

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Юбилейна приложна научно-техническа конференция
„65 години Хидротехнически факултет и 15 години немскоезиково обучение”

6–7 ноември 2014
6–7 November 2014

International Jubilee Conference
„65th Anniversary Faculty of Hydraulic Engineering and 15th Anniversary Hydraulic Engineering in German”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

XLVII ^{ТОМ}
vol.

2014

св.
fasc. I-A

ОЦЕНЯВАНЕ НА ЕКОЕФЕКТИВНОСТТА НА ПРОДУКТОВИ СИСТЕМИ. ПРИЛОЖЕНИЕ ВЪВ ВИК СИСТЕМИ

П. Станчев¹

Ключови думи: екоефективност, жизнен цикъл, икономическа стойност

Научна област: водоснабдяване, канализация и пречистване на водите

РЕЗЮМЕ

Екоефективността е метод за сравнителна оценка на продуктови системи чрез комбинирано използване на икономически и екологични индикатори. Тя предоставя числово и графично изражение на динамиката и взаимозависимостта на два от трите основни аспекта на устойчивото развитие.

Тази статия прави кратък обзор на терминологията и методологията за определяне на екоефективността в исторически аспект, като теоретичните концепции са подкрепени с примери от проучвания. Представена е и съвременна методика, базирана на наскоро публикувания стандарт ISO14045, който очертава основни принципи, изисквания и указания за оценяване на екоефективността. Дискутирани са основните предпоставки за разглеждането на селищните ВиК системи като продуктови системи, както и възможностите за оценяването на тяхната екоефективност.

1. Възникване и развитие на концепцията за екоефективност

Екоефективността е концепция, създадена да насърчи бизнеса да бъде по-конкурентоспособен, иновативен и отговорен за въздействието му върху околната среда. Терминът „екоефективност” за първи път е използван от Schaltegger and Sturm в края на 80-те [18] и се появява в академичната литература през 1990 г. [19]. Добива популярност през 1992 след публикуването на книгата „Промяна на курса“, от Световния бизнес съвет за устойчиво развитие (WBCSD) във връзка със срещата на върха в Рио

¹ Петър Станчев, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, София 1046, e-mail: stanchev_fhe@uacg.bg

[21]. Концепцията за екоефективност се появява в резултат на търсенето на начин за изразяване едновременно на екологичното и икономическото представяне на една система и тяхната взаимовръзка. Най-често срещаната кратка дефиниция е „Да правим повече с по-малко“ или да произвеждаме повече с по-малко отрицателно въздействие върху околната среда, измерено като редуцирани емисии и намалена консумация на суровини от природата [20]. Общоприетото формално определение е на WBCSD и гласи, че екоефективността се постига с доставянето на продукти и услуги на конкурентни цени, които задоволяват човешките нужди и осигуряват качество на живот, като същевременно прогресивно се намалява екологичното въздействие и интензивността на използване на ресурсите през целия жизнен цикъл до ниво поне съответстващо на допустимия капацитет на Земята [26].



Фиг. 1. Сфери на устойчивото развитие

Количественото оценяване на екологичния и икономическия аспект и тяхната взаимовръзка (фиг. 1) способства екоефективността да се превърне в често използван инструмент в екологичните политики на Европейския съюз (ЕС) за постигане на устойчиво развитие. В петата оперативна програма за опазване на околната среда се формулира концепцията за екоефективност, като се търси сътрудничество между държавните институции и предприятията [2]. По-късно, шестата оперативна програма за опазване на околната среда акцентира на инициативата „да правим повече с по-малко“. В нея са заложени мерки за ограничаване на използването на невъзобновяеми ресурси и за предпазване от замърсяване, така че да не се превишава допустимият капацитет на околната среда [3]. По същото време Европейската агенция за околната среда (ЕАОС) подчертава, че екоефективността е концепция, която позволява да се набави необходимата на държавните институции информация за интегриране на екологичните цели към икономическите политики за разграничаване на натиска върху околната среда от икономическото развитие като необходимо условие за постигане на устойчиво развитие [26]. В програмата за околна среда към генералната дирекция за научни изследвания екоефективността играе роля като добър модел за стимулиране на екоиновациите и се използва като индикатор за проследяване на прогреса към ефективно използване на ресурсите. Резултатите от екоефективната оценка предоставят полезна информация на вземащите решения страни относно социално-техническите промени, както и индикатори, с които отделните участници могат да комуникират и да известяват общността относно екоефективността на тяхната система [5].

2. Оценяване на екоефективността

Екоефективността най-често се изразява чрез отношението между икономическата стойност и въздействието на системата върху околната среда (уравн. 1).

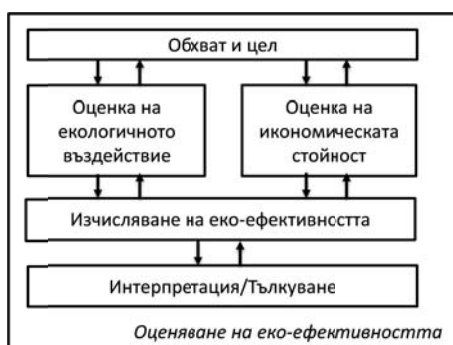
$$\text{Екоефективност} = \frac{\text{Икономическа стойност} / \text{единица продукт или услуга}}{\text{Въздействие върху околната среда}} \quad (1)$$

В табл. 1 са представени и други начини за изразяване на екоефективността.

Таблица 1. Най-често използвани начини за изразяване на екоефективността

Дефиниция	Източник
<i>Икономика</i> <i>Ресурси</i>	Mol and Gee, 1999 [15]
<i>Екологично въздействие</i> <i>Единица продукт</i>	Huppes & Ishikawa, 2007 и 2009, (екологична производителност) [8], [9]
<i>Екологично въздействие</i> <i>Финансово представяне</i>	Muller et al., 2001; [16]
<i>Икономическата добавена стойност</i> <i>Добавеното въздействие върху околната среда</i>	WCED, 1987, cited in Mickwitz et al., 2006 [26]
<i>Добавената стойност + междинното потребление</i> <i>Екологичното въздействие</i>	Seppala et al., 2005 [22]
<i>Продукта или стойността на услугата</i> <i>Екологичното въздействие</i>	Verfaillie and Bidwell 2000 [24]

Във връзка с необходимостта от универсален подход за оценяване на екоефективността през 2012 г. е разработен стандарт, в който са описани основните принципи, изисквания и указания, подкрепени с примери. Екоефективността е представена като средство за относително сравнение на различни системи или алтернативи [13]. Съгласно стандарта оценяването ѝ се състои от пет фази, показани на фиг. 2.



Фиг. 2. Фази на оценяване на екоефективността [13]

В първата фаза се определят обхватът и целта на изследването. В нея се описва продуктовата система, дефинират се ясни граници, избира се функционална единица, спрямо която се нормализират ресурсните потоци, и се предвижда приложението на

результатите. Определянето на системните граници е една от най-критичните точки от оценяването. Изборът им зависи от технологичните процеси, физическите граници и географските особености на продуктовата система. В следващите две фази се оценяват екологичният и икономическият компонент на екоефективността. Стойностите от оценяването им служат като входни данни за изчисляване на индикаторите за екоефективност в следващата фаза. За нагледно представяне на взаимовръзката между екологичния и икономическия аспект индикаторите могат да бъдат представени във вид на x, y диаграми, разложени по двата компонента на екоефективността, спомагайки за пълно и правилно тълкуване на резултатите (фиг. 3). В центъра, с координати (1,1) се намира текущото състояние на системата (Baseline), което служи за отправна точка на сравнение, а точките А, В и С символизируют алтернативни сценарии, които представят други системи или различно бъдещо състояние на разглежданата система (например след технологична промяна). Всички точки, намиращи се над линията на екоефективността, показват сценарии, в които екоефективността на системата е подобрена, а абсолютното разстояние от точката до линията на екоефективност представя големината на подобрението. В някои решения се наблюдава подобрение на единия компонент и влошаване на другия (сценарий А и С). Стремежът е да се постигне подобрение и по двата компонента – сценарий В, при който положителният ефект е най-голям, т.е. с най-малко финансови средства (инвестиции) се постига намаляване на отрицателното екологично въздействие.



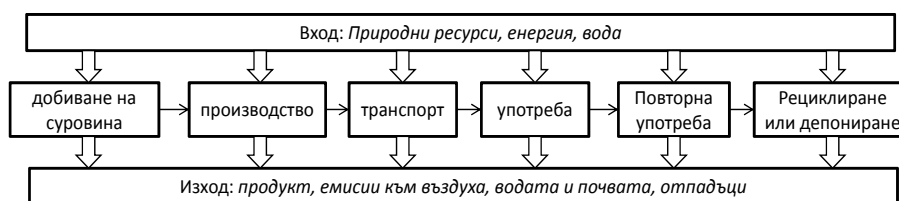
Фиг. 3. Графична визуализация на екоефективността на сравняваните алтернативи [20]

2.1. Оценяване на въздействието върху околната среда

Уравн. 1 и фиг. 2 показват, че за да се определи екоефективността, е необходимо да се определят въздействието върху околната среда и икономическата стойност на продукта.

В литературата съществуват множество различни средства за оценяване на въздействието върху околната среда: „Интензивност на използване на материалните потоци“ (MIPS), „Жизнен цикъл на материалните потоци, използвана енергия и токсични емисии“ (MET), „Анализ на нарастващата нужда от енергия (CERA)“. Всички тези методи оценяват директните материални потоци (енергия, химикали, вода, изкопаеми горива, емисии към околната среда и т.н.) в системата. Основен техен недостатък е неспособността да се разграничат, сравнят и претеглят различните въздействия на тези материални потоци върху околната среда.

Като най-утвърден и всеобхватен метод за оценяване на екологичното въздействие се отличава оценяването на жизнения цикъл (LCA). В международните стандарти LCA е дефиниран като „компилиране и оценяване на входните, изходните потоци и потенциалното въздействие върху околната среда на продуктова система през целия ѝ жизнен цикъл.“ [11]. Предназначението му е да оцени отрицателното екологично въздействие през целия жизнен цикъл на продукт, процес или услуга и да се установят възможности за намаляването му [10]. LCA обхваща целия жизнен цикъл, т.нар. „от люлка до гроб“, започвайки от добиването на суровия материал от природата, неговата обработка, транспорт, производството на продукта, употребата, потенциалната повторна употреба до рециклирането и третирането на отпадъците, получени след използването на продукта (фиг. 4).



Фиг. 4. Жизнен цикъл на продуктите

LCA е широко използван и стандартизиран метод, който включва в себе си оценка на въздействието върху околната среда (LCIA), в която потенциалните въздействия се групират в категории на екологично въздействие и количествено се оценяват [10, 12]. Основен недостатък е, че е сложен и изискващ много време метод.

Оценката на жизнения цикъл (LCA) се състои от четири последователни стъпки: 1) дефиниране на целта, обхвата и сферата на приложение; 2) инвентарен анализ на входящите и изходящите потоци; 3) оценка на екологичното въздействие; 4) интерпретация на резултатите.



Фиг. 5. Инвентарен анализ в LCA

Дефинирането на целта и обхвата се припокрива с първата фаза от оценяването на екоефективността и се извършва съвместно с нея. Втората стъпка – инвентарният анализ започва с описание на диаграмата на материалните потоци, след което данните се обработват в три етапа: 1) класификация – всички елементарни потоци в системата се разпределят към предварително избрани категории на екологично въздействие; 2) характеристикация – дават се тежестни коефициенти на елементарните потоци, принадлежащи към една и съща категория на екологично въздействие; 3) разпределение на екологичните въздействия по категории (фиг. 5).

Сумирайки еквивалентните стойности на елементарните потоци, получаваме индикатори за всяка една от категориите на екологично въздействие. На следващ етап тези индикатори могат да бъдат нормализирани спрямо референтна стойност и претеглени за получаването на един обобщен индикатор, даващ оценка за пълното въздействие върху околната среда (фиг. 5).

2.2. Оценяване на икономическата стойност на системата

За разлика от екологичното въздействие, определянето на икономическата стойност не е стандартизирано. Стойността на продукта/услугата в системата може да се изрази по различни начини, но в икономиката тя се отнася към цената, която човек придава на продукт или услуга [6]. Важно е да се прави разлика между стойност и цена на продукта, тъй като цената на продукта много често не съответства на стойността на продукта. Това ясно се вижда при поредица от процеси с добавена стойност. Според Christopher един продукт няма стойност преди да стигне до потребителя [4].

В стандарта ISO 14045 също не е посочен универсален метод за оценяване на икономическата стойност на системата. Предложени са различни варианти за оценяване: чрез функционални, монетарни и относителни стойности. Най-широко приложение намира монетарната стойност, имаща най-голям смисъл в икономиката. Тя може да бъде изразена чрез финансовите разходи; цената на продукта; цената, която човек би платил; добавената стойност; печалбата; бъдещата инвестиция и др. (ISO 14045). При оценяване на екоефективността се отличават два метода като най-подходящи за представяне на икономическата стойност на системата – 1) чрез финансовите разходи през целия жизнен цикъл (LCC) и 2) чрез общата добавена стойност в системата (TVA).

Чрез LCC се изчисляват „всички разходи, свързани със системата, приложени към целия жизнен цикъл“ [1]. LCC често се сравнява с LCA като негов аналог в икономически аспект, заради общия им фокус към целия жизнен цикъл на продуктовете система. LCC е подходящ метод за оценка, когато в системата съществуват много различни участници и заинтересовани страни със сложни финансови взаимоотношения. За да бъде този метод съвместим с оценяването на екоефективността, икономическата стойност се изразява като $1/LCC$. Така, с намаляването на разходите за производство на продукта, се подобрява икономическото представяне на системата.

3. Особенности при оценяване на екоефективността на ВиК системи

Тъй като стандартът за екоефективност е публикуван сравнително скоро, не бяха намерени разработки за оценяване на екоефективността във ВиК сектора, съобразени с неговите изисквания. В съответствие със стандарта, оценяването на екоефективността трябва да обхване целия жизнен цикъл, което означава включването на всички процеси от изземането на вода от природата до заустването на използваната вода във водоприемник. В повечето изследвания за градски ВиК системи се оценява екоефективността на отделни елементи или процеси от системата. В литературния обзор бяха открити проучвания, разглеждащи системата в нейната цялост единствено по отношение на оценяването на нейното въздействие върху околната среда [7].

Екоефективността в една градска ВиК система се изразява чрез задоволяването на човешките нужди от вода с възможно най-малки финансови разходи и нанасяйки

възможно най-малко отрицателно въздействие върху околната среда (измерено с намалени вредни емисии и използвани ресурси от природата). „Продуктът“ в системата представлява комбинация от услугите: 1) доставяне на вода в необходимото количество и качество и 2) отвеждане и пречистване на генерираните отпадъчни води. Стандартът за оценяване на екоефективността очертава главно рамката и дава насоки за провеждане на изследването, като се подчертава, че във всеки конкретен случай е необходим отделен научен подход за оценяване на икономическото и екологичното представяне на системата.

Основните въпроси, които трябва да бъдат решени в процеса на оценяване на екоефективността на една ВиК, система са свързани с: 1) дефиниране на продукта в системата; 2) определяне на границите на системата; 3) определяне на процесите, които да бъдат пряко включени в изследването; 4) решаване на въпроса как да бъдат разглеждани небитовите потребители; 5) оценяване на въздействието на изнетата вода от природата на екосистемата (тъй като липсва общоприет метод в LCA); 6) избор на метод за оценяване на икономическата стойност на системата [23].

4. Заключение

Осигуряването на достъп до чиста вода и адекватно третиране на генерираните отпадъчни води, опазвайки екосистемите в добро състояние, е една от най-важните цели пред съвременното общество. Концепцията за екоефективност е средство за постигане на тази цел, обединявайки множество различни аспекти, като ефективно използване на ресурсите, сътрудничество между заинтересованите страни, научно-технически съображения, политически инициативи и широко познание, необходимо за насърчаване на екоиновациите. Получените индикатори помагат на заинтересованите и вземащите решения страни в избора на най-доброто решение за подобряване на екоефективността на системата, важна стъпка към постигането на устойчиво развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Blanchard, BS., WJ. Fabrycky. *Systems engineering and analysis. Third edition.* Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998.
2. CEC, Review of the 5th Environmental Action Programme. Brussels: Commission of the European Communities, 1998.
3. CEC, On the Sixth Environment Action Programme of the European Community: 'Environment 2010: Our future, Our choice'. COM (2001) 31 final, 2001.
4. Christopher, M. *Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service (2nd edition),* 1998.
5. DG Research/Env, FP7 Theme 6: Environment, 2011 work programme, 2010.
6. Fabrycky WJ., BS. Blanchard, *Life-cycle cost and economic analysis.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
7. Flower, DJM., VG. Mitchell, GP. Codner. *Urban water systems: Drivers of climate change?*, 2007.
8. Huppes, G., M. Ishikawa. *Quantified Eco-Efficiency: An introduction with applications.* Dordrecht: Springer, 2007.
9. Huppes, G., M. Ishikawa, *Eco-efficiency guiding micro-level actions towards sustainability: Ten basic steps for analysis,* Ecological Economics, 2009.
10. ISO 14040. *Environmental management – life cycle assessment – principles and framework.* International Organization for Standardization, 1997.
11. ISO 14040. *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.* Second edition. International Organization for Standardization, 2006.
12. ISO 14042. *Environmental management—life cycle assessment, life cycle impact assessment.* International Organization for Standardization, 2000.

13. *ISO 14045. Environmental management – Eco-efficiency assessment of product systems - Principles, requirements and guidelines*³, CEN, 2012.
14. *Lundin, M., Molander, S. & Morrison, G. M.* A set of indicators for the assessment of temporal variations in the sustainability of sanitary systems. *Water Science and Technology*, 39(5), 235–242, 1999.
15. *Mol, S., D. Gee.* Making Sustainability Accountable: Eco-efficiency, resource productivity and innovation. Topic report No.11. Copenhagen: European Environment Agency, 1999.
16. *Muller, K., A. Sturm.* Standardised Eco-efficiency Indicators, Ellipson, 2001.
17. *Ribarova, I., P. Stanchev, G. Dimova. D. Assimacopoulos,* A First Iteration of an Eco-efficiency Assessment of Sofia's Urban Water System, *Procedia Engineering*, Volume 70, Pages 1411–1420, 2014.
18. *Schaltegger, S., A. Sturm.* Oekologieinduzierte Entscheidungsprobleme des Managements. Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von Instrumenten. WWZ-Discussion Paper Nr 8914, 1989.
19. *Schaltegger, S., A. Sturm.* Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von ökologieorientierten Managementinstrumenten. *Die Unternehmung* 4: 273-90, 1990.
20. *Schaltegger, S., R. Burritt.* Contemporary environmental accounting. Issues, concepts and practice. Greenleaf Publishing, Sheffield, 2000.
21. *Schmidheiny, Stephan with WBCSD.* Changing Course, The MIT Press, 1992.
22. *Seppala, J. et al.* How can the eco-efficiency of a region be measured and monitored?, *Journal of Industrial Ecology* 9(4): 117-130, 2005.
23. *Tillman, A. M., H. Lundstrom, M. Svingby.* Life cycle assessment of municipal waste water systems. *International Journal of LCA*, 3(3), 145–157. 1998.
24. *Verfaillie, HA, R. Bidwell.* Measuring eco-efficiency – a guide to reporting company performance. World Business Council for Sustainable Development, 2000.
25. *WBCSD (World Business Council for Sustainable Development).* Eco-efficiency: Creating more value with less impact. Geneva, Switzerland, 2000.
26. *WCED, Brundtland Report, Our Common Future.* World Council for Environment and Development, 1987.

ASSESSMENT OF ECO-EFFICIENCY OF PRODUCT SYSTEMS. APPLICATION IN URBAN WATER SYSTEMS

P. Stanchev¹

Keywords: *eco-efficiency, life cycle, economic value*

Research area: *Water supply and sewerage systems*

ABSTRACT

Eco-efficiency is a method for comparative assessment of product systems by combining economic and environmental indicators. It provides a quantification of the dynamics and interdependence of two of the three main aspects of sustainable development.

This paper provides a brief overview of terminology and methodology for determining the eco-efficiency in historical perspective. The theoretical concepts are supported by examples from different research studies. Based on the recently published standard ISO14045, which outlines basic principles, requirements and guidelines for the eco-efficiency assessment, a methodology for application in urban water systems is proposed. The main prerequisites for the examination of urban water systems as product systems, as well as different approaches for the evaluation of the two components of eco-efficiency, are discussed.

¹ Petar Stanchev, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: stanchev_fhe@uacg.bg