

## STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CARS USING DIFFERENT ENERGY SOURCES<sup>1</sup>

---

**Assoc. Prof. Dimitar Grozev, PhD**

Department of Transport,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: 082-888 231  
E-mail: [dgrozev@uni-ruse.bg](mailto:dgrozev@uni-ruse.bg)

**Assoc. Prof. Ivan Beloev, PhD**

Department of Transport,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: 082-888 231  
E-mail: [dgrozev@uni-ruse.bg](mailto:dgrozev@uni-ruse.bg)

**Abstract:** A study was made of cars powered by gasoline, electricity and hydrogen, respectively. The experiments were performed on a track with established parameters. Objects with similar technical characteristics are selected. The energy consumption under the same meteorological and road conditions is estimated. Energy efficiency, dynamic characteristics and environmental impact were assessed. The results will be used to build models of car operation using different energy sources.

**Keywords:** Gasoline, Electricity, Hydrogen, Established parameters, Models, Different energy sources.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Средните емисии на CO<sub>2</sub> от регистрирани в ЕС нови леки автомобили ще трябва да бъдат с 15% по-ниски през 2025 г. и с 37,5% по-ниски през 2030 г. в сравнение с граничните стойности на емисиите през 2021 г. Емисиите на CO<sub>2</sub> от нови лекотоварни автомобили ще трябва да бъдат с 15% по-ниски през 2025 г. и с 31% по-ниски през 2030 г. Това са целите за автомобилния парк в целия ЕС. Усилието за намаляване на емисиите на CO<sub>2</sub> ще се разпределя между производителите въз основа на средната маса на техния автомобилен парк. Европейският съюз предвижда евентуално преразглеждане на целите за 2030 г. и въвеждане на цели за намаляване на емисиите за периода след 2035 и 2040 г.

Парламентът и Съветът постигнаха съгласие по механизъм за насърчаване на продажбата на повече превозни средства с нулеви и ниски емисии, например изцяло електрически автомобили или зареждащи се хибридни превозни средства, въз основа на подхода, предложен от Комисията в първоначалното ѝ предложение. Ако даден производител спазва определени референтни показатели, в замяна ще му бъдат определени не нови цели за емисиите на CO<sub>2</sub>. Равнищата на референтните показатели ще бъдат 15% за леки и лекотоварни автомобили за 2025 г. и 35% за леки автомобили и 30% за лекотоварни автомобили за 2030 г.

Комисията предстои да разгледа възможността за разпределяне на приходите от такси за извънредно количество емисии в специален фонд или по съответните програми, насочени към осигуряване на справедлив преход, и по целесъобразност да представи законодателно предложение до 2027 г. Парламентът и Съветът постигнаха съгласие по нови правила, целящи да се гарантира надеждността и представителността на докладваните данни за емисиите и да се възпрат измамите с емисиите.

---

<sup>1</sup> Докладът е представен на научна сесия на 30 октомври 2021 с оригинално заглавие на български език: ИЗУЧВАНЕ НА ДИНАМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА АВТОМОБИЛИ, ИЗПОЛЗВАЩИ РАЗЛИЧНИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

Комисията ще наблюдава представителността в реални условия на стойностите на емисиите на CO<sub>2</sub> въз основа на данни от устройствата за измерване на разхода на гориво, инсталирани в нови леки и лекотоварни автомобили. За да не се допусне да нараснат различията по отношение на емисиите, Комисията трябва да направи оценка на осъществимостта на разработването на механизъм за корекция на специфичните цели на производителите, считано от 2030 г., и по целесъобразност да представи законодателно предложение в този смисъл. Комисията трябва да оцени и осъществимостта на разработването на процедури за изпитване на емисии в реални условия.

Предвидени са също специални разпоредби относно изпитването на съответствието при експлоатация и установяването на стратегии за изкуствено подобряване на свързаните със CO<sub>2</sub> характеристики на леките и лекотоварните автомобили.

Наред с това Комисията ще оцени възможността за създаване на обща методология на ЕС за оценка и докладване на емисиите през целия жизнен цикъл (анализ на жизнения цикъл) на превозните средства и, по целесъобразност, изготвяне на последващи мерки, в законодателни предложения.

По отношение на етикетването на леки автомобили Комисията трябва да направи преглед на Директива 1999/94/ЕО до 2020 г. с цел предоставяне на повече информация за потребителите, включително като оцени вариантите за въвеждане на етикет за икономия на гориво и за емисиите на CO<sub>2</sub> за лекотоварни автомобили.

Предложените мерки и цели се основават на рамката в областта на климата и енергетиката до 2030 г. и на стратегията за енергиен съюз, с което се цели намаляване на емисиите от транспорта и на енергопотреблението. Освен това по-малката нужда от изкопаеми горива ще подобри сигурността на енергийните доставки в ЕС и ще намали зависимостта от внос на енергия от трети държави.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Чисто технически погледнато, най-ефикасната система е електромобилът. Тя използва максимално добре енергията: един киловатчас енергия осигуряват 70 до 80 процента КПД по време на пътуване. При водородния двигател и горивната клетка са необходими от два до три пъти повече електричество, за да бъде изминато същото разстояние. Това е така, защото водородът не се среща наготово в природата, а производството му изисква допълнителна енергия. Обикновено той се добива от вода чрез хидролиза. Ако водородът трябва да се преработи в гориво за класически двигател с вътрешно горене, тогава ще е необходимо от 5 до 6 пъти повече електричество.

Направено е изследване с последвал сравнителен анализ на три вида автомобили задвижвани съответно с бензин, електричество и водород. Отчетени са динамичните характеристики и разходената енергия приравнена в kWh. Резултатите са замерени на затворен маршрут като е използвана системата Vbox Sport (фиг. 1)



Фиг. 1 GPS система Vbox Sport

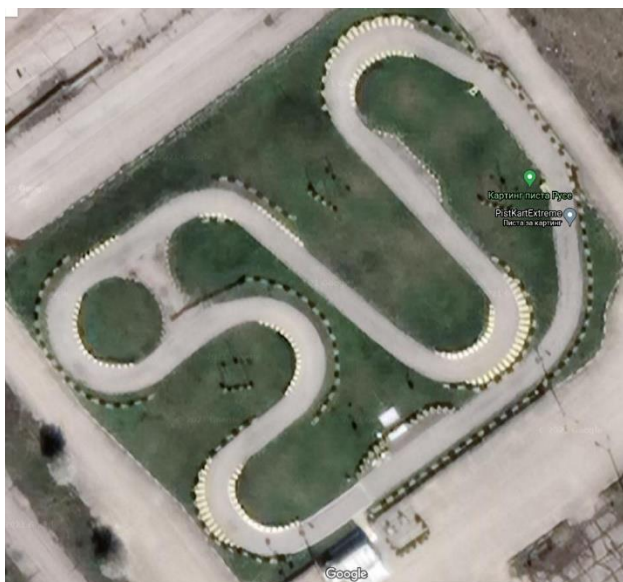
Системата VBOX Sport позволява незабавен достъп до данните, които са получени при експеримента. VBOX Sport може да се използва с всеки тип превозно средство: автомобил, мотор, велосипед, картинг, джет-ски, моторна лодка и т.н. Памет картата позволява да се обработят данните с използване на софтуер Vbox Tools.

**1. Изследване на динамичните и енергийните характеристики на автомобил задвижван с бензинов двигател.**

За изследването е използван автомобил с маса 75 kg и с двигател тип HONDA 270 SODI RX8 с мощност от 8 HP и съответно около 5 kW (фиг. 2). Избрано е трасе от затворен тип (фиг. 3). Дължината му е 450 m със съответно пет десни и два леви завоя.



Фиг.3 Автомобил HONDA 270 SODI RX8 с двигател HONDA 8 hP



Фиг. 2 Сателитна снимка на избраното трасе от затворен тип.

В таблица 1 са представени техническите характеристики на двигателя с вътрешно горене използван при изследването, а на фигура 4 е показан и изглед.



Фиг. 4 Изглед на използвания двигател с вътрешно горене

Таблица 1

Технически характеристики на двигателя с вътрешно горене GX270

Вид на двигателя	4-stroke single cylinder OHV petrol engine 25° inclined cylinder horizontal shaft
Вид на цилинрите	Cast iron sleeve
Диаметър и ход	77 x 58 mm
Преместване	270 cm <sup>3</sup>
Коефициент на компресия	8.5 : 1
Нетна мощност	5.1 kW ( 6.8 HP ) / 3600 rpm
Прод. оценена сила	19.1 Nm ( 1.94 kgfm ) / 2500 rpm
Макс. чист въртящ момент	Digital CDI with variable ignition timing
Запалителна система	Recoil (el. start optional)
Стартер	5.3 Liter
Капацитет на резервоара за гориво	2.4 L/h - 3600 rpm
Разход на гориво	381 x 428 x 422 mm
Размери (L x W x H)	25.8 kg
Тегло	

На фигура 5 са представени и резултатите от изследването с автомобила задвижван с двигател с вътрешно горене. Вижда се, че максималната скорост е 65,290 km/h, а средната е 40,844 km/h.

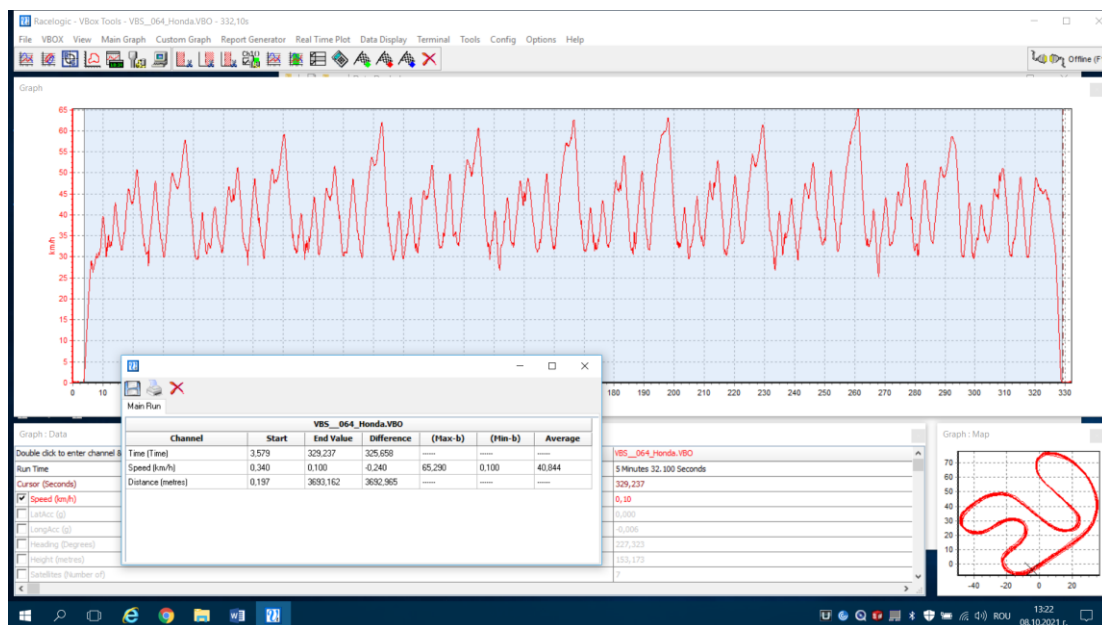
Връзката между литри и килограм бензин се определя от математическа формула:

$$V = m/\rho, \quad (1)$$

където:

- $V$  е обемът;
- $m$  е масата;
- $\rho$  е плътността.

Изчислението се основава на плътността на бензина = 750 kg/m<sup>3</sup> от което получаваме, че изразходваните 0,250 l се равняват на 333 gr. Въз основа на данните от таблица 2 можем да определим, че за двигателят с вътрешно гориво (таблица 1) изразходваната енергия приравнена към 1 kW мощност се равнява на 0,8024 kW.



Фиг. 5 Резултати от изследването на автомобила с двигател с вътрешно горене с GPS система Vbox Sport

Таблица 2

Съотношение на изразходвана енергия равняваща се на 1 kW към съответните видове горива.

	количество	гориво
1 kW се добива от:	0,107 m <sup>3</sup>	природен газ
	0,288 kg	дърва
	0,085 kg	нафта
	1 kW	електричество
	0,073 kg	пропан бутан
	0,083 kg	бензин
	0,092 kg	мазут
	0,218 kg	кафяви въглища
	0,218 kg	брикети
	0,144 kg	черни въглища
	0,124 kg	дървени въглища

## 2. Изследване на динамичните и енергийните характеристики на автомобил задвижван с електрически двигател.

При изследването е използван автомобил, дооборудван в катедра „Транспорт“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“, с електрически двигател представен на фигура 6 с технически характеристики представени в таблица 3.



Фиг. 6 Електрически двигател HPM5000B High Power BLDC Motor

Таблица 3

Технически характеристики на електрически двигател HPM5000B

Напрежение	72V
Мощност	5 KW
Ефективност	91%
Фазово съпротивление	12.0/72V
Тегло	11Kg
Размери	5mm(W) x 43mm(L) x 19mm(D:22.3mm)
Дължина, височина	126mm, 206mm

На фигура 7 са представени и резултатите от изследването с автомобила задвижван с електрически двигател с помощта на GPS система Vbox Sport. Вижда се, че максималната скорост е 53,010 km/h, а средната е 35,134 km/h.

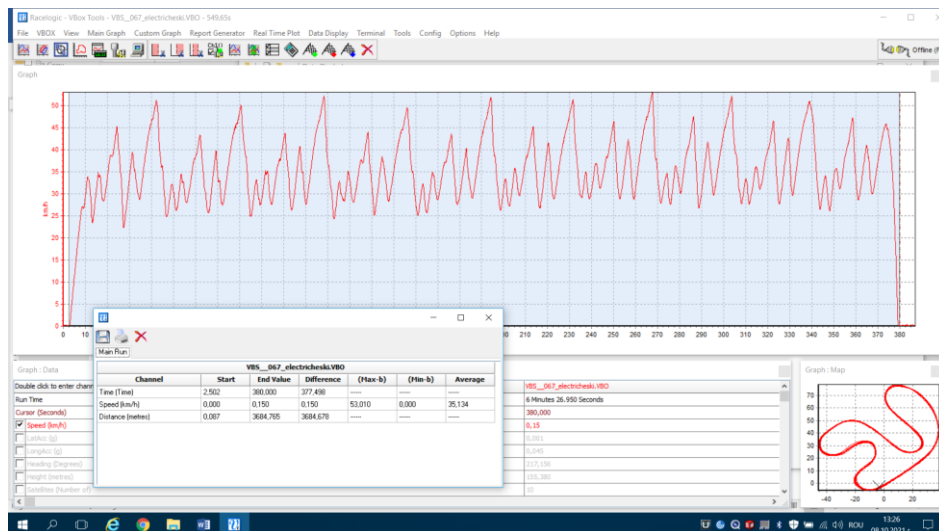
Формулата за изчисление на постояннотокови волта към kW е представена по долу:

$$P(kW) = V(V) * I(A) / 1000, \quad (2)$$

където:

- $P$  е мощността киловати ( $kW$ );
- $V$  е напрежението във волт ( $V$ );
- $I$  тока в ампера ( $A$ ).

Въз основа на описаното по-горе можем да определим, че за електрическия двигател (таблица 3) изразходваната енергия приравнена към 1 kW мощност се равнява на 0,0552 kW.



Фигура 7 Резултати от изследването на автомобил с електрически двигател с GPS система Vbox Sport

### 3. Изследване на динамичните и енергийните характеристики на автомобил задвижван с водородна горивна клетка.

Използвана е горивна клетка Horizon XP 1000 с разход на водород представен в таблица

4.

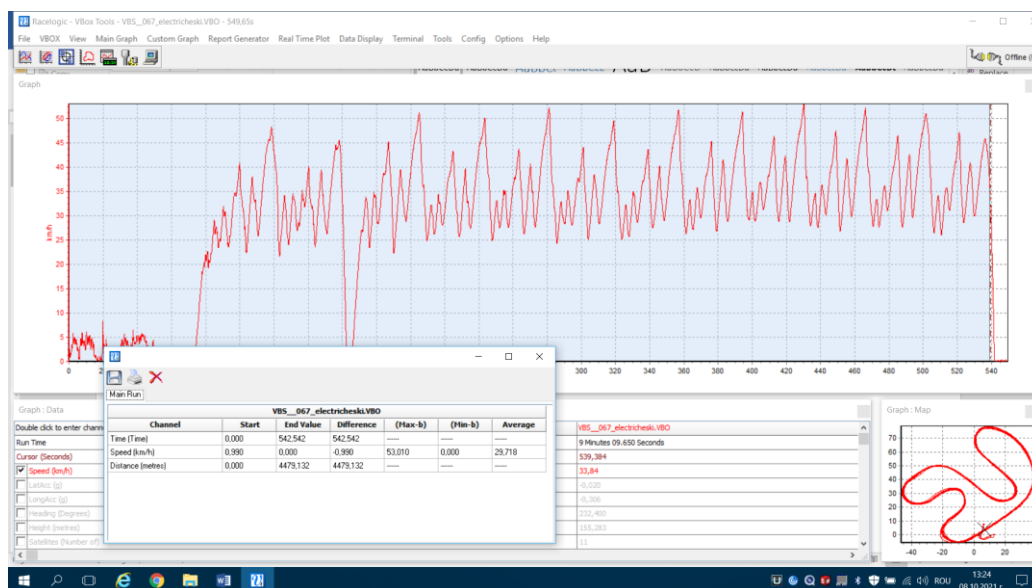
Таблица 4.

Резултати от направеното измерване за разход на водород при различни мощности на горивната клетка

0W	200W	400W	600W	800W	1000W
0.0 l/min	3.45 l/min	4.05 l/min	6.01 l/min	8.5 l/min	11.5 l/min

На фигура 8 са представени и резултатите от изследването с автомобила задвижван с водородна горивна клетка с помощта на GPS система Vbox Sport. Вижда се, че максималната скорост е 53,010 km/h, а средната е 29,718 km/h.

Въз основа на описаното по-горе можем да определим, че за автомобилът с водородна горивна клетка е изразходваната енергия е 0,0831 kW.



Фигура 8 Резултати от изследването на автомобил задвижван с водородна горивна клетка с GPS система Vbox Sport

В таблица 5 са представени и обобщените резултати от цялото изследване. Вижда се, че най-голямо количество енергия се изразходва при автомобила с двигател с вътрешно горене 0.8024 kW (приравнена към 1kW мощност на двигателя), а най-малко при автомобила с електро двигател 0,0552 kW. По високата стойност на разход на енергия при автомобила с водородна горивна клетка се дължи на загубите при преобразуване на един вид енергия в друг

Таблица 5. Сравнителни стойности на изразходваната енергия при направеното изследване

Вид на двигателя	Изминато разстояние, m	Средна скорост, km/h	Максимална скорост, km/h	Изразходвана енергия приравнена към 1kW мощност на двигателя, kW
ДВГ	3700	40,844	65,290	0.8024
Електрически	3700	35,134	53,010	0.0552
С водородна клетка	3700	29,718	53,010	0,0831

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При направения сравнителен анализ се установи, че автомобилът задвижван с двигател с вътрешно горене изразходва най-голямо количество енергия за изминаване на разстоянието, но средната и максималната скорости са най-високи.

По високата стойност на необходима енергия при автомобилът задвижван с водородна клетка, в сравнения с електрическия, се дължи на загубите при преобразуване на един вид енергия в друг.

Водородното гориво е вторичен продукт от дейностите при хранително-вкусовата, химическата, фармацевтичната и други индустрии.

Водоравното гориво може да се добива и от възобновяеми енергийни източници, при което вредните емисии от производството му се свеждат до нула.

Докладът отразява резултатите от работата по проект „Национална научна програма "Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита E+“, финансиран от Министерство на образованието и науката.

The report reflects the results of the work on the project "National Scientific Program Low Carbon Energy for Transport and Life E + ", funded by the Ministry of Education and Science.

## REFERENCES

- Solecka K., Integration of public transport in Polish and EU documents and examples of solutions for integration of public transport in Poland and in the world. Transport Problems. 2011. Vol. 6. No. 4. P. 23-34.
- Stanojević P., D. Jovanović, P. Sârbescu, S. Kostadinov, T. Lajunen. The Driver Behaviour Questionnaire in South-East Europe countries: Bulgaria, Romania and Serbia, 2017.
- Rachwał T. Industrial restructuring in Poland and other European Union states in the era of economic globalization. Procedia Social and Behavioral Sciences. 2011. No. 19. P. 1-10.
- Iorgulescu R.I. Polimeni J.M. A multi-scale integrated analysis of the energy use in Romania. Bulgaria. Poland and Hungary. Energy. 2009. No. 34. P. 341-347.
- Taylor Z. Railway closures to passenger traffic in Poland and their social consequences. Journal of Transport Geography. 2006. No. 14. P. 135-151.

Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Kłodawski M., Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport. The Archives of Transport. 2014. Vol. 31.No. 3. P. 23-35.

Стандарти за емисиите на CO<sub>2</sub> от леки и лекотоварни автомобили: Съветът потвърждава споразумението за въвеждане на по-строги ограничения, Съвет на Европейския съюз, <https://www.consilium.europa.eu/bg/press/press-releases/2019/01/16/co2-emission-standards-for-cars-and-vans-council-confirms-agreement-on-stricter-limits/>

Пенчева В., А. Асенов. Политики в областта на безопасността на автомобилното движение и обучение на кандидати за водачи на МПС. Русе, Издателски център на Русенския университет "А. Кънчев", 2019, стр. 260, ISBN 978-954-712-761-6 (монография)

Stanojević P., D. Jovanović, P. Sârbescu, S. Kostadinov, T. Lajunen. The Driver Behaviour Questionnaire in South-East Europe countries: Bulgaria, Romania and Serbia, 2017.

Kostadinov Sv. Determination of the vehicle type of the motorized scooters according to the legislation in bulgaria, RU, 2019.

Lyubenov D., F. Kirilov. A study of the influence of input parameters on output results on the delta v method, RU, 2019.

Kirilov F., D. Lyubenov. A comparative study of the illuminated area of automotive (Сравнително изследование осветенной области автомобилей), XI International conference, Полша, 2019.

Atanasova P., S. Kostadinov, D. Lyubenov. Experimental study of vehicles overtaking maneuver (Экспериментальное исследование транспортных средств обслуживания), XI International conference, Полша, 2019.

Pencheva V., A. Tsekov, I. Georgiev, P. Stoyanov, A. Asenov. Investigation of waiting times at urban passenger transport stops for the movement of vehicles with irregular running intervals using simulation (Исследование времени ожидания на городских пассажирских транспортных остановках для движения транспортных средств с нерегулярными безопасными интервалами с использованием моделирования), XI International conference, Полша, 2019.