

## OPPORTUNITIES FOR APPLICATION OF PHOTOVOLTAICS OF TYPICAL RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE CITY OF RUSE<sup>11</sup>

**Todor Yordanov, MSc. Eng.**

Department of Electrical Power Engineering

University of Ruse, Bulgaria

Phone: 086-821 521

E-mail: tyordanov@uni-ruse.bg

***Abstract:** Electricity from photovoltaic sources is becoming cheaper at a rapid pace. The recent national and European regulatory documents (directives, laws, etc.) are aimed at stimulating the application of renewable energy sources. A significant part of the electrical energy consumption is caused by the domestic sector. In a number of European countries the share of renewable energy, produced by roof and façade mounted photovoltaic generators, reaches 40%. In this paper is analyzed the available experience and possibilities for application in Bulgaria. The solar energy potential is assessed for the region of Ruse and the expected photovoltaic energy production for a real object is simulated.*

**Keywords:** photovoltaic systems, domestic sector

**JEL Codes:** L60

### ВЪВЕДЕНИЕ

В последните документи на ЕС, отнасящи се до т.нар. зелена сделка, представляваща набор от политики предложени от Европейската комисия, целящи да направят Европа климатично неутрална до 2050 г., се планира увеличаване делът на произведената енергия от фотоволтаични генератори до края на 2050 г. (European Commission, 2019). Предварителните проучвания показват, че значителна част от тази енергия се консумира в комунално-битовия сектор у нас (Canev, D., 2019). В някои европейски страни този процент достига 40 % (Eurostat, 2020).

Енергийната политика на Република България е ориентирана към отчитане на промените, одобрени на европейско ниво и представляващи пакет от интегрирани мерки за създаване на нова по същество обща енергийна политика за Европа, насочена към преориентиране на икономиката към ефективно използване на енергия от нисковъглеродни източници (Ministry of Environment and Water 2014).

В Gospodinova et al. (2020) се разглежда възможността за използване на фотоволтаични източници в битови сгради. Чрез използване на информация за слънчевата радиация и ветровата енергия се симулира възможността за захранване на консуматорите в типична битова сграда. Извършен е сравнителен икономически анализ и е препоръчан тип ВЕИ за отделни географски райони. В Mihaylov et al. (2018) са изследвани електрическите товари в жилищен блок без система за централно отопление. Получени са статистически оценки за дневните и месечни стойности на електрическия товар. Той има минимум през май, юни и септември, а максималните стойности се достигат през зимните месеци от декември до март.

Очевидно е, че броят изследвания върху възможността за приложения на фотоволтаични генератори е недостатъчен за обосноваване на стратегия относно използването на такъв тип източници в комунално-битовия сектор (различни нива на слънчевата радиация в отделни географски райони, различни строителни конструкции, различен брой еднофамилни и многофамилни жилища, различни отоплителни системи и др.).

Целта на настоящето изследване е да се проучи възможността за използване на фотоволтаичен източник на електроенергия за домакинства в региона на гр. Русе. Разработването на такава система изисква познаване на товара и начина на живот на повечето домакинства в региона.

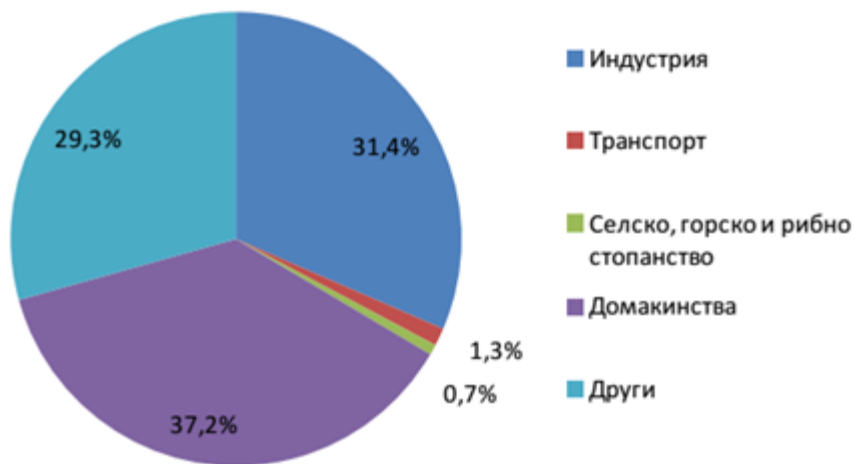
<sup>11</sup> Докладът е представен на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА ФОТОВОЛТАИЧНИ ИЗТОЧНИЦИ В ТИПИЧНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ В РУСЕ

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Електрическата енергия, произвеждана от фотоволтаични централи, става все по-евтина, а в средносрочен план себестойността ще падне под тази на въглищните централи. През 2016 г. в Чили и Саудитска Арабия соларните централи достигнаха цена за 1 kWh под 3 цента. Очаква се до 2025 г. тя да падне под цената на досегашния лидер по най-евтина енергия – въглищата (Boyshev, B. 2018).

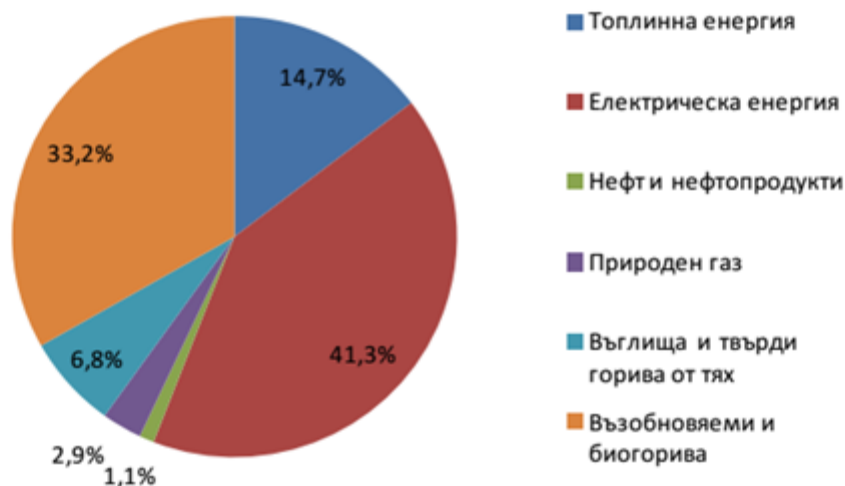
В новата енергийна стратегия на България е заложено по план до 2030 г. делът на енергията от възобновяеми източници в брутно крайно потребление да достигне 27.09%. Изграждането на нови соларни и вятърни мощности ще става само на пазарен принцип, като до 2030 г. се очакват общо около 2300 MW нови централи. Държавата предвижда битовите потребители да могат да участват в "общности за възобновяема енергия", които могат да произвеждат, консумират, акумулират или продават чиста енергия. Това са основни бизнес модели, застъпени в развитите страни, но за жалост в стратегията само се споменава за тези възможности и темата остава неразвита в конкретика. Възможност за стимулиране на производството на електроенергия от ВЕИ ще бъде предоставена чрез търговията на издаваните гаранции за произход от Агенцията за устойчиво енергийно развитие, която ще се включи в "Европейска система за енергийни сертификати" (Gocheva, R., 2020).

Домакинствата са най-големият краен потребител на електрическа енергия в България. Според енергийния баланс на страната за 2017 г., изготвен от Националния статистически институт, делът на електрическата енергия в домакинствата заема повече от 37% от общото крайно потребление. Балансът на крайното електроенергийно потребление на България по сектори е представен на Фиг. 1 (Canev, D., 2019).



Фиг. 1. Енергиен баланс на крайното потребление на електрическа енергия в България за 2017 г.

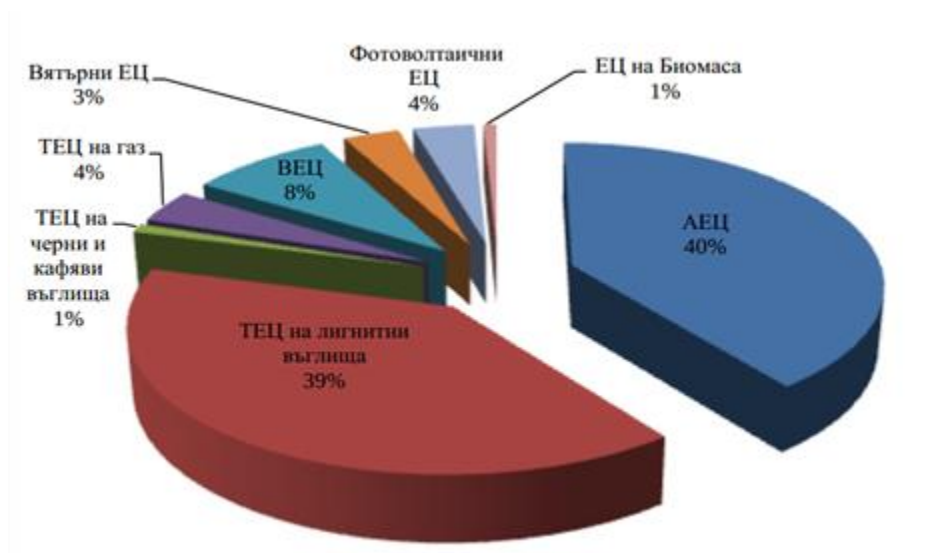
Ако се разгледа само статистиката за домакинствата относно крайното енергийно потребление по видове енергийни продукти, потреблението на електрическа енергия за 2017 г. представлява 41.3% от цялото потребление на енергия от домакинствата (Фиг. 2).



Фиг. 2. Разпределение на крайното потребление на енергия на домакинствата в България по енергоизточници за 2017 г.

Използваните данни за инсталираните мощности, присъединени към преносната мрежа и произведената нетна електрическа енергия през 2018 г. и 2019 г. са предоставени от ЕСО ЕАД. Общо произведената от тези мощности електрическа енергия е 36 894 618 MWh. При анализ на разликите между произведените количества електрическа енергия за 2019 г., в сравнение с 2018 г., се забелязват следните тенденции: спад на производството от ВЕЦ (-38%), ТЕЦ на лигнитни въглища (-6%) и ТЕЦ на газ (-4%), съответно нарастване на производството на АЕЦ (3%), ФЕЦ (15%) и на централи на биомаса (16%).

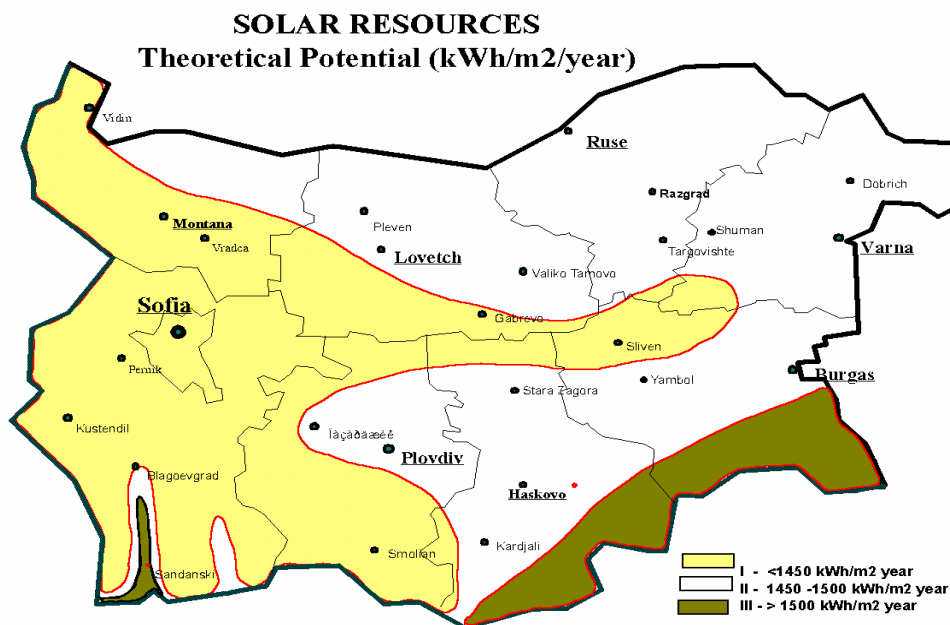
От Фиг. 3, показваща произведената електрическа енергия по видове източници се вижда ясно, че дялът на ФЕЦ е все още прекалено малък и тенденцията за продължаващ ръст в развитието на този сектор е налице (Ivanov, I. 2019).



Фиг. 3. Дял на произведена електрическа енергия по видове източници през 2019 г.

Средногодишното количество на слънчево греене за България е около 2 150 часа, а средногодишния ресурс слънчева радиация е 1 517 kWh/m<sup>2</sup>. Като официален източник за оценка на потенциала на слънчевата енергия се използва проект на програма PHARE - BG9307-03-01-L001, „Техническа и икономическа оценка на ВЕИ в България”. В основата на проекта са залегнали данни от Института по метеорология и хидрология към БАН, получени от

всичките 119 метеорологични станции в България, за период от над 30 години. Направено райониране на страната по слънчев потенциал (Фиг. 4) и България е разделена на три региона в зависимост от интензивността на слънчевото греене.

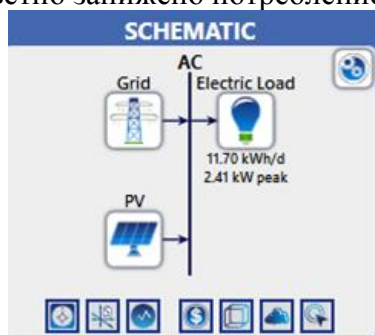


Фиг. 4. Слънчев потенциал на България

Известни са редица софтуерни продукти, които улесняват оразмеряването на фотоволтаични инсталации. Входните данни за тях са сходни. В настоящото изследване е използван HOMER Pro. Софтуерът е разработен от NREL (Национална лаборатория за възобновяема енергия, САЩ) и по-късно подобрен и разпространен от Хомер Енерджи. Отчитайки факта, че за района на Русе средногодишния енергиен потенциал на вятърната енергия е малък, за основен източник се приема фотоволтаичен генератор.

Данните за характера на изменение на електрическия товар и нивото на слънчевата радиация са получени от изследвания, извършени от екип на РУ „Ангел Кънчев“. Приема се, фотоволтаичната инсталация да бъде разположена на покрив в жилищна сграда.

Генериран е модел за типично домакинство от региона на град Русе със схема на Фиг. 5 и средно дневно потребление на електрическа енергия от 11.6 kWh, с 2.41 kW пик (Фиг. 6). Избран е подходящ за страната ни модел на по-голямо потребление през зимните месеци и съответно занижено потребление през летните месеци.



Фиг. 5. Конфигурация на модела



Фиг. 6. Дневен товаров график през месец януари

Инсталацията е присъединена към мрежа с ниско напрежение. Цената на елементите, разходите за монтаж, експлоатационните разходи и др. са зададени от каталожни данни на фирми доставчици и монтажни фирми.

От направения модел със софтуер HOMER Pro, на локализирана в гр. Русе, фотоволтаична система с евентуален живот на експлоатация от 25 години на стандартно българско домакинство, се вижда, че вложените средства се изплащат за период от 9.3 години, като е видимо намаляването на разходите за електроенергия в домакинството.

Определената оптимална фотоволтаична мощност за реализирането на модела е 1.06 kW. Фотоволтаичният генератор е свързан към мрежа с ниско напрежение, като е зададена цена на електроенергията (Grid Power Price) – 0.120 \$/kWh и цена за изкупуване на произведената електроенергия (Grid Sellback Price) - 0.050 \$/kWh.

Първоначалната инвестиция е \$1275, а произведената енергия от фотоволтаичния източник за една година е 1353 kWh. От създадения модел се вижда, че домакинството е използвало електроенергия от фотоволтаичния генератор 30.2 % годишно, а от електропреносната мрежа – 69.8 % годишно (Фиг. 7).

На Фиг. 8 се вижда, че вътрешната норма на възвращаемост (IRR) е 9.6%, а възвращаемостта на инвестицията (ROI) в случая е 6.7 %. Тези параметри са широко разпространени при оценка на инвестициите, защото отчитат изменението на паричния поток във времето.

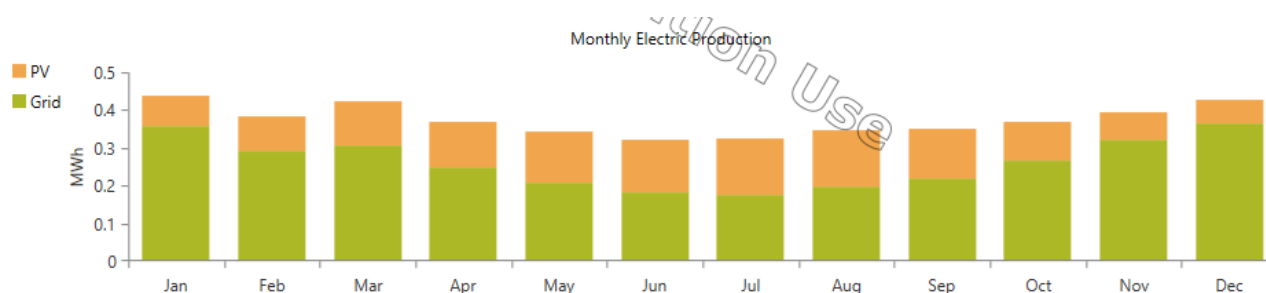
Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	1,353	30.2
Grid Purchases	3,134	69.8
Total	4,487	100

Фиг. 7. Годишно разпределение на произведена електроенергия от ВЕИ и на закупената електроенергия

IRR	9.6%
ROI	6.7%
Simple Payback	9.3 yr

Фиг. 8. Икономически параметри на инвестицията

На Фиг. 9 е изобразено месечното потребление на електроенергия от домакинството, като е показано какво е количеството на потребление от електропреносната мрежа и количеството на усвоената от фотоволтаичния генератор електроенергия.



Фиг. 9. Месечно производство на електроенергия от фотоволтаичната система и количеството на използвана електроенергия от електропреносната мрежа.

## ИЗВОДИ

Има сериозни индикации за бъдещ ръст на покривните фотоволтаични системи при обикновените домакинства в България. Бързите темпове на понижаване на цените при изграждане на такива конструкции, либерализирането на пазара на електроенергия и стремежа на все повече домакинства да се придържат към реализиране на нулево потребление на електроенергия в обитаваните жилища, предполага ръст на подобни фотоволтаични системи.

Потреблението на електрическа енергия в битовия сектор нараства с бавни темпове през последните години. Навлизат нови електроуреди и въпреки, че повечето от тях са енергоспестяващи, са с основен дял за повишаването на потреблението. Много от домакинствата се възползват от нови климатични системи за охлаждане и отопление. Трябва

да се вземе предвид и глобалното затопляне, колкото и пренебрежимо малък да изглежда неговият принос.

От направения модел със софтуер HOMER Pro, на локализирана в гр. Русе, фотоволтаична система с евентуален живот на експлоатация от 25 години в стандартно българско домакинство, се вижда, че вложените средства се изплащат след 9.3 години.

## REFERENCES

Boychev, B. (2018). Good practices for the application of photovoltaics in housing and municipal buildings (*Оригинално заглавие: Добри практики за прилагане на фотоволтаици в жилищни и общински сгради*).

Canev, D., (2019). Can deep energy retrofitting of multifamily residential buildings reduce the demand for electricity from conventional sources at national level?. Technical analysis. URL: <http://www.eneffect.bg/images/upload/123/POVERTY/report-electricitysavings-draft-EN.pdf> (Accessed on 30.10.2020).

European Commission, (2019). A European Green Deal. URL: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) (Accessed on 31.10.2020).

Eurostat, (2020) News Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/news/news-releases> (Accessed on 02.11.2020).

Gocheva, R., (2020). The new energy strategy dooms Bulgaria to expensive electricity and high government spending, (*Оригинално заглавие: Новата енергийна стратегия обрича България на скъп ток и големи държавни разходи*). URL: [https://www.capital.bg/biznes/energetika/2020/09/14/4113730\\_novata\\_energiina\\_strategiia\\_obricha\\_bulgariia\\_na\\_skup](https://www.capital.bg/biznes/energetika/2020/09/14/4113730_novata_energiina_strategiia_obricha_bulgariia_na_skup) (Accessed on 04.11.2020).

Gospodinova, D., Milanov, K., & Dineff, P. (2020). Route map for renewable energy sources implementation for household in Bulgaria. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, DOI: 10.1088/1757-899X/878/1/012016.

Ivanov, I. (2019). Report on the activities of the commission for energy and water regulation for 2019 (*Оригинално заглавие: Иванов, И., 2019. Доклад за дейността на комисията за енергийно и водно регулиране за 2019 година*).

Mihaylov, N., Evstatiev, B., Kadirova, S., Gueorguiev, T., Georgieva, T. & Evtimov, A. (2018). Load Profile of Typical Residential Buildings in Bulgaria. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, No 172(1), ISSN 1755-1307.

Ministry of Environment and Water (2014). Calculation and forecast for the greenhouse gas emission factor for the national electricity network of the Republic of Bulgaria for the period 2014 – 2020, (*Оригинално заглавие: Изчисление и прогноза за емисионния фактор на парниковите газове за националната електрическа мрежа на Република България за 2014 – 2020 г.*).