

FRI-LCR-1-BFT(R)-02

THE PRACTICAL RESULTS OF LCA CARE PROJECT AS A DRIVING FORCE FOR THE DEVELOPMENT OF SMEs IN THE AGRI-FOOD SECTOR IN BULGARIA

Prof. Juliana Popova, PhD

University of Ruse
8, Studentska St, Ruse 7017
e-mail: jppopova@uni-ruse.bg

Prof. Velizara Pencheva, PhD

Department of Transport
University of Ruse
8, Studentska St, Ruse 7017
e-mail: vpencheva@uni-ruse.bg

Prof. Stanka Damyanova, DSc

University of Ruse, Branch Razgrad
8, Studentska St, Ruse 7017
e-mail: sdamyanova@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Pavel Vitliemov, PhD

Department of Business Development and Innovations
University of Ruse
8, Studentska St, Ruse 7017
e-mail: pvitliemov@uni-ruse.bg

Prof. Asen Asenov, PhD

Department of Transport
University of Ruse
8, Studentska St, Ruse 7017
e-mail: asasenov@uni-ruse.bg

Abstract: *The paper presents some of the practical results of LCA Care project implemented in cooperation with universities and SMEs from Bulgaria, Germany, Lithuania, Portugal and Spain. The project is dedicated to the exploration of existing LCA (Life Cycle Assessment) methodologies and tools in order to identify and construct a prospective digital application that can be used by the SMEs in the agri-food sector in the listed countries. As a basis of the application serve the explored theoretical sources, the benchmarking of the existing LCA tools and standards as well as the results from a survey among representatives of 140 SMEs and 8 Design Thinking Workshops.*

Keywords: *Life Cycle Assessment, green protocol, carbon footprint, ecological impact*

УВОД

Устойчивото развитие и кръговата икономика са ключови приоритети на Европейския съюз, залегнали в рамката на Зелената сделка, стратегията “Fit for 55” и политиките за намаляване на въглеродния отпечатък. Секторът на индустриите, произвеждащи храни, е особено чувствителен към екологичните предизвикателства, тъй като се характеризира с високо потребление на ресурси (енергия, вода), генериране на значителни количества отпадъци и емисии на парникови газове. В същото време малките и средни предприятия (МСП), които формират над 90% от бизнеса в България, често срещат трудности при прилагането на комплексни методологии за оценка на

въздействията върху околната среда, като Оценка на жизнения цикъл (Life Cycle Assessment – LCA), поради липса на ресурси, експертиза и достъпни дигитални инструменти.

Проектът LCA CARE (Collect, Analyse, Report and Evolve for eco-innovative SMEs), финансиран по програма Erasmus+, има за цел да преодолее тези бариери чрез създаване на многоезично дигитално приложение за LCA, както и чрез разработка на обучителни програми за студенти, професионалисти и мениджъри на МСП. В проекта участват 11 партньори от 5 държави, включително академични институции, бизнес организации и експерти по устойчиво развитие, което осигурява мултидисциплинарен подход и транснационален обмен на добри практики.

Научната и образователна значимост на проекта се състои в:

- създаване на достъпен и адаптиран инструмент, който позволява на МСП да измерват и управляват екологичния отпечатък на своите продукти и процеси;
- въвеждане на образователни модули, които изграждат капацитет за устойчиво производство и кръгова икономика сред студенти и професионалисти;
- генериране на научна и практическа база за оптимизация на процесите в сектора на индустриите, произвеждащи храни, включително чрез идентифициране на критичните етапи с най-голям екологичен натиск (Falcone et al., 2024; Thomas et al., 2020).

В настоящото изследване се разглеждат практическите резултати от проекта LCA CARE, които имат потенциал да станат движеща сила за развитието на българските МСП в хранително-вкусовия сектор. Чрез анализа се подчертава как дигитализацията, локализираните данни и обучителните инициативи могат да преодолеят бариерите, свързани с високата сложност на LCA методологията, липсата на експертиза и ограничените финансови ресурси, типични за малките предприятия.

Проектът демонстрира, че синергията между академични институции, бизнес и европейски партньорства не само улеснява прехода към устойчиви модели, но и допринася за конкурентоспособността на МСП, като им осигурява достъп до зелени пазари, участие в европейски инициативи и създаване на устойчив иновационен имидж. По този начин LCA CARE съчетава научна методология, дигитални технологии и обучителни стратегии, предоставяйки инструментариум за ефективно въвеждане на устойчиви практики на национално и транснационално ниво.

1. МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОЦЕНКА НА ЖИЗНЕНИЯ ЦИКЪЛ (LIFE CYCLE ASSESSMENT – LCA)

Оценката на жизнения цикъл (Life Cycle Assessment – LCA) е международно призната методология за идентифициране, количествено измерване и оценка на екологичните въздействия, свързани с даден продукт, процес или услуга през всички етапи на неговото съществуване. Тя разглежда пълния жизнен цикъл – от добива на суровини, през производството, разпределението и използването, до етапите на повторна употреба, рециклиране или излизане от употреба (фиг. 1). (Notarnicola et al., 2017). Всеки от тези етапи генерира екологични, социални и икономически въздействия, които се оценяват в рамките на LCA за подпомагане на устойчивото управление на продукти и процеси.

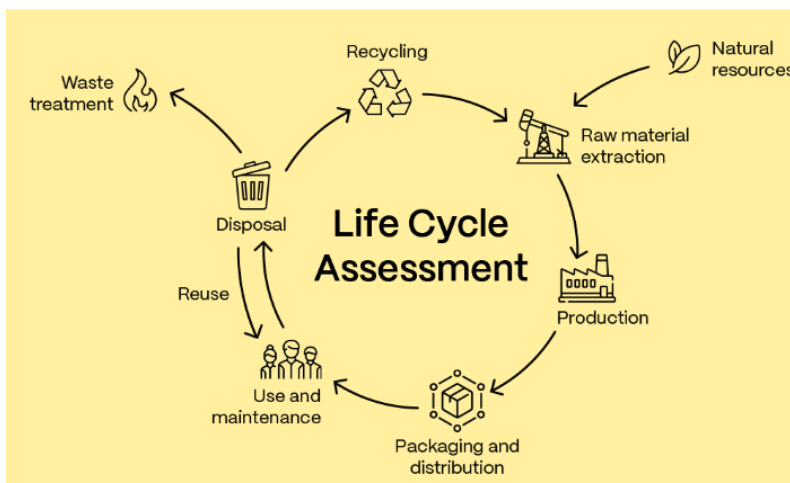
Методологията LCA се базира на международните стандарти ISO 14040 и ISO 14044, които дефинират четири основни фази:

Фаза 1. Дефиниране на целта и обхвата - определят се системните граници, функционалната единица и целите на анализа.

Фаза 2: Инвентаризация на жизнения цикъл (LCI) - събиране и количествено измерване на входящите и изходящите потоци: суровини, енергия, емисии, отпадъци (Gaffey et al., 2024; Aldama et al., 2023).

Фаза 3. Оценка на въздействието върху околната среда (LCIA) – преобразуване на събраните данни на фаза 2 в категории на въздействие като: глобално затопляне, изчерпване на ресурси, воден отпечатък и др. (Falcone et al., 2024; Aldama et al., 2023).

Фаза 4. Интерпретация на резултатите – обобщаване и формулиране на препоръки за подобряване на екологичната ефективност (Thomas et al., 2020).



Фиг.1. Концептуална схема на жизнения цикъл на продукта в рамките на анализа на жизнения цикъл (Life Cycle Assessment – LCA) (Source: Swiss Federal Office for the Environment (BAFU) (2022))

Прилагането на LCA е от особено значение за малките и средни предприятия, тъй като:

- позволява идентифициране на основните източници на екологичен отпечатък в производствените процеси (Aldama et al., 2023);
- подпомага оптимизирането на ресурсната ефективност – енергия, вода, суровини (Yadav et al., 2022);
- улеснява изпълнението на изискванията на европейските политики и стратегии (Зелена сделка, Fit for 55, кръгова икономика);
- предоставя конкурентно предимство чрез екологично сертифициране и достъп до зелени пазари;
- насърчава иновации в продуктите и процесите чрез въвеждане на устойчиви технологии (Thomas et al., 2020, Yadav et al., 2022).

Въпреки потенциала си, LCA се характеризира с редица предизвикателства, особено за МСП:

- сложност на методологията и необходимост от експертни знания (Notarnicola et al., 2017; Gaffey et al., 2024);
- висока цена на лицензираните софтуери и бази данни;
- ограничен достъп до надеждни данни, специфични за националния контекст (Falcone et al., 2024);
- липса на обучен персонал в предприятията (Notarnicola et al., 2017).

Именно тези ограничения обуславят необходимостта от финансиране и изпълнение на проекта LCA Care, включително с научната основа за оптимизация на процесите, които предоставя в хранителните технологии, повишаване на устойчивостта и намаляване на екологичния отпечатък.

Пример за прилагане на LCA при производство на вино.

Анализът на жизнения цикъл (LCA) на вино обхваща целия процес - от производството на грозде до дистрибуцията на крайния продукт. Основните етапи включват:

- селскостопански етап - отглеждане на грозде (вода за напояване, торове, пестициди, енергия за механизация) (Falcone et al., 2024);
- винификация - ферментация, обработка и стабилизиране на виното (електроенергия, топлинна енергия, добавки) (Thomas et al., 2020);
- опаковане - производство на бутилки, тапи и етикети, които имат значителен принос към въглеродния отпечатък (Aldama et al., 2023).
- дистрибуция и съхранение - транспорт до търговски обекти, складови условия и поддържане на температура (Yadav et al., 2022).
- употреба и край на жизнения цикъл – потребление на виното и управление на отпадъците от опаковки (бутилки, тапи, кашони) (Falcone et al., 2024; Aldama et al., 2023).

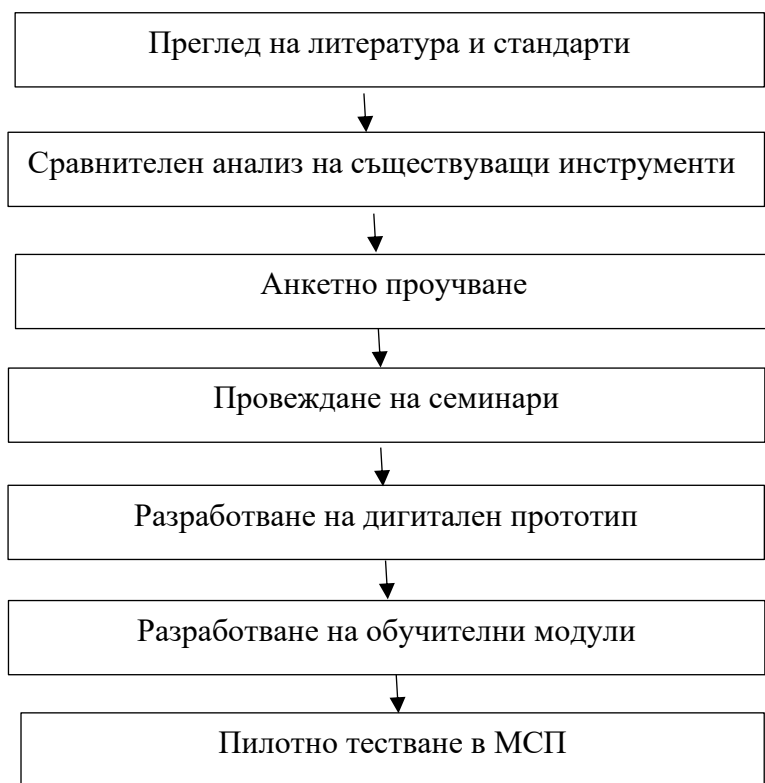
Резултатите от LCA показват, че най-съществени екологични натоварвания произтичат от опаковките (особено стъклени бутилки) и транспорта, докато земеделският етап влияе върху използването на почви, вода и агрохимикали. Оптимизационни мерки могат да включват:

- въвеждане на по-леки стъклени бутилки или алтернативни опаковки;
- използване на възобновяема енергия при винификацията;
- по-ефективни методи за напояване в лозарството;
- насърчаване на рециклирането на стъклени бутилки.

Така LCA подпомага устойчивото управление на винарския сектор, като едновременно намалява екологичния отпечатък и запазва качеството на продукта (Thomas et al., 2020; Gaffey et al., 2024).

2. МЕТОДОЛОГИЧНАТА РАМКА И РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРОЕКТА LCA CARE (Collect, Analyse, Report and Evolve for eco-innovative SMEs)

Блок схема с етапите в методологичната рамка на проекта е показана на фиг. 2. (<https://lca-care.eu/>)



Фиг. 2. Блок схема на технологичната рамка на проекта LCA CARE

Методологичната рамка на проекта включва няколко основни етапа:

- **преглед на литература и стандарти** – анализ на ISO 14040, ISO 14044 и други ключови публикации за LCA;
- **сравнителен анализ на съществуващи софтуерни инструменти**, оценявайки сложността, достъпността и приложимостта им за МСП;
- **анкетно проучване** – проведено сред 140 МСП от хранително-вкусовия сектор в петте партньорски държави; изследвани са потребности, бариери и готовност за прилагане на LCA;
- **провеждане на семинари** – осем събития, които ангажират бизнеса, академичните среди и експерти за съвместна разработка на приложение, ориентирано към потребителите;
- **разработване на дигитален прототип** – многоезичен инструмент (на 6 езика, включително български), интегриращ онтология и ръководства за потребители;

- **разработване на обучителни модули** – проектирани за висши училища и образователни институции за професионално образование (професионални гимназии и центрове), както и за професионално развитие на мениджъри в МСП;

- **пилотно прилагане** – тестове в предприятия и обратна връзка за ефективността на инструмента.

Резултатите от проекта са:

1. Потребности и бариери пред МСП

Анкетното проучване сред 140 предприятия показва:

33,8 % от МСП посочват сложността на LCA инструмента като основна бариера за провеждане на такова изследване;

36,6% посочват като бариера високите финансови разходи за реализация на изследването и липсата на локализирани решения на националния език;

35,08% съобщават за липсата на достатъчно информация за LCA инструмента и недостиг на експертен капацитет за провеждане на изследването;

Около 55% от респондентите биха приложили LCA, за да увеличат конкурентоспособността на компанията си.

2. Прототип на дигиталното приложение LCA Care

- интерфейс, ориентиран към потребителя, опростен за малки фирми;

- вградени секторни бази данни за хранителната индустрия;

- автоматично изчисляване на ключови индикатори: въглероден отпечатък, енергиен и воден отпечатък;

- достъпност на 6 езика, включително български.

3. Обучителни модули и капацитет

- разработени курсове за висши училища и институции за професионално образование;

- програми за допълнително обучение и за професионално развитие;

Предвидено е над 1200 участници да се включат в обучения, семинари и събития в рамките на проекта.

4. Практически ефект върху МСП

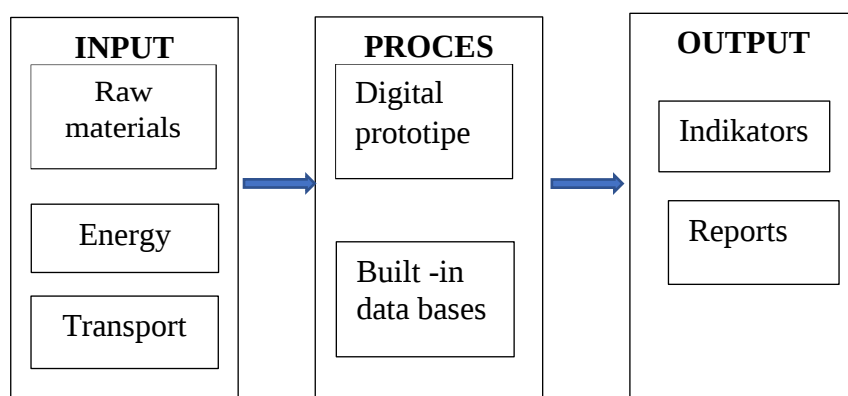
- намалено време за анализ на жизнения цикъл на продукта с до 40% при пилотни тестове;

- подобрена конкурентоспособност чрез достъп до зелени пазари и участие в европейски програми;

- подкрепа за създаване на иновативен имидж и устойчиво позициониране на пазара;

- пренасяне на резултатите в други сектори на икономиката.

На фиг. 3 е показана архитектурата на дигитален инструмент LCA Care Tool.



Фиг. 3. Архитектура на прототипа на LCA Care Tool (вход–процес–изход)

LCA Care Tool е дигитален инструмент, разработен в рамките на проекта LCA CARE, който цели да направи оценката на жизнения цикъл (Life Cycle Assessment - LCA) по-достъпна и приложима за малки и средни предприятия (МСП) в хранително-вкусовия сектор.

Основни характеристики на LCA Care Tool са:

- многоезичен интерфейс – достъпен на шест езика, включително български;
- потребителски ориентиран дизайн – базиран на проучвания сред 140 МСП и осем практически семинара с 48 участници;
- интегрирана онтология – структурирана база знания, която улеснява разбирането на ключовите концепции и стъпки в LCA;
- вградени бази данни със секторни стойности – специфично адаптирани за хранително-вкусовата промишленост;
- автоматизирани изчисления на основни екологични индикатори: въглероден отпечатък (CO₂), воден отпечатък, енергийна ефективност и др.;
- генериране на отчети и визуализации, които могат да се използват за вътрешно управление, комуникация с партньори или участие в зелени пазари и проекти за устойчиво развитие.

Целта е дигиталният продукт да подпомогне МСП, които често нямат капацитет да използват сложните и скъпи професионални LCA софтуери, като им предложи лесен за ползване, достъпен и удобен за практическо приложение инструмент за управление на екологичния отпечатък. Продуктът е проектиран и за обучителен ресурс

Проектирането и въвеждането в експлоатация на дигиталния инструмент LCA Care Tool е предпоставка за насърчаването на устойчиви практики в хранително-вкусовия сектор. За България, където МСП са доминиращата форма на бизнес, достъпът до многоезичен инструмент с локализиран данни и ръководства е решаваща предпоставка за по-бърз преход към устойчиви модели.

LCA Care Tool има три ключови предимства за българския контекст:

- достъпност и локализация – опростен интерфейс, езикова адаптация и интегриране на национални бази данни;
- интегрирано обучение – съчетаване на инструмент с образователни програми;
- мрежов ефект – създаване на общност от МСП и експерти, споделящи добри практики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектът LCA CARE се очертава като движеща сила за устойчивото развитие на МСП в България, предоставяйки достъпен дигитален инструмент и обучения за внедряване на LCA. Чрез съчетание на научно-приложни изследвания, образователни иновации и бизнес партньорства се постига:

- по-широко въвеждане на екологичен мениджмънт;
- повишаване на конкурентоспособността на българските предприятия;
- интегриране на българския хранителен сектор в европейската зелена трансформация.

Проектът демонстрира, че синергията между академични институции, бизнес и европейски партньорства може да доведе до значими ползи не само на национално, но и на транснационално ниво.

REFERENCES

- Aldama, D. Dominguez, F. Grassauer, Y. Zhu, A. Ardestani-Jaafari, N. Pelletier. (2023) Allocation methods in life cycle assessments (LCAs) of agri-food co-products and food waste valorization systems: Systematic review and recommendations" *Journal of Cleaner Production*, vol. 421, August 2023, p.138488, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138488>
- Falcone, G., Fazari, A., Vono, G., Gulisano, G., & Strano, A. (2024). Application of the LCA approach to the citrus production chain – A systematic review. *Cleaner Environmental Systems*, 12, 100156. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2023.100156>
- Gaffey, J., Collins, M. N., & Styles, D. (2024). Review of methodological decisions in life cycle assessment (LCA) of biorefinery systems across feedstock categories. *Journal of Environmental Management*, 358(May 2023), 120813. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120813>
- Notarnicola, B., S. Sala, A. Assumpcio, S. J. McLaren, E. Saouter, U. Sonesson,. (2017) The role of life cycle assessment in supporting sustainable agri-food systems: A review of the challenges. *Journal of Cleaner Production*, vol. 140, June 2016, p.399-409, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071>

Thomas, C. C., Grémy-Gros, A. Perrin, R. Symoneaux, and I. Maître. (2020) Implementing LCA early in food innovation processes: Study on spirulina-based food products. *J. Clean. Prod.*, vol. 268, no. May 2020, p. 121793, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro. 121793

Yadav, Vinay Surendra a , A.R. Singh a , Angappa Gunasekaran b , Rakesh D. Raut Balkrishna E. Narkhede. (2022) A systematic literature review of the agro-food supply chain: Challenges, network design, and performance measurement perspectives. *Sustainable Production and Consumption* 29 685–704