbrdicama. U ovakvim uvjetima omogućava veći komfor putnika i manje trošenje samog mjenjača zbog rjeđe potrebe za izmjenom stupnja prijenosa. ZF mjenjačka kutija omogućava tiši rad motora sa nižim brojem okretaja uz nešto nižu potrošnju. Prednost ZF-a u odnosu na VOITH je i jači primarni retarder pri malim brzinama vožnje. Zbog većeg broja stupnjeva prijenosa svakako preporučljiviji i u prigradskom prometu. Unatoč konstrukcijskim razlikama oba proizvođača mjenjača gradskih autobusa ZF i VOITH čine sam vrh ponude u ovom segmentu sa većinskim tržišnim udjelom u EU i potpuno udovoljavaju postavljenim zahtjevima, tako da možemo zaključiti da su u prosječnim uvjetima gradske vožnje u EU, oba rješenja jednakovrijedna.

Prilikom tehnokonomske analize isplativosti sustava potrebno je znati intervale i trošak servisa i rezervnih dijelova za definirano ekonomsko razdoblje. Za proračunati snagu kočenja retardera potrebno je poznavati: završni prijenosni omjer, veličinu kotača, točan tip mjenjača i druge bitne parametre. Na trajnost utječu programske postavke npr. ako se postavi dugo vrijeme ukapčanja smanjuje se trzaj ali se povećava trošenje i potrošnja goriva.

Na kraju najveći utjecaj na trajnost ima dimenzioniranje koje je nepoznanica kao i druge varijable poput gustoća prometa, razmak, stajališta, ravan ili brdovit teren, nagibi, gradski ili prigradski. U ovoj evaluaciji navedeni su uvjeti gdje ZF a gdje Voith ima prednosti i u kakvim uvjetima se preporučuju.




Prof. dr. sc. Gojmir Radica


Mag. mech. eng. Ante Kozina


Prof. dr.sc. Lovre Krstulović-Opara,

stalni sudski vještak za infracrvenu termografiju i strojarstvo