

FRI- 20.21-1-TMS-09

## APPLICATION OF THE LCA METHOD FOR COMPERATIVE ASSESSMENT OF AUTOMOBILES <sup>9</sup>

**Simeon Sheev, PhD Student**

Department of Engine and vehicle,  
 “Angel Kanchev” Univesity of Ruse  
 Phone: +359 879 506 914  
 E-mail: [ssheev@uni-ruse.bg](mailto:ssheev@uni-ruse.bg)

***Abstract:** This report presents the methodology for life cycle assessment (LCA) according to the standards BDS EN ISO 14040:2006 and ISO 14040:2009. The principles, framework and main stages of LCA are described, as well as the application of LCA in the automotive sector, including a comparative analysis between cars with internal combustion engines (ICE) and electric vehicles (EV). Key formulas and illustrative graphs are presented, including a methodology flowchart, life cycle diagram, and a comparison of ICE vs EV impacts.*

***Keywords:** Emissions, Sustainability, ISO 14040, Electric Vehicle, LCA, Resources*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Оценката на жизнения цикъл (LCA) е стандартизиран метод за оценка на въздействията върху околната среда, свързани с даден продукт или услуга през целия им жизнен цикъл - от добива на суровини до изхвърлянето на отпадъците (BDS EN ISO 14040:2006, 2006). LCA е важен инструмент за подпомагане на вземането на решения в областта на устойчивото развитие, еко-дизайна и управлението на ресурсите (ISO 14040:2009-11, 2009).

Този доклад има за цел да представи методологията на LCA, приложима в автомобилния сектор, и да сравни въздействията на автомобили с двигатели с вътрешно горене (ICE) и електрически автомобили (EV) (Francesco Del Peroa et al., 2018).

### ИЗЛОЖЕНИЕ

#### Методика на LCA

**Фази на LCA** Съгласно стандартите ISO 14040 и ISO 14044, LCA се състои от четири основни фази (фиг.1):

- **Определяне на целите и обхвата** (Goal and Scope Definition): Тази фаза определя целите на изследването, функционалната единица (FU), системните граници и критериите за оценка.
- **Инвентаризационен анализ** (Life Cycle Inventory - LCI): Събиране на данни за всички входящи и изходящи потоци на материали и енергия през жизнения цикъл на продукта.
- **Оценка на въздействието** (Life Cycle Impact Assessment - LCIA): Оценка на потенциалните въздействия върху околната среда, свързани с входящите и изходящите потоци.
- **Интерпретация** (Interpretation): Анализ на резултатите от LCI и LCIA, оценка на чувствителността и несигурността, формулиране на заключения и препоръки (ISO 14040/14044, 2006; ISO 14040:2009-11, 2009).

**Функционална единица и системни граници** Функционалната единица (FU) определя количествено характеристиката на продукта или услугата, която ще бъде оценена. Важно е FU да е ясно дефинирана и измерима. Примери за FU в автомобилния сектор: 1 km пробег, 1 година експлоатация, 150 000 km пробег.

<sup>9</sup> Докладът е представен на студентската научна сесия на XX октомври 2025 г. с оригинално заглавие на български език: ИЗПОЛЗВАНЕ НА LCA МЕТОДА ЗА СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА АВТОМОБИЛИ.

Системните граници определят кои процеси ще бъдат включени в оценката. Възможни са различни системни граници: "от люлка до порта" (cradle-to-gate), "от порта до порта" (gate-to-gate), "от люлка до гроб" (cradle-to-grave) (ISO 14040/14044, 2006).

**Математически изрази и ключови формули** Общата формула за оценка на въздействието в дадена категория  $i$  е:

$$\text{Въздействие } i = \sum (\text{Поток } j * \text{Фактор } j, i)$$

където  $\text{Въздействие } i$  е общото въздействие в категория  $i$  (ISO 14040/14044, 2006)

$\text{Поток } j$  е количеството на веществото  $j$

$\text{Фактор } j, i$  е факторът на въздействие на веществото  $j$  в категория  $i$

Пример: Оценка на въздействието върху глобалното затопляне (GWP):

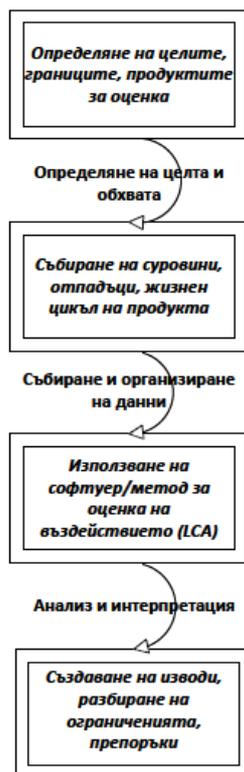
$$GWP = \sum (\text{Емисии } CO_2eq * GWPCO_2eq)$$

където  $GWP$  е общото въздействие върху глобалното затопляне

$\text{Емисии } CO_2eq$  са емисиите на  $CO_2$ -еквивалентни газове (IPCC, 2014)

$GWPCO_2eq$  е факторът на глобално затопляне за  $CO_2$ -еквивалентните газове

**Оценка на несигурността и чувствителността** Оценката на несигурността и чувствителността е важна стъпка в LCA, която цели да определи влиянието на несигурността на данните и допусканията върху резултатите от оценката (Francesco Del Pero et al., 2018).



Фиг. 1. Блок-схема на методиката

## Приложение на LCA в автомобилния сектор

### Специфични аспекти

Автомобилният сектор е сложен и ресурсоемък, което го прави подходящ за прилагане на LCA (фиг.2). Някои специфични аспекти, които трябва да се вземат предвид при LCA в автомобилния сектор, са:

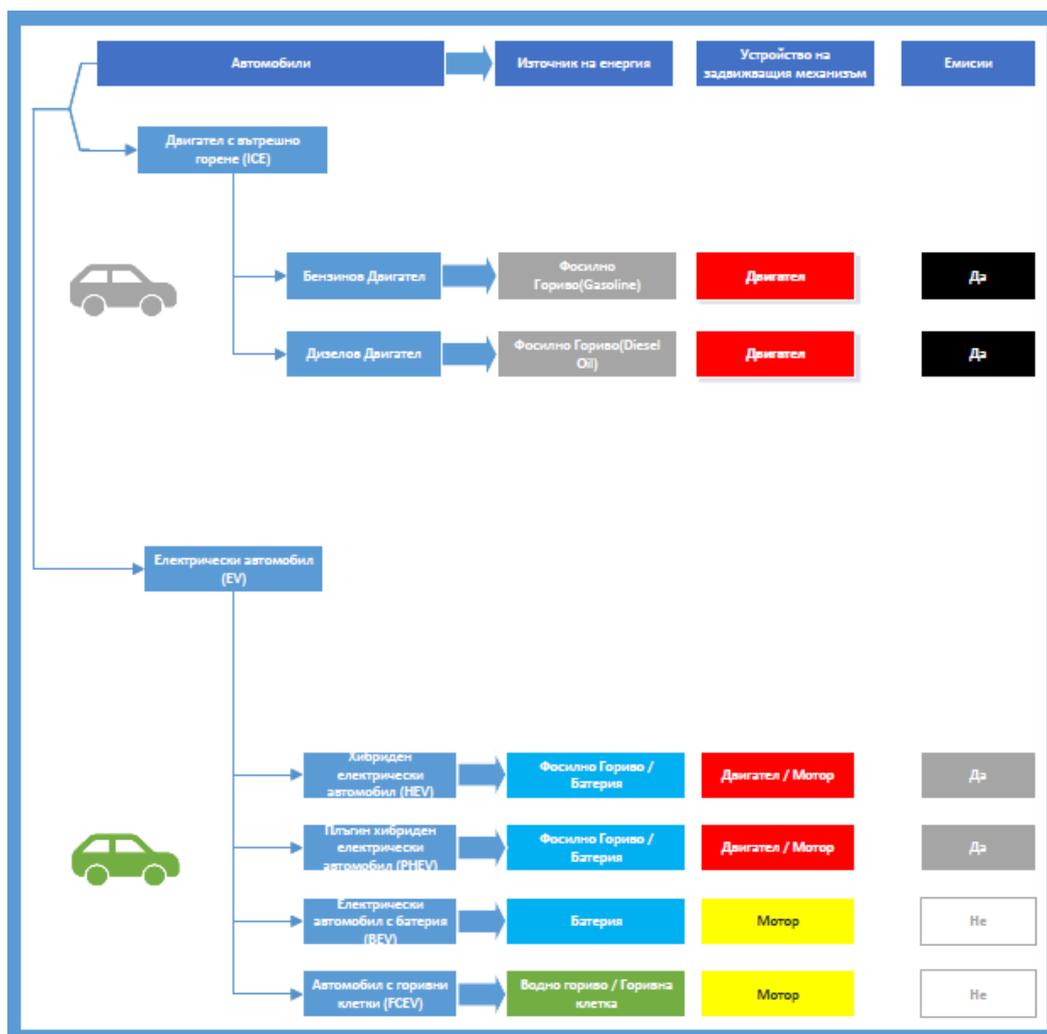
- **Материали:** Производството на автомобили изисква голямо количество материали, включително стомана, алуминий, пластмаси, каучук и други. Важно е да се оценят въздействията, свързани с добива, производството и транспортирането на тези материали (Gaiardelli, 2009).
- **Производство:** Производственият процес включва редица енергоемки процеси, като леење, коване, заваряване и боядисване (Bitencourt de Oliveira et al., 2022).
- **Употреба:** Употребата на автомобила е свързана с консумация на гориво или електроенергия, както и с емисии на отработени газове (Oda et al., 2022).
- **Край на жизнения цикъл:** В края на жизнения цикъл автомобилът може да бъде рециклиран, повторно използван или депониран (Gaiardelli, 2009).



Фиг. 2. Диаграма на жизнения цикъл

### Сравнителен анализ ICE vs EV

Електрическите автомобили (EV) се разглеждат като по-устойчива алтернатива на автомобилите с двигатели с вътрешно горене (ICE), тъй като не отделят вредни емисии по време на експлоатация. Въпреки това, е важно да се оцени целият жизнен цикъл на EV, включително производството на батерии, производството на електроенергия и изхвърлянето на отпадъците (Del Peroa et al., 2018). Сравнението е илюстрирано на фиг.3.



Фиг. 3. Сравнение ICE vs EV (бар диаграма)

## ИЗВОДИ

Оценката на жизнения цикъл (LCA) е ценен инструмент за оценка на въздействията върху околната среда, свързани с автомобилите. Сравнителният анализ между автомобили с двигатели с вътрешно горене (ICE) и електрически автомобили (EV) показва, че EV имат потенциал да намалят въздействията върху околната среда, особено по отношение на емисиите на парникови газове и замърсяването на въздуха (Cai & Liu, 2025). Въпреки това, е важно да се вземат предвид всички етапи от жизнения цикъл на EV, включително производството на батерии и производството на електроенергия, за да се получи пълна картина на въздействията (Del Peroa et al., 2018). LCA може да подпомогне вземането на информирани решения в областта на автомобилния дизайн, политиките за устойчиво развитие и управлението на ресурсите.

## REFERENCES

- BDS EN ISO 14040:2006 (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. Bulgarian Institute for Standardization. URL: [БДС EN ISO 14040:2006](#)
- ISO 14040:2009-11 (2009). *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. International Organization for Standardization.

Francesco Del Peroa, Massimo Delogua, Marco Pierinia (2018). *Life Cycle Assessment in the automotive sector: a comparative case study of Internal Combustion Engine (ICE) and electric car*. Department of Industrial Engineering, University of Florence, Via di S. Marta 3, Florence 50139, Italy. URL: [\(PDF\) Life Cycle Assessment in the automotive sector: a comparative case study of Internal Combustion Engine \(ICE\) and electric car](#)

Hiromu Oda, Hiroki Noguchi, Masaaki Fuse (2022). *Review of life cycle assessment for automobiles: A meta-analysis-based approach*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. URL: [Review of life cycle assessment for automobiles: A meta-analysis-based approach | Request PDF](#)

Patricia Egede, Tina Dettmera, Christoph Herrmanna, Sami Karab (2015). *Application of Life Cycle Sustainability Assessment in the automotive sector – A systematic literature review*. The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering. URL: [Application of Life Cycle Sustainability Assessment in the automotive sector – A systematic literature review - ScienceDirect](#)

Felipe Bitencourt de Oliveira, Anders Nordelöf, Björn A. Sandén, Anna Widerberg, Anne Marie Tillman (2022). *Exploring automotive supplier data in life cycle assessment – Precision versus workload*. Chalmers University of Technology, Division of Environmental Systems Analysis, 412 96 Gothenburg, Sweden. URL: [Exploring automotive supplier data in life cycle assessment – Precision versus workload - ScienceDirect](#)

Paolo Gaiardelli (2009). *Sustainability in the auto repair industry: a life cycle assessment application*. International Journal of Product Lifecycle Management. URL: [\(PDF\) Sustainability in the auto repair industry: a life cycle assessment application](#)

Bowen Cai, Yingqi Liu (2025). *Automotive industry development versus environment and policy: An integration of system dynamics and life cycle assessment*. School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing, 100044, Beijing, China URL: [Automotive industry development versus environment and policy: An integration of system dynamics and life cycle assessment - ScienceDirect](#)