

## AUTOMATED SYSTEM FOR COSTS AND BENEFITS ASSESSMENT OF AN INVESTMENT IN PHOTOVOLTAIC INSTALLATION TO A GAS STATION<sup>1</sup>

**Ivan Beloev, PhD**

Department of Transport

“Angel Kanchev” Univesity of Ruse

Phone: 082-888 605

E-mail: [ibeloev@uni-ruse.bg](mailto:ibeloev@uni-ruse.bg)

***Abstract:** The paper presents an automated system for costs and benefits assessment of an investment in photovoltaic installations to gas stations. The system allows entering information about the investment, about prices of electrical energy, etc. The program results are divided into two categories: financial benefits and ecological benefits from the investment. The financial ones are presented as a change in the net value of money and the return on investment whereas the financial ones as saved carbon emissions.*

***Keywords:** transport, photovoltaic sources, gas station, automated system, assessment of costs and benefits*

### Въведение

Намалението на парниковите емисии от транспорта е основна задача на съвременното общество. То е включено в пътната карта на Европейския съюз за преминаване към ниска въглеродородна икономика, която към 2050 г. би следвало да намали емисиите с 60% сравнено с тези от 1990 [1]. Такова изискване налага търсенето на алтернативни методи за намаление на CO<sub>2</sub> емисиите по различни начини, единият от които е компенсация на парникови емисии.

Редица изследвания показват, че електричеството е едно от алтернативните горива, което може да намали замърсяването с парникови емисии от транспорта [3,4,5]. То става реална алтернатива с използването на хибридни и електромобили. Различни изследвания са извършили анализа на разходите и ползите при захранване на бензиностанции с фотоволтаични източници за зареждане на електромобили [6,7]. Друго наскорошно изследване показва, че е напълно възможно да се захрани бензиностанция с фотоволтаична, вятърна или хибридна система от възобновяеми източници [2].

Бензиностанциите има значително потребление на електроенергия дори без да се отчита зареждането на електромобили, което създава допълнителни парникови емисии. В това изследване е представен софтуер, базиран на предварително създадена методика, позволяващ извършването на анализ на разходите и ползите от използването на възобновяеми енергийни източници към бензиностанции.

Структура на системата

Структурата на системата за анализ на разходите и ползите е представена на фиг. 1. Входните данни могат да бъдат разделени на два типа: информационни потоци и инвестиционни параметри. Потоците могат да се разделят на 6 категории:

Информация за продадените горива;

Информация за производството на възобновяема енергия;

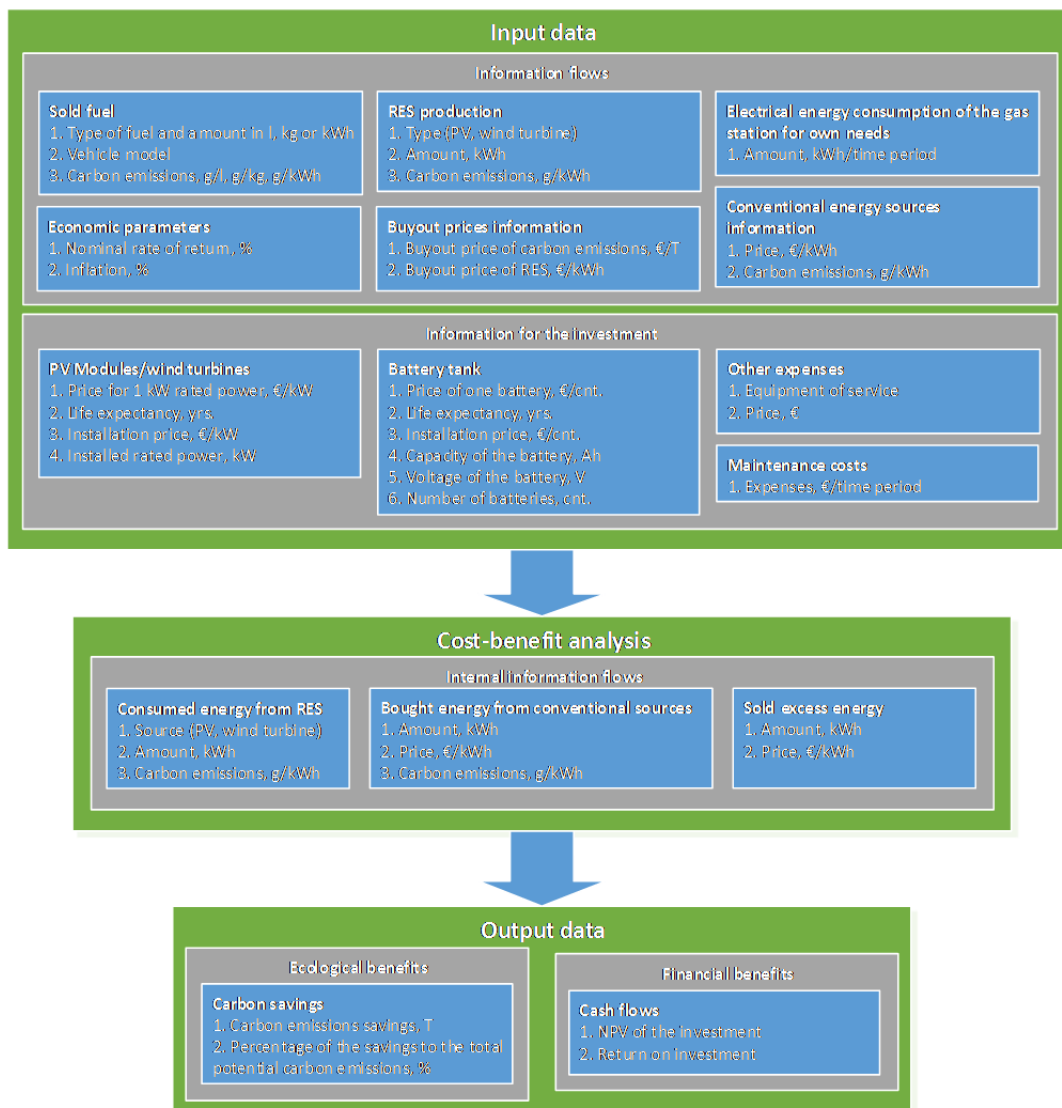
Енергопотребление на бензиностанцията;

Цена и количество въглеродни емисии на конвенционалната енергия;

Изкупна цена на възобновяема енергия и CO<sub>2</sub> емисии;

<sup>1</sup> Докладът е представен на пленарната сесия на 27 октомври 2017 с оригинално заглавие на български език: АВТОМАТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ОЦЕНКА НА РАЗХОДИТЕ И ПОЛЗИТЕ ОТ ИНВЕСТИЦИЯ ВЪВ ФОТОВОЛТАИЧНА ИНСТАЛАЦИЯ КЪМ БЕНЗИНОСТАНЦИЯ

Икономически параметри като инфлация и др.;



Фиг. 1. Входни, вътрешни и изходни даннови потоци на системата за оценка на разходите и ползите

Финансовите ползи се оценяват в следните категории:

- Спестени пари от покупката на по-малко електроенергия;
- Печалба от продажба на електроенергия;
- Печалба от продажба на въглеродни емисии.
- Екологичните ползи се оценяват като спестени CO<sub>2</sub> емисии от неизползването на енергия от конвенционални източници. Финансовите ползи от инвестицията се оценяват използвайки критериите Нетна стойност на парите (NPV) и Възвращаемост на инвестициите (ROI).

Резултати

Разработено е специализираното софтуерното приложение GasStationInvest v. 1.0, реализиращо представената система. Програмата позволява въвеждането на два вида обща информация:

- Усреднена информация за емисиите от превозни средства;
- Информация за инвестицията.

Прозорецът за усреднените емисии от автомобили (фиг. 2) позволява въвеждането на среден комбиниран разход на гориво и на относителни отделяни CO<sub>2</sub> емисии за различни видове горива.

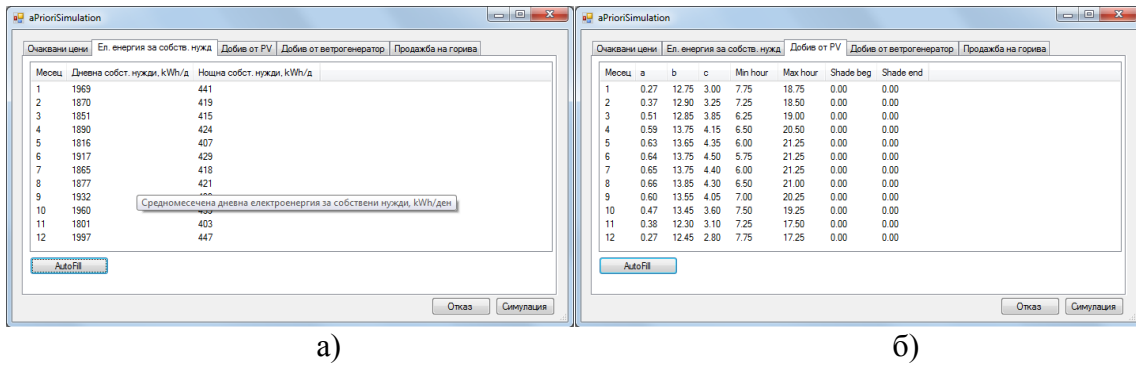
Фиг. 2. Среден комбиниран разход на гориво и относителни CO<sub>2</sub> емисии.

Въвеждането на информацията за инвестициите във фотоволтаични източници е представено на фиг. 3а. Информацията включва инсталираната пикова мощност, очаквания период на експлоатация, цената на единица инсталирана мощност, допълнителна цена за инсталиране и транспорт на единица инсталирана мощност, месечна поддръжка и CO<sub>2</sub> емисиите на произвежданата електроенергия. Настройките на симулацията включват (фиг. 3б) дневната цена на ел. енергията, CO<sub>2</sub> емисии на закупуваната електроенергия, изкупна цена на CO<sub>2</sub> емисиите, изкупна цена на електроенергия, произведена от ФЕИ, инфлация, и др.

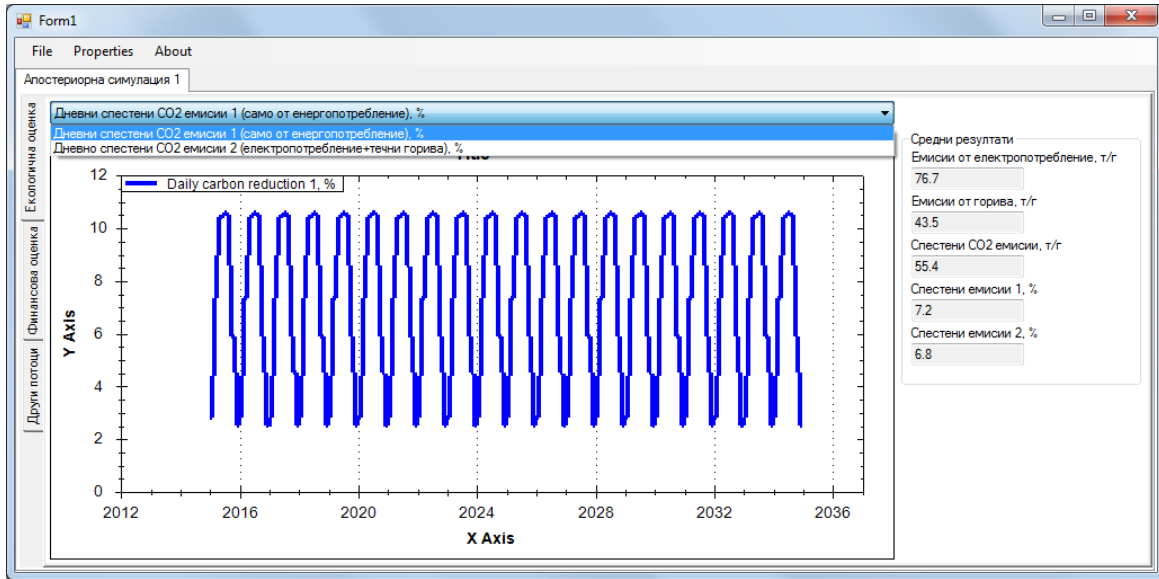
Фиг. 3. Въвеждане на информация за инвестицията и за цената на електроенергията.

В следващите прозорци (фиг. 4а и фиг. 4б) се въвежда очакваната среднодневна консумация на електроенергия от бензиностанцията за всеки месец от годината и помесечна информация за добива на слънчева енергия от ФЕИ. Предвиден е прозорец и за въвеждане на очакваните продавани дневни количества горива.

След извършване на зададената симулация, резултатите се визуализират в няколко прозорца представящи респективно екологична и финансова оценка. Екологичната оценка (фиг. 5) се представя като изменението на дневните стойности на спестени CO<sub>2</sub> емисии в %.

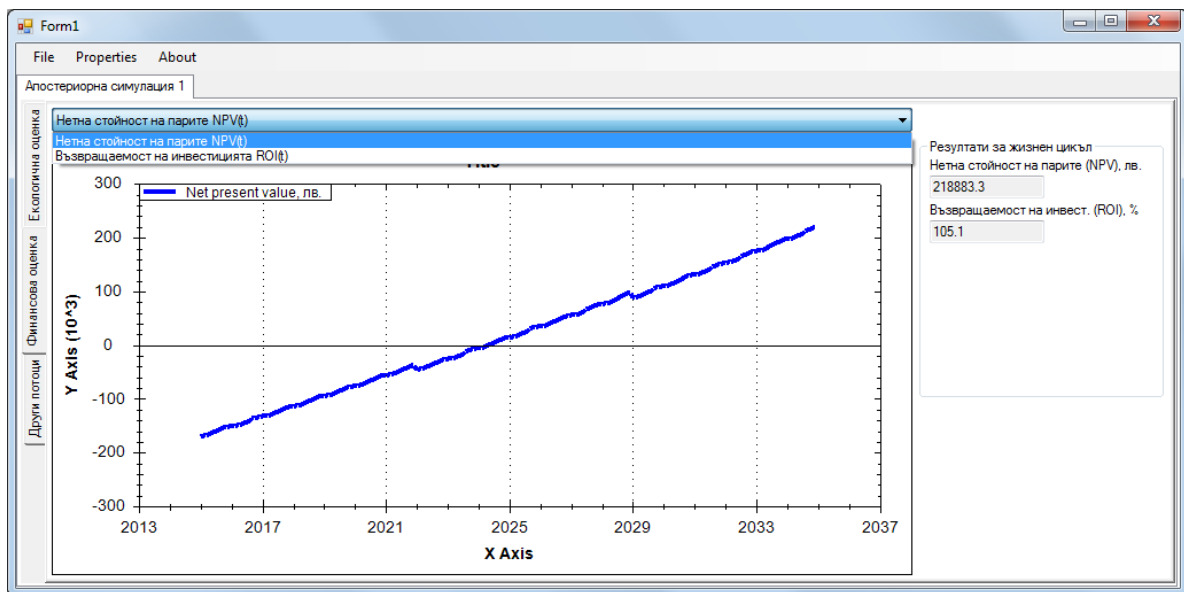


Фиг. 4. Въвеждане на консумирана и добивана електроенергия.



Фиг. 5. Резултатите от екологичната оценка на инвестицията.

Финансовата оценка на инвестицията (фиг. 6) включва изменението на нетната стойност на парите NPV(t) и на възвращаемостта на инвестицията ROI(t) за изследвания период от време.



Фиг. 6. Резултатите от финансовата оценка на инвестицията.

## Заклучение

В настоящата статия е представено софтуерно приложение, разработено съобразно предварително разработена система. То служи за оценка на разходите и ползите от инвестиране във възобновяеми енергийни източници към бензиностанции.

Приложението приема редица входни параметри като данни за инвестицията, информация за цени на електроенергия и пр., а също така почасова информация за производството и потреблението на електроенергия. Резултатите се визуализират в две категории: финансови и екологични ползи от инвестицията. Финансовите ползи представят изменението на нетната стойност на парите и на възвращаемостта на инвестицията във времето, а екологичните представят спестените CO<sub>2</sub> емисии.

Разработеното приложение може да се използва за проектиране и изследване на фотоволтаични източници към бензиностанции, а също така и към други обекти, несвързани с транспорта.

The study was supported by contract of University of Ruse "Angel Kanchev", № BG05M2OP001-2.009-0011-C01 "Support for the development of human resources for research and innovation at the University of Ruse "Angel Kanchev". The project is funded with support from the Operational Program "Science and Education for Smart Growth 2014 - 2020" financed by the European Social Fund of the European Union.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01 „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

## REFERENCES

European commission. Communication from the commission to the council and the European parliament. Strategy for reducing Heavy-Duty Vehicles' fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions. Brussels, 21.5.2014. COM(2014) 285 final.

Beloev I. Vazmojnosti za energoosigoriavane na avtomobile s elektrozadvizvane chrez fotovoltaični iztochnici. Ekologiq I badeshte, 2015, br.1-2 str. 3-9, ISSN 1312-0751. (Оригинално заглавие: Белоев И. Възможности за енергоосигуряване на автомобилите с електрозавиждане чрез фотоволтаични източници. Екология и бъдеше, 2015, Бр.1-2, стр. 3-9, ISSN 1312-0751.)

EPRI and NRDC, 2007. Environmental Assessment of Plug-In Hybrid Electric Vehicles. Volume 1: Nationwide Greenhouse Gas Emissions Electric Power Research Institute and National Resources Defence Council.

Samaras, C., Meisterling, K., 2008. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from plug-in hybrid vehicles: implications for policy. Environmental Science and Technology 42, 3170–3176

Yang, C., McCollum, D., et al., 2009. Meeting an 80% reduction in greenhouse gas emissions from transportation by 2050: a case study in California, USA. Transportation Research, Part D: Transport and Environment 14, 147–156.

Nedev N., K. Andonov, I. Stoyanov, V. Stoyanov. Cost-benefit analysis of PV stations for charging of electrical vehicles in the conditions of the border region. Proceedings of the Workshop "Renewable energy sources in the cross border region Romania – Bulgaria". Ruse, 14-15 June 2012. 155-160. (In Bulgarian).

Ivailo Stoianov, Nedko Nedev. Obosnovavane na PV Sistema za zareждане na elektricheski prevozni sredstva kam benzinozstanciq, razpolozhena na mezdunaroden pat. IV nauchna konferenciia ЕФ'2012, Sozopol 28.09-1.10.2012, Sofia 2012, Tehnicheski universitet 2012, str. 84-93. (Оригинално заглавие: Ивайло Стоянов, Недко Недев. Обосноваване на PV система за зареждане на електрически превозни средства към бензиностанция, разположена на

междуселищен път. В: IV Научна конференция, ЕФ'2012, Созопол 28.09-1.10.2012, София 2012, Технически университет София, 2012, стр. 84-93)