

ИНТЕГРИРАНЕ НА LCA, LCC И S-LCA В ОЦЕНКАТА НА УСТОЙЧИВОСТТА НА СГРАДИТЕ В УСЛОВИЯТА НА КРЪГОВАТА ИКОНОМИКА

Катя Антонова, Румен Калчев

INTEGRATION OF LCA, LCC AND S-LCA IN THE ASSESSMENT ON THE SUSTAINABILITY OF BUILDINGS IN THE CONDITIONS OF THE CIRCULAR ECONOMY

Katya Antonova, Rumen Kalchev

Abstract: Ensuring a balance between economic development, human well-being and the needs of the environment is a major challenge of our time. Construction activities are among the main contributors to the greenhouse effect, high consumption of natural resources, production of a huge amount of waste and energy consumption during the life cycle of buildings, which suggests that the study of these activities is of utmost importance. The aim of the authors in this article is to analyze the existing knowledge and methodologies for integrated assessment of the entire life cycle (LCSA) of buildings, including environmental (LCA), economic (LCC) and social (S-LCA).

Key words: circular economy; sustainable construction; evaluation indicators

Увод

Предизвикателството, пред което е изправен светът през 21 век е осигуряването на баланс между икономическото развитие и подобряването на благосъстоянието на хората и нуждите на околната среда. Очаква се през следващите 40 години потреблението в световен план на материали като биомаса, изкопаеми горива, метали и минерали да се удвои (ОИСП, 2018), като до 2050 г. количеството на отпадъците, генерирани всяка година, да се увеличи със 70 % (Световна банка, 2018).

Строителството играе изключително важна роля за понижаване на използването на енергия, както и за намаляване изменението на климата и приспособяването към последиците от него.

Строителните дейности са сред основните причинители на парников ефект, висока консумация на природни ресурси, произвеждане на огромно количество отпадъци и потребление на енергия по време на жизнения цикъл на сградите. Строителството оказва значително въздействие върху редица сектори на икономиката, заетостта на местно равнище и качеството на живот. То използва огромни количества ресурси (около 50 % от всички добивани материали), генерира над 35 % от общото количество на отпадъците в ЕС (Евростат, 2020) и около 12 % от общите национални емисии на парникови газове, които могат да бъдат намалени с около 80%, ако материалите се използват по-ефективно (Hertwich, E. end al, 2020).

Обект на изследване в настоящата разработка е строителния сектор в условията на кръгова икономика, а предмет са възможностите за интегрирана оценка на целия жизнен цикъл (LCSA) на устойчивостта на сградите.

Целта на авторите в настоящата статия е да анализират съществуващите знания и методологии за интегрирана оценка на целия жизнен цикъл (LCSA) на сградите, в т. ч. екологичния (LCA), икономическия (LCC) и социалния (S-LCA).

Така формулираната цел предполага изпълнението на следните изследователски задачи:

1. да се представи концепцията за кръговата икономика;
2. да се разгледат същността и принципите на устойчивото строителство;
3. да се разгледат някои съществуващите системи за сертифициране на устойчиви сгради;
4. да се разгледат възможностите за интегриране на оценките LCA, LCC и S-LCA в оценката на целият жизнен цикъл на сградите.

1. Концепция за кръговата икономика

Според Доклада от Брундтланд (1987) устойчивото развитие има за цел да посрещне нуждите и стремежите на сегашното поколение, без да компрометира способността за посрещане на тези на бъдещите поколения и се основава на концепция от три стълба за икономическа, социална и екологична устойчивост (Б. Първис, Й. Мао, Д. Робинсън, 2018). Икономическите, социалните и екологичните измерения на устойчивото развитие отразяват предположението, че развитието на

икономиката зависи от хората, което пък зависи от възможностите на природата. За да отговори на глобалните предизвикателства на устойчивото развитие в последните десетилетия мисленето се насочва в посока на концепцията и модела за развитие на кръговата икономика (B. Geldermans, M. Tenpierik, P. Luscuere, 2019) които предполагат удължаване на жизнения цикъл на продуктите и когато те достигнат края на живота си, материалите от които са съставени да могат да се използват отново, така че да се намали до минимум изхвърлянето на отпадъци (фиг. 1).



Фиг. 1. Модел на кръговата икономика
Източник: <https://www.europarl.europa.eu>

Някои ползи от кръговата икономика могат да бъдат (Европейски парламент, 2023):

- Опазване на околната среда, в т.ч. биоразнообразието, намаляване на емисиите на парникови газове – чрез проектиране на по-ефективни и по-устойчиви продукти, повторно използване и рециклиране на продуктите, което от своя страна намалява нуждата от добив на природни ресурси;
- Намаляване на зависимостта от суровини – с нарастването на населението се увеличава и търсенето на суровини, а възможността за рециклирането им намалява рисковете, свързани с тяхното набавяне;
- Ефективно използване на ресурсите – то е от ключово значение за засилване на конкурентоспособността на икономиката, за създаване на условия за растеж и за създаване на нови работни места;
- Създаване на работни места и спестяване на разходи - ефективното използване на ресурсите е ключов момент в засилването на конкурентоспособността на икономиката, проектирането на про-

дуктите и материалите по начин, който предполага многократно използване и рециклиране, то ще стимулира иновациите, а потребителите ще получават по-устойчиви и икономични продукти и материали, което ще им спести разходи и ще подобри качеството им на живот.

Планът за действие за кръговата икономика (Европейска комисия, 2023) предлага мерки по отношение на целия жизнен цикъл на продуктите и има за цел да подобри икономиката, да повиши конкурентоспособността, като заедно с това защитава околната среда и предоставя повече права на потребителите. Новият План за действие обръща внимание на сектори, които използват много ресурси, в т.ч. строителството и е насочен към проектиране и производство, при които използваните суровини и материали остават колкото е възможно по-дълго в икономиката.

Едно от заключенията на ЕС (Заключения на ЕС, 2022) е за бързо приключване на обсъжданията на промените в Директивата за енергия от възобновяеми енергийни източници, Директивата за енергийна ефективност и Директивата относно енергийните характеристики на сградите.

В Европейския зелен пакт (2019) е обявена инициатива за цялостно модернизиране на строителния сектор, което да бъде съобразено с принципите на кръговата икономика, а именно подобряване на ефективността през целия жизнен цикъл на сградните активи и оползотворяване на отпадъците от строителството при разрушаване. Една от инициативите е въвеждането на всеобхватна стратегия за устойчива архитектурна среда, която ще насърчи прилагането на принципите на кръговата икономика по време на целия жизнен цикъл на сградите. Това може да бъде постигнато чрез:

- въвеждане на изисквания за устойчивост на строителните продукти, вкл. и изисквания за съдържанието на рециклираните материали в някои строителни продукти, като се отчетат тяхната функционалност и безопасност (Регламент (ЕС) №305/2011);
- насърчаване на мерки за подобряване на приспособимостта и дълготрайността на сградните активи в съответствие с принципите на кръговата икономика, свързани с проектирането на сгради и разработване на цифрови дневници за сградите (ЕС, 2022);
- насърчаване на мерки за намаляване на запечатването на почвите, възстановяване на замърсени или изоставени терени и др.

2. Същност на устойчивото строителство

Една от сферите, където се срещат потребностите на обществото и икономическите интереси с опазването на околната среда е строителството. Новите строителни технологии водят в определена степен до диспропорции в природата. Замяряват се въздухът, водите и почвата, нарастват темповете на изчерпване на невъзпроизводимите ресурси, настъпват промени в климата, т. нар. глобално затопляне, което е следствие на замърсяването на околната среда. При сегашните неблагоприятни тенденции в състоянието на околната среда е необходимо екологосъобразно развитие на строителството и на икономиката като цяло, търсенето на оптимален баланс между целите и интересите.

Понятието „устойчивото строителство“ е определено на проведените през 1994г. и 1997г. международни конференции („Устойчиво строителство“, Тампа, САЩ и „Строителство и околна среда“, Париж) като „подход, при който създаването и поддържането на сгради да се основава на ефективно използване на природните ресурси и опазване принципите на развитие на околната среда.“ За да е устойчиво строителството е необходимо да се увеличават изискванията към всички негови етапи и да се разработват превантивни дейности, свързани с процеса на строителството от началото на разработване на проекта до края - разрушаването на сградата. Това означава, че е необходимо да се извършва екологична оценка на всички етапи - проектиране, строеж и експлоатация. Необходимо е и да се анализират алтернативите на предлаганите решения, които могат да са в няколко направления (Князев, 2005): (1) удължаване жизнения цикъл на сградите; (2) спестяване на енергия; (3) подобряване качеството на материалите; (4) подобряване качеството на труда.

Устойчивото строителство е система от практики и технологии, при които се оптимизира потреблението на материали и суровини, с цел да се намали отрицателното влияние на човека върху околната среда. Докато при стандартното строителство от значение са краткосрочните икономически цели, за устойчивото приоритет са дълготрайната икономичност, качеството и ефективността. То има за цел да намали влиянието на сградите върху околната среда, като заедно с това оптимизира стойността им и осигурява добър комфорт и здравословна среда на обитаване, т.е. сграда, проектирана като устойчива, минимизира използването на вода, суровини и

енергия през целия жизнен цикъл.

При устойчивото строителство стремежът е да се употребяват местни и лесно достъпни материали, с кратък производствен цикъл и лесни за рециклиране, да се оптимизира употребата на вода, енергия и енергийни източници. С други думи, устойчиво е онова строителство, което е екологично, енергоефективно и дълготрайно и е налице баланс между три фактора: икономически, социален и екологичен.

Икономическата целесъобразност се изразява във възможността за оптимизиране на разходите по време на целия жизнен цикъл на сградата, за рециклиране и повторно използване на материалите.

В социален аспект е необходимо осигуряването на висок комфорт, вътрешна хигиена, уютни и по-здравословни условия, свободен достъп и ефективност на пространството.

В екологичен аспект е важно природната среда да не е повлияна негативно от строителството на сградите и съоръженията.

Строителството е устойчиво ако е подчинено на следните принципи, които са спазени по време на строителството и по време на експлоатацията на сградите: (1) минимална енергоемкост; (2) минимална водоемкост; (3) минимално въздействие върху природата; (4) висок жизнен комфорт; (5) естетичен вид; (6) високо качество; (7) безопасност и сигурност; (8) дълготрайност; (9) максимална възможност за повторно използване на вложените материали; (10) заложена възможност за усъвършенстване.

Минималните енергоемкост и водоемкост по време на строителството означават използването на естествени материали или такива, които преминават през по-малко технологични процедури, а минималната енергоемкост и водоемкост по време на експлоатацията означават енергийна ефективност и използване похватите на пасивната архитектура, т.е. осигуряване на възможност сградите да се отопляват, охлаждат и вентилират естествено или с помощта на възобновяеми енергийни източници.

– Въздействието върху околната среда касае влиянието на всяка сграда върху местните екосистеми, като промяна на въздушни течения, засенчване и др.

– Високият жизнен комфорт се определя като се вземат предвид параметрите за комфорт – температура, скорост, влажност и чистота на въздуха, както и температура на ограждащите повърхности.

– Естетичният вид е свързан с подходящото вписване на сградата или съоръжението на мястото, на което се изгражда, като не нарушава и не грози архитектурния ансамбъл и природната околна среда.

По отношение на качеството, безопасността и сигурността на сградите се изисква използването на качествени суровини и материали и точно изпълнение на технологиите.

Дълготрайността е характерна черта на обектите на строителството, добре е всеки от тях да има дълъг живот, да може да се поправи и рециклира.

В традиционното строителство голяма част от материалите след ремонт или разрушаване се превръщат в неизползваеми строителни отпадъци, които замърсяват околната среда. Възможността за повторното им използване води до икономичност и по-чиста природа.

Необходимо е във всеки проект да е заложена възможност за усъвършенстване, т.е. да могат да бъдат изградени зелени покриви, зимни градини, инфраструктура за възобновяеми енергийни източници и др.

Някои от причините, поради които направените инвестиции в устойчиви сгради, макар и големи (10-15% по данни от практиката) се възвръщат многократно по време на експлоатацията са: (1) увеличена пазарна стойност; (2) повишена ефективност при консумация на вода и енергия; (3) увеличена дълготрайност на сградата; (4) осигурява подобрена среда за обитаване.

За популяризиране на устойчивото строителство в България са необходими мерки в следните направления: (1) осъзнаване на важността за въвеждането му; (2) възприемане на добри практики от други страни; (3) разработване на програми за прилагането му; (4) разработване на система за сертифициране на устойчиви сгради; (5) подготвяне на експерти за оценка и сертифициране на устойчиви сгради.

Важно изискване за прилагането на устойчивото строителство в България е предприемането на мерки и стимули, някои от които да са: (1) общините да реконструират и изграждат общински устойчиви сгради; (2) да се използват възможностите на европейското финансиране; (3) да се прилагат по-ниски данъци за устойчиви сгради и по-ниски такси за смет

Българските фирми са част от европейския пазар и могат да увеличат конкурентната си способност и да намерят адекватни решения на

предизвикателствата на съвременното развитие чрез въвеждане на устойчивия подход в строителството.

3. Някои системи за сертифициране на устойчиви сгради

При сегашните неблагоприятни тенденции в състоянието на околната среда е наложително в строителството да се търси баланс между целите и интересите. „Истинската устойчивост“ е трудно постижима чрез прилагането на съществуващите строителни стандарти, затова е необходимо да бъде определена възможно най-високата мярка за устойчивост на строителната среда, която може да бъде постигната на базата на най-добрите, съществуващи към момента практики.

В теорията и практиката съществуват утвърдени системи от критерии за оценка на устойчивостта на сградите. Те са разработени като системи от кредити (рейтинги), които отчитат влиянието на различни показатели, характерни за устойчивостта. Световният съвет за устойчиво строителство признава някои системи за оценка на устойчивостта на сградите, но по наше мнение е необходимо унифициране на механизмите и инструментите за оценяване и създаване на единна система за оценка, която да е приложима за всички видове сгради.

Необходимо е тази система: (1) да е прозрачна и гъвкава; (2) да е подкрепена от изследвания; (3) да взема предвид всички фактори; (4) да стимулира проектирането и изграждането на устойчиви сгради; (5) да поддържа стандарт с гарантиране на качество.

Най-широко използваните системи за екологична оценка са британската BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), американската LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), немската DGNB (Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), австралийската Green Star и др. Немската DGNB служи за основа на сертифицирането, прилагано от Българския съвет за устойчиво развитие. Значими за България системи за сертифициране са също и световните лидери BREEAM и LEED (вж. Табл.1).

Според вида си, сградите могат да кандидатстват за сертифициране в някоя от следните категории: еко-домове, жилищни сгради, офиси, търговски сгради, здравни учреждения, училища, индустриални сгради, съдебни сгради. Използваните системи за оценка включват аспекти, свързани с

използването на енергия, материали и вода, както и комфорт на вътрешната среда (здраве и благополучие), замърсяване, транспорт, управление на отпадъците и вредните емисии, екологията и управлението на процесите като цяло и др.

Сградите, които отговарят на определени норми за устойчиво строителство, имат редица предимства, включително многократно по-ниски експлоатационни разходи, като запазват и постепенно увеличават цената си.

Таблица 1

Показатели за оценка на устойчиви сгради

Системи	Показател	Оценка в кредити
BREEAM (https://bregroup.com)	1. Управление 2. Енергия 3. Транспорт 4. Вода 5. Материали 6. Отпадъци 7. Използване на земята 8. Замърсяване 9. Благосъстояние и здраве	Всеки от тези показатели отговаря на определен брой кредити, които сформират обща оценка в проценти (100%): Pass (средна) - над 30%; Good (добра) - над 45%; Very good (много добра) - над 55%; Excellent (отлична) - над 70% Outstanding (изключителна) - над 85%.
LEED (https://www.usgbc.org)	1. Екосъобразност на местоположението; 2. Водна ефективност; 3. Енергия и атмосфера; 4. Материали и ресурси; 5. Качества на средата; 6. Разположение и инфраструктурни връзки; 7. Образователно въздействие; 8. Иновативност на дизайна; 9. Регионално значение.	Първите седем показателя сформират общ сбор от 100 точки, а последните два носят съответно допълнителни 4 и 6 точки над тези 100, формирайки максимална оценка от 110. Сертификатите са четирите нива: LEED Certified (сертифицирани) - от 40 до 49 т. LEED Silver (сребърен сертификат) - от 50 до 59 т. LEED Gold (златен сертификат) - от 60 до 79 т. LEED Platinum (платинен сертификат) - над 80 т.
DGNB (https://www.dgnb.de/de)	1. Екологичност; 2. Икономичност; 3. Социокултурни качества и функционалност; 4. Технически качества; 5. Управление на процесите; 6. Местоположение.	Показателите обхващат 49 критерия, като оценката за местоположение се представя отделно от другите в крайния сертификат, така че сградите да се оценяват независимо от местоположението си. Всеки от критериите се оценява по скала от 1 до 10 и се умножава по т.н. фактор за тежест, в зависимост от значението си за дадения обект. Крайната оценка се измерва по две скали. При едната събраните общо точки се съотнасят към максималните възможни в проценти и спрямо това се присъждат три вида сертификати: бронзов - между 50 и 65%, сребърен - между 65 и 89%, златен - над 89%.
GREEN STAR (https://www.greenstarconstruction.ca)	Управление на сградите; Вътрешно качество; Енергия; Транспорт; Води; Материали; Използване на земята; Вредни емисии; Иновации.	След като всички показатели са оценени, се отчита и влиянието на факторите на околната среда, които са различни в отделните територии. Всеки от тези показатели отговаря на определен брой кредити, които сформират обща оценка (100 точки): 4 Star Green Star Certified - най-добра практика в екологично устойчивият дизайн - (45-59т.) 5 Star Green Star Certified - високи научни постижения в екологично устойчивият дизайн - (60-74т.) 6 Star Green Star Certified - световно лидерство в екологично устойчивият дизайн - (75-100т.)

4. Оценка на жизнения цикъл на сградите

Необходимостта от определяне на точните критерии и инструменти за измерване на устойчивостта на сградите е важна от гледна точка на участниците в пазара на имоти. Вниманието към това какво и кога да се оценява устойчивостта се променя през жизнения цикъл на сградата - строителните материали и продукти са от първостепенно значение за производителите и за изпълнителите от гледна точка на направените разходи, възвръщаемост на инвестициите, продажби или отдаване под наем и дълготрайност.

От гледна точка на потребителите (собствениците, закупили сгради) строителните материали и продуктите представляват значителен интерес от гледна точка на качеството им, влиянието им върху здравето, възможностите за лесна поддръжка, осигуряването на комфорт и многократно по-ниски експлоатационни разходи.

За да бъде доказана полезността от изграждането на нови устойчиви сгради и модернизирани на съществуващите е необходимо да бъде оценявано и въздействието им върху околната среда. С помощта на проект *Enslie Building: Пестене на енергия чрез прилагане на оценка на жизнения цикъл на сгради (ENSLIC-SEC-WP3-100331, 2010)*, е разработена методика за оценка на екологичните аспекти и потенциалните въздействия върху околната среда през целия жизнен цикъл на сградите. Life Cycle Assessment (LCA) осигурява база за вземане на решения при оптимизиране на благоприятните за околната среда проектантски решения, които отчитат въздействията през целия живот на сградите.

LCA е стандартизиран от Международната организация по стандартизация (ISO) (14040 I 14044). Въпросите, които разглежда тази методика са свързани с това коя носеща конструкция е най-екологично целесъобразна за съответната сграда, коя е най-добрата комбинация от строителни материали за фасадата и каква дебелина на изолацията би била оптимална, какви енергийни източници да бъдат избрани и др.

LCA изследва екологичните аспекти и потенциалните въздействия върху околната среда през целия живот на продукта - от набавянето на суровини, производството, използването и разрушаването му. Общите категории въздействия върху околната среда, които се разглеждат са използването на ресурси, човешкото здраве и екологичните последици (ISO 14040:2006).

LCA оценката дава количествена информация за приноса на сградите към промяната на климата и изчерпването на природните ресурси. Принципът на изчисленията за LCA се изразява в това, че за всеки етап от жизнения цикъл се изследват количествата използвани материали и енергия, както и свързаните с процесите отделени емисии. Последните се умножават по характеризиращи коефициенти, пропорционални на силата на въздействието им върху околната среда. Една специфична емисия се избира за референтна, а резултатът се представя в еквиваленти по отношение на въздействието на референтното вещество. Броят на еквивалентите, сумирани за всяко въздействие върху околната среда може да се нормализира и претегли допълнително, за да се достигне до интегриран резултат. Различните инструменти могат да използват различни характеризиращи коефициенти и различни данни за емисиите, ако производствените процеси се различават. Тези инструменти използват и различни методи за нормализиране и претегляне, което може да доведе до различаващи се резултати. Възможността за лесно набавяне на данни за сградите непрекъснато се подобрява с използването на съвременните CAD-приложения, използването на модели с информация за сгради и усъвършенстваните бази с данни. LCA може да включва и универсална база с данни за емисиите за определен брой строителни материали и енергоносители. За по-сложните изчисления във връзка с LCA е необходим достъп до големи международни бази с данни от рода на Ecoinvent (<http://www.ecoinvent.org>).

LCA оценката включва няколко етапа: дефиниране на дългосрочната цел и обхвата, инвентаризационен анализ, оценка на въздействието и анализ на резултатите.

При определянето на дългосрочната цел и обхвата е необходимо да бъдат дефинирани една функционална единица (единицата, с която е свързано въздействието върху околната среда) и границите на системата (границите на това, което ще бъде включено в оценката). За да може да се говори за подход за оценка на жизнения цикъл, трябва да бъдат включени най-малко два етапа от този цикъл, например производството на строителни материали и експлоатацията на сградата. Определянето на функционалната единица е особено важно когато се сравняват различни продукти, или в този случай, различни сгради. В европейския стандартизационен процес „Устойчивост в строителството“ (CEN 350)

се препоръчва той да се нарича функционален еквивалент на ниво сграда, за да се разграничи от функционалната единица на ниво продукт (строителен материал).

За една жилищна сграда функционалният еквивалент може да бъде описан като: сграда с определено местонахождение, която отговаря на националните норми и изисквания по отношение на комфорта, здравето, сигурността, енергийното потребление и др. в продължение на предполагаемо време за живот. Това сравнение може да се прави само когато функционалната единица или функционалният еквивалент са еднакви за двата сравнявани обекта или проектни решения.

Инвентаризационният анализ е етапът на събиране на данни, необходими за извършване на оценката, а самите изчисления се правят на следващ етап - оценка на въздействието през жизнения цикъл.

Много стандарти ISO и EN се занимават с LCA за изградена среда. Такива са EN ISO 14040 (Управление на околната среда - Оценка на жизнения цикъл - Принципи и рамка), EN ISO 14044 (Управление на околната среда - Оценка на жизнения цикъл - Изисквания и насоки), ISO 21930 (Устойчивост в сгради и строителни работи - Основни правила за декларации за екологични продукти за строителни продукти и услуги), EN 15643 (Устойчивост на строителните работи - Рамка за оценка на сгради и строителни конструкции), EN 15804 (Устойчивост на строителните работи - Декларации за екологични продукти - Основни правила за продуктовата категория строителни продукти) и EN 15978 (Устойчивост на строителните работи - Оценка на екологичните характеристики на сгради - Метод на изчисление).

Съгласно ISO 14044:2006 тази оценка на въздействието през жизнения цикъл (LCIA - Life Cycle Impact Assessment) има някои задължителни елементи: избор на категории въздействие, показатели за категорията, модели на характеризиране, разпределяне и изчисляване на резултатите.

Остойността на жизнения цикъл (Life Cycle Costing - LCC) е метод за оценяване на общата ефективност от разходна гледна точка на даден актив във времето, включително разходите за неговото придобиване, експлоатация, поддръжка и депониране. LCC често се използва за определяне на общата цена на сградата в течение на целия ѝ експлоатационен живот, ка-

то целта е постигането на по-добра стойност на парите, вложени в сградите и изградените активи. Той взема предвид всички разходи, включително първоначални разходи (като разходи за капиталови инвестиции, покупки и разходи за инсталиране), бъдещи разходи (като разходи за енергия, оперативни разходи, разходи за поддръжка, разходи за подмяна на капитала, разходи за финансиране) и всяка препродажба, спасяване или разходи за обезвреждане през целия живот, считани за „от люлка до гроб“ (Onat, N.C., Kucukvar, M., 2013) на продукт или проект, оценени директно от една или повече заинтересовани страни в продуктова система (Liu, S., Qian, S., 2018).

LCC е полезен главно за сравняване на икономическа рентабилност и капиталови инвестиции и в идеалния случай трябва да се анализира както от гледна точка на системата, така и от гледна точка на крайния потребител (Janjua, S.Y. et al., 2020) чрез широко възприети LCC методологии в строителния сектор.

Ползата от LCC е възможност за обследване срока на възвращаемост за целия жизнен цикъл на различни строителни продукти и проектни решения, като разходите са обособени в няколко групи: разходи за инвестиции и строителство; разходи за ежегодно потребление на енергия, експлоатация, поддръжка и ремонт; разходи за саниране и подмяна; разходи за приключване на експлоатационния живот, събаряне и извозване на строителните отпадъци.

Акцентът е насочен както към максимално намаляване на разходите през жизнения цикъл, така и към намаляване на въздействието върху околната среда, затова двата метода са подходящи за комбиниране, като по този начин дават едновременно сведения за потенциалните разходи през жизнения цикъл и за екологичните въздействия от алтернативните проекти.

През последните години се появиха предложения и стандартизирани дефиниции на LCC и общата цена на притежание за собствениците на сгради, като серия европейски стандарт DS/EN 15643 (ISO, DS EN 15643-5 2017) за устойчивост в строителството и гражданското инженерство и международния стандарт ISO 15686 (Срок на експлоатация Планиране и Оценяване на целия живот). В допълнение, LCC е във все по-голяма степен ефективен метод за извършване на икономически оценки на застроената среда (Toosi, H. A. et al., 2020) чрез системи за сер-

тифициране на устойчивост на сгради, като BREEAM и DGNB.

Според Д. Лангдън (2007) при използването на LCA и LCC паралелно в един по-машабен оценъчен процес единият формира вход за другия. Комбинирани двата метода могат да се използват за оценяване както на инвестициите в дадена сграда, така и за избор на алтернативни технически решения, които се постигат с най-ниска цена и определени екологични целеви стойности. В допълнение на Оценката на жизнения цикъл (LCA), която оценява въздействието върху околната среда и ресурсите и оценката на жизнения цикъл (LCC), в контекста на понятието устойчивост е необходимо да бъде изследвана и социалната оценка на жизнения цикъл (S-LCA). Обикновено социалните ползи за крайните потребители, като приобщаване, здраве и благополучие все още не се вземат предвид при проектирането, строителството и обновяването на сгради, не се анализират и не се отчитат и при сертифицирането (Geldermans, B. Et al., 2019). Индикаторите могат да бъдат много разнообразни, в ч. здраве, безопасност, сигурност, човешки права, отговорност, качество, разнообразна среда, добавена социална стойност, бъдеща стойност, историческа приемственост, културно наследство, управление, социално-икономически въздействия и др. (Liu, S., Qian, S., 2018) и това води до липсата на консенсус по отношение на избора на показатели на въздействие.

В този смисъл е необходимо разработването на стандартизирана методология чрез интегрирането на LCA, LCC и S-LCA за една обобщена оценка за устойчивостта на сградите през целият им жизнен цикъл.

Съществуват някои разработки, свързани с оценката на устойчивостта през целия жизнен цикъл (LCSA), в които се описва методология, включваща трите аспекта на устойчивостта. Клопфер (2008) разработва LCSA за продукти, а с по-широк обхват, в т. ч. за сектор и икономика са моделите на Гуини (2010) и Валидия (2012).

LCSA намира приложение в някои сектори, като транспорт, селско стопанство, енергетика, но все още не се прилага в строителния сектор.

Въпреки, че като говорим за устойчиви сгради и устойчиво развитие на градската среда, имаме предвид точно трите стълба на устойчивост – екологичен, икономически и социален, но остава необходимостта от комплексна оценка на устойчивостта през целия жизнен цикъл.

Към момента в сектора на строителството в България има малко специалисти с по-задълбочени познания за LCA, за разлика от повечето европейски страни, където те са с богат опит в разработването или използването на инструменти за LCA за сгради. Най-разпространеното до момента приложение, свързано със сгради, е използването на LCA за сравняване на въздействията върху околната среда на различни строителни материали.

Литература

Директива 2010/31/ЕС на Европейския парламент, относно енергийните характеристики на сградите, 19.05.2010г., Официален вестник на Европейския съюз L 153/31

Direktiva 2010/31/ES na Evropeyskia parlament, odnosno energiyните harakteristiki na sgradite, 19.05.2010g., Ofitsialen vestnik na Evropeyskia sayuz L 153/31

Регламент (ЕС) №305/2011 на Европейския парламент и на Съвета за определяне на хармонизирани условия за предлагането на пазара на строителни продукти и за отмяна на Директива 89/106/ЕИО на Съвета (ОВ L 88, 4.4.2011)

Reglament (ES) №305/2011 na Evropeyskia parlament i na Saveta za opredelyane na harmonizirani uslovия za predlaganeto na pazara na stroitelni produkti i za otmyana na Direktiva 89/106/EIO na Saveta (OV L 88, 4.4.2011)

ENSLIC-SEC-WP3-100331-Rev1-Guidelines Rumanian, Grant Agreement № EIE/07/090/SI2.46 7609, 2010.

EUCO 34/22, CO EUR 29, CONCL 7 (2022), <https://www.consilium.europa.eu/media/60873/2022-12-15-euco-conclusions-bg.pdf>

Geldermans, B., M. Tenpierik, P. Luscure (2019) *Circular and flexible infill concepts: integration of the residential user perspective, Sustainability* 11 (1)

GH Brundtland, E. al, (1987) *Our common future*. Guinea, J. B. et al., (2010) *Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future*.

<http://www.ecoinvent.org>
https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_bg
<https://digital-construction.ec.europa.eu/>
<https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/bg>

<https://standards.cen.eu>
<https://www.europarl.europa.eu/news/bg/headlines/priorities/namaliavane-na-otpadtsite/20151201S>

TO05603/krghovata-ikonomika-kakvo-predstavliava-tia-i-zashcho-e-vazhna

ISO, DS EN 15643-5 2017

Janjua, S.Y., P.K. Sarker, W.K. Biswas (2020) *Development of triple bottom line indicators for life cycle sustainability assessment of residential buildings*, J. Environ. Manag. 264.

Kloepffer, W. *Life cycle sustainability assessment of products*, Int. J. Life Cycle Assess. 13 (2) (2008) 89–95.

Langdon, D. (2007) *Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction – Guidance on the use of the LCC Methodology and its application in public procurement*. David Langdon, Management Consulting.

Liu, S., S. Qian (2018) Towards sustainability-oriented decision making: model development and its validation via a comparative case study on building construction methods, *Sustain. Dev.* 27 (5) 860–872.

OECD (2018), *Global Material Resources Outlook to 2060*.

Onat, N.C., M. Kucukvar, O. (2013) Tatari, integrating triple bottom line input–output analysis into life cycle sustainability assessment framework: the case for US buildings, *Int. J. Life Cycle Assess.* 19 (8) 1488–1505.

Toosi, H.A. et al., (2020) Life Cycle Sustainability Assessment in Building Energy Retrofitting; *A Review*, vol. 60, *Sustainable Cities and Society*.

Valdivia, S. et al., (2012) A UNEP/SETAC approach towards a life cycle sustainability assess-

ment—our contribution to Rio+20, *Int. J. Life Cycle Assess.* 18 (9) 1673–1685.

World Bank (2018) *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*

Благодарност

Статията е финансирана по проект „Предизвикателства пред строителния сектор в България в контекста на кръговата икономика”, който се изпълнява от Икономически университет-Варна, в периода 2023–2025 г. Авторите изказват благодарност на Министерство на образованието и науката за оказаната подкрепа при осъществяване на работата по проект „Предизвикателства пред строителния сектор в България в контекста на кръговата икономика”, договор № НИР - НИИ -302/05.09.2023 г.

Assoc. Prof. Katya Antonova, Ph.D.

University of Economics – Varna

Department of Business, Investment and Real Estate

Blvd. „Knyaz Boris I“ №77, Varna, Bulgaria

E-mail: katia_antonova@ue-varna.bg

Prof. Rumen Kalchev, Ph.D.

University of Economics – Varna

Department of Business, Investment and Real Estate

Blvd. „Knyaz Boris I“ №77, Varna, Bulgaria

E-mail: kalchev@ue-varna.bg