



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2017

## **CONTRIBUȚII LA CERCETAREA EXPERIMENTALĂ A PARAMETRILOR SISTEMULUI DE ALIMENTARE PRIN INECȚIE DE LA MOTORUL 3.0i AL AUTOMOBILULUI BMW X5**

George-Vlad TOADER, Ioan Aurel CHERECHEȘ, Levente Botond  
KOC SIS, Ferenc GASP AR, Adela-Ioana BORZAN

### **CONTRIBUTIONS TO THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF INJECTION FUEL SUPPLY SYSTEM FROM 3.0i ENGINE OF BMW X 5 ROAD VEHICLES**

This scientific article shows the results of multiple experimental tests and researches made on the basis of fuel injection process during different operating regimes. Measured parameters are in this case engine speed, fuel consumption, injection timing and engine temperature.

The main objective of these tests is to determine how fuel consumption is influenced by engine speed and engine coolant temperature if the vehicle is operating in neutral gear that means the engine has no load on the crankshaft. In this case the engine speed will be correlated with the accelerating pedal position. The road vehicle on which the tests will be conducted is BMW X5 3.0i model years 2002. There aren't any detailed studies made on this model. It is a well-known that a considerable number of such vehicles are registered in our country. Besides this body type, BMW Factory equipped other vehicles with this engine.

The experimental tests offer engineers a better understanding of injection process and fuel economy in the case of conventional fuel supply systems. The experimental data are summarized and accurately analyzed and represented.

Keywords: automotive, BMW, consumption, engine, injection  
Cuvinte-cheie: automobile, BMW, consum, motor, Injecție

## 1. Introducere

În lucrarea de față se studiază influența turației arborelui cotit asupra temperaturii motorului cu aprindere prin scânteie (M.A.S.) și a consumului de combustibil al acestuia la autovehiculul BMW X5 3.0i fabricat în 2002. Modificarea turației se va realiza prin intermediul acționării în mod liniar a acceleratorului atâta timp cât transmisia nu va fi cuplată. Un alt factor studiat al acestui test este valoarea consumului de combustibil raportat la specificațiile furnizate de către producător, având în vedere faptul că motorul prezintă uzuri [1][2][3][4][5][6][7].

Toate elementele supuse examinării sunt într-o interdependență reciprocă în ceea ce privește buna funcționare a motorului automobilului prezentat în figura 1. Din această cauză se va asigura, pe parcursul măsurărilor, faptul că nu vor apărea defecțiuni la niciunul dintre sistemele care influențează parametri respectivi.



Fig. 1 Vehiculul supus testării în vederea analizei procesului de alimentare și a variației consumului de combustibil [8, 9, 10, 11]; 1-BMW X5, an fabricație 2002; 2-ansamblul motor 3.0i; 3-ECU (electronic control unit); 4-accelerator; 5-injectorul și camera de ardere.

## 2. Material și metoda

Preluarea datelor se realizează cu un aparat de diagnosticare multimarca (Autel Maxisys Pro). Acest echipament este alcătuit dintr-o interfață analogic-digitală dotată cu mufă OBD II (On Board Diagnostics generația a doua) și o interfață grafică de afișare alfa-numerică a datelor prelevate (figura 2).

Determinările experimentale sau metoda aplicată trebuie să parcurgă următorii pași procedurali:

- alegerea autovehiculului pentru studiu și testare;

- alegerea echipamentului de diagnosticare;
- cuplarea interfeței la autovehicul, cu ajutorul cablurilor de transfer de date sau prin metoda "Wireless" (fără fir);
- identificarea riguroasă a configurației constructive a autovehiculului studiat;
- evaluarea acestuia în vederea depistării codurilor de eroare cu influență asupra funcționării motorului, iar în cazul în care acestea există, se vor remedia prin operații de înlăturare a defectelor, pentru ca, mai apoi, să se reia procedura de testare;
- se vor selecta din meniul unității centrale parametrii necesari studiului;
- se vor înregistra parametrii în funcție de evoluția turației motorului și a temperaturii agentului de răcire (reprezentarea se poate face numeric sau grafic).



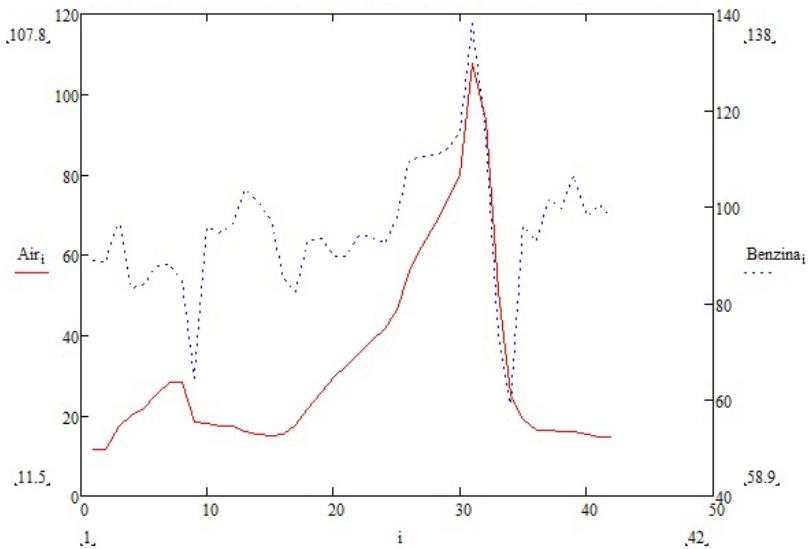
Fig. 2 Aparat de diagnosticare (Autel MaxiSys Pro); 1-interfața de afișare a datelor preluate; 2-adaptoare OBD; 3-interfața de citire a datelor; 4-cabluri pentru conectarea aparatelor

### 3. Sinteza cercetării experimentale

Pe durata cercetării experimentale s-au monitorizat o serie de mărimi de proces. Cu ajutorul aparatului de diagnoză (figura 3), în urma măsurătorilor, s-au obținut datele experimentale (figura 4) și o presiune de combustibil relativ constantă de circa 3,5 daN/cm<sup>2</sup>, cu debit variabil între 50÷100 L/h.

Name	Value	Unit
<input checked="" type="checkbox"/> Engine speed	754	rpm
<input checked="" type="checkbox"/> Coolant temperature, engine	83.8	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Coolant,radiator outlet	65.1	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Intake-air temperature	28.4	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Pedal-travel-sensor angle	0	°PT
<input checked="" type="checkbox"/> Throttle angle	0	°thr
<input checked="" type="checkbox"/> Air mass	12.8	kg/h
<input checked="" type="checkbox"/> Load signal	94.7	mg/stroke

Fig. 3 Interfața grafică de afișare a echipamentului de diagnosticare și citire a parametrilor; 1-engine speed (turația arborelui cotit); 2-coolant temperature (temperatura agentului de răcire a motorului); 3-pedal travel sensor angle (senzor unghiular al deplasării pedalei de accelerație); 4-air mass (debitul de aer aspirat) 5-load signal (doza masică de combustibil pe ciclu)



Țiimpul parcurs de la începerea testului exprimat în secunde

Fig. 4 Variația debitelor de aer (kg/h) și combustibil/benzină (mg/ciclu) pe durata încercării la rece a motorului automobilului studiat

În figura 5 se prezintă înregistrările alfa-numerice ale mărimilor principale care definesc procesul funcțional, și anume: rpm - Turația arborelui cotit, Temp - Temperatura motorului, Air - Aerul măsurat de debitmetru, Benzina - Combustibilul injectat, Unghi - unghiul pedalei de accelerație.

rpm <sub>1</sub> :=	Temp <sub>1</sub> :=	Air <sub>1</sub> :=	Benzina <sub>1</sub> :=	unghi <sub>1</sub> :=
723	69.6	11.5	89	0
997	69.6	11.5	88.4	0.1
1337	69.6	17.5	97.5	5.8
1442	69.6	20	83.1	6.1
1601	69.6	21.8	83.8	6.9
1785	69.6	25.3	87.6	9
1857	70.3	28.3	87.9	10.3
1593	70.3	28.3	84.5	11
1044	70.3	18.5	64.5	0
1014	70.3	18	95.8	0
993	70.3	17.3	94.5	0
857	70.3	17.3	96.5	0
851	70.3	16	103.7	0
856	70.3	15.5	101.2	0
996	70.3	15	97.4	0
1197	70.3	15.3	85.1	0
1300	71.1	17.8	82.4	3.6
1545	71.1	21.8	93	5.4
1842	71.1	26	93.5	8.6
2012	71.1	29.8	89.7	10.7
2084	71.1	32.5	89.8	11.8
2296	71.1	35.3	94	12.8
2500	71.1	38.8	93.8	13.6
2626	71.1	41.5	92.2	14.7
2830	71.1	46.3	97.9	15.2
3117	71.8	55.8	109.5	16.3
3396	71.8	62	110.5	18.1
3658	71.8	67.8	110.8	18.9
3850	71.8	73.8	112	20.5
4340	71.8	80	115.5	21.3
4539	71.8	107.8	138	22.6
3873	71.8	93.5	114.5	26.4
2383	72.6	51.3	73.5	22.9
1100	72.6	25.3	58.9	0
972	72.6	19	96	0
888	72.6	16.3	92.9	0
893	72.6	16.3	101.7	0
834	72.6	16	99.6	0
865	72.6	16	106.6	0
815	72.6	15.3	98	0
828	73.3	14.8	100.6	0
804	73.3	14.5	97.3	0

Fig. 5 Valori reale ale unor parametri înregistrați din modulul de control ECU (electronic control unit) pe durata aplicării procedurii de testare efectivă, fără cuplarea unui dispozitiv de încărcare a motorului automobilului studiat

Figura 6 prezintă variațiile turației arborelui cotit, temperaturii agentului de răcire și a poziției unghiulare a acceleratorului în timpul procesului de testare.

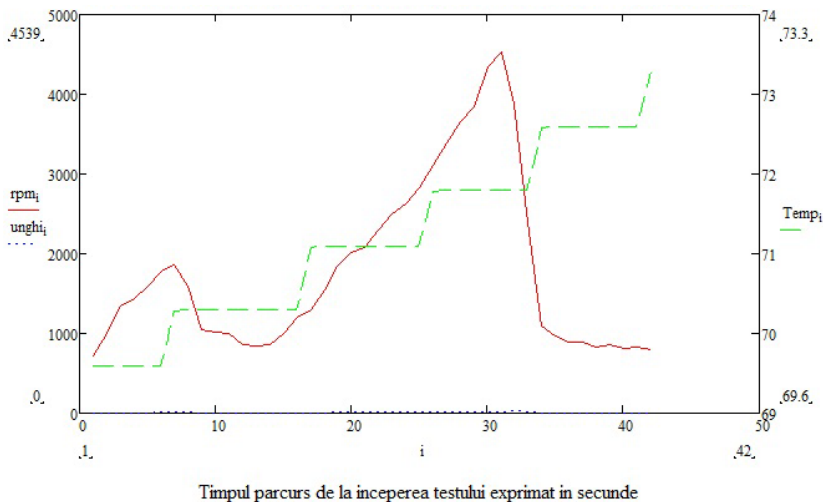


Fig. 6 Variația valorilor reale privitoare la mărimile operaționale corelate cu durata procesului de testare

În tabelul 1 (Valorile privitoare la consumul de combustibil) sunt redate valorile înregistrate în timpul testelor efectuate în exploatare privitoare la consumul de combustibil realizat de către motorul automobilului studiat în comparație cu specificațiile furnizate de către producător.

Tabelul 1

Parametrul analizat	Specificația producătorului	Valoarea măsurată experimental
Consumul de combustibil în regim urban	17,8 l/100 km	18,4 l/100 km
Consumul de combustibil în regim extra-urban	9,7 l/100 km	10 l/100 km
Consumul de combustibil în regim mixt	12,7 l/100 km	14 l/100 km

Figura 7 prezintă panoul sinoptic al variației mărimilor principale studiate prin procedura de încercare experimentală în timpul exploatării sau funcționării motorului.

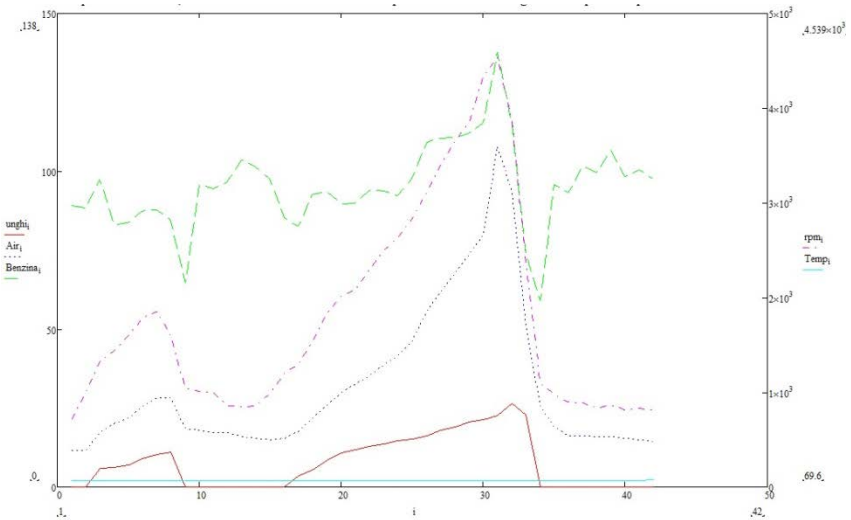


Fig. 7 Variațiile mărimilor principale analizate prin încercare experimentală

Preluarea de date s-a făcut într-un interval de 42 de secunde înregistrându-se valori din secundă în secundă.

#### 4. Concluzii

Studiul pe cale experimentală a fenomenologiei sistemului de alimentare prin injecție indirectă a automobilului marca BMW x5 echipat cu motor 3.0i a permis emiterea concluziilor, după cum urmează:

- odată cu creșterea turației arborelui cotit, crește și consumul de combustibil și cel de aer (datorită numărului mai mare de cicluri efectuate);
- cu creșterea turației arborelui cotit, crește și temperatura pieselor și a fluidului de răcire, atât din cauza creșterii consumului de aer și combustibil;
- pe intervalul de încercare 10÷20 secunde s-a constatat o întârziere a unității DME (Digital Motor Electronics) de a comanda deschiderea și închiderea injectoarelor de benzină, fapt care a dus la consumul unei cantități de combustibil nedorite;
- în urma testelor în condiții de exploatare s-a constatat o creștere a cantității de combustibil injectat față de cantitatea specificată de către fabricant, din cauza uzurilor și pierderilor înregistrate în ansamblul motor;

- valorile obținute prin testele practice derulate pe exploatarea automobilului studiat impun continuarea cercetărilor experimentale privitoare la sistemele de injecție a benzinei.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Băldean, D., Kocsis, L.B., Gaspar, F., *Cercetarea parametrilor sistemului de alimentare prin injecție a motorului de la automobilul BMW 320d*, Journal Știința și Inginerie, Vol. 30, Nr. 45, Editura AGIR, ISSN 2067-7138, eISSN 2359-828X, România, 2016, <http://stiintasiinginerie.ro/30-45-cercetarea-parametrilor-sistemului-de-alimentare-prin-injecție-a-motorului-de-la-automobilul-bmw-320d/>, 13.03.2017.
- [2] Băldean, D., Burnete, N., Varga, B., *Analysis possibilities through diagnosis of motor vehicles systems using Bosch KTS equipment*, Journal Acta Mecanica, Vol. 2, No. 3, Ed. Technical University of Cluj-Napoca, Romania, 2010.
- [3] Bățaș, N., ș.a., *Combustibili, lubrifianți și materiale speciale pentru automobile. Economicitate și poluare*, ISBN 973-8397-37-5, Editura Alma Mater, Cluj-Napoca, 2003.
- [4] Bățaș, N., ș.a., *Motoare cu ardere internă*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1995.
- [5] Burnete, N., ș.a., *Motoare Diesel și biocombustibili pentru transportul urban*, ISBN 978-973-713-217-8, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2008.
- [6] Burnete, N., et. al, *Process investigation possibilities of an internal combustion engine*, ISSN 2067-1083, ESFA 2009, THE 8th International Conference, Fuel Economy, Safety and Reliability of Motor Vehicles, 12-14 Nov., Buc., Romania, 2009.
- [7] Crișan, Mihai-A., et. al, *Analysis of some operating parameters of S.I.E. from Seat Leon in different road conditions using a new testing technology*, ISSN 2069-0401, CONAT, International congress on automotive and transport engineering, 27-29 October, Brașov, Romania. Vol. 1, 2010.
- [8] \* \* \* 23 *Featured bmw x5 ecu parts*, <http://www.partsgateway.co.uk/bmw-parts/x5/ecu>, 14.03.2017.
- [8] \* \* \* *BMW Repair Manual*, <http://bmwfans.info/>, 17.01.2017.
- [9] \* \* \* *All BMW Used Parts*, <http://allbmwusedparts.com/parts-cars/150160-2002-bmw-x5-30i-series-x5-e53-cuv.html>, 18.01.2017.
- [10] \* \* \* *2003 BMW X5 3.0i, photographed in USA*, [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:2003\\_BMW\\_X5\\_3.0i\\_-\\_NHTSA\\_01.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:2003_BMW_X5_3.0i_-_NHTSA_01.jpg), 15.01.2017.
- [11] \* \* \* *Technical specifications*, [http://www.auto-data.net/en/?f=showCar&car\\_id=9788](http://www.auto-data.net/en/?f=showCar&car_id=9788), 14.01.2017.

George-Vlad TOADER, Ioan Aurel CHERECHEȘ, Levente Botond KOCSIS,  
 Ferenc GASPARG, Adela-Ioana BORZAN  
 Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi, Facultatea de Mecanică  
 Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
 e-mail: [relu\\_chereches@yahoo.com](mailto:relu_chereches@yahoo.com); 0752083337