

ИЗСЛЕДВАНЕ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА МИКРО ВЕИ ЦЕНТРАЛИ ЗА СГРАДИ С ПОЧТИ НУЛЕВА КОНСУМАЦИЯ НА ЕНЕРГИЯ

доц. д-р инж. Силвия Лецковска, доц. д-р инж. Камен Сейменлийски
инж. Радослав Симионов
Бургаски свободен университет

INVESTIGATION OF THE APPLICATION OF MICRO VEEI POWER PLANTS FOR BUILDINGS WITH ALMOST ZERO ENERGY CONSUMPTION

Assoc. Prof. Eng. Silviya Letskovska, Assoc. Prof. Eng. Kamen Seimenliyski
Eng. Radoslav Simionov
Burgas Free University

Abstract: *In 2010, the Energy Performance of Buildings Directive 2010/31 / EU (EPBD) was adopted, which states that from 31 December 2020, all new buildings in the EU must be constructed as buildings with almost zero energy consumption. Nearly zero or very low energy needs must be covered to a large extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources, produced on site or near the building. Achieving zero energy consumption is not possible in all buildings. For school buildings, however, the goal of net zero consumption is feasible. The report presents research aimed at reaching zero net consumption for the BSU building. Results for production of energy from a photovoltaic power plant for own needs, located on the roof of the university, realized modularly using photovoltaic panels of different types are shown.*

Key words: *Low-energy-house, nearly zero-energy buildings (nZEB), PV-System, Passive house.*

Въведение

Терминът „Енергийна ефективност на сградите“ включва методи и средства за установяване на баланс между потреблението на енергия и комфорта на обитателите, в зависимост от характеристиките на сградната конструкция, наличните технически средства и начина на използване на сградите.

Сградите играят важна роля в енергийната ефективност – те консумират 40% от консумираната енергия, от които 75% за отопление и охлаждане и само 25% за топла вода, осветление и електрически уреди.

Други ползи могат да бъдат постигнати с дейности и мерки за енергийна ефективност, например подобряване на микроклимата в сградата и архитектурния облик, намаляване на количеството вредни емисии в атмосферата.

През месец април т.г. Съветът на Европейския съюз и Европейският парламент постигнаха временно съгласие, с което климатичните цели до 2050 година се превръщат в закон. Според него намалението на парниковите емисии до 2030 г. трябва да



бъде с най-малко 55%, спрямо нивата от 1990 г. Целта на ЕС ще бъде включена в т.н. „Климатичен закон“.

Европейският зелен пакт е планът на ЕС за превръщане на Европа в първия неутрален по отношение на климата континент. Пактът е стратегия за растеж, която има за цел създаване до 2050 г. на модерна, ресурсно ефективна и конкурентоспособна европейска икономика без нетни емисии на парникови газове, в която никой не е пренебрегнат.

В края на 2019 г. Европейската комисия представи Европейската зелена сделка с цел „да насочи ЕС към път към неутралност на климата до 2050 г. и да се справи с предизвикателствата, свързани с околната среда, като същевременно трансформира ЕС в справедливо и проспериращо общество с модерна, ресурсно ефективна и конкурентна икономика“.

В тази рамка ремонтите на сградите се разглеждат като ключов инструмент за намаляване на емисиите и осигуряване на здравословна и достъпна среда за живот и работа за всички.

Енергийната политика на ЕС има за цел осигуряването на постоянни и конкурентни доставки на енергия на достъпна цена, като същевременно се изпълняват целите в областта на климата.

За да осъществи този преход, ЕС трябва да повиши енергийната си ефективност, да увеличи дела на енергията от възобновяеми източници, да възприеме иновациите и новите технологии, да подобри трансграничните енергийни връзки и да намали зависимостта от вноса на енергия.

Климатът и енергетиката са неразривно свързани. На енергията се дължат 75 % от емисиите на парникови газове в ЕС. За да постигне целта за неутралност по отношение на климата до 2050 г., ЕС се стреми да преобразува изцяло енергийната си система.

В Европейския зелен пакт се посочват начините за превръщане на Европа в първия неутрален по отношение на климата континент до 2050 г.

Постигането на тази цел зависи от създаването на екологично чиста кръгова икономика, възстановяването на биологичното разнообразие и намаляването на замърсяването.

За това са необходими действия във всички сектори на икономиката, включително:

- инвестиции в екологосъобразни технологии;
- подпомагане на иновациите в промишлеността;
- въвеждане на по-чисти, по-евтини и по-здравословни форми на частен и обществен транспорт;
- декарбонизация на енергийния сектор;
- *подобряване на енергийната ефективност на сградите*;
- работа с международните партньори за подобряване на екологичните стандарти в световен мащаб.

I. Дял на сградния фонд в отделянето на вредни емисии

Европейската строителна политика се разработва от 90-те години на миналия век.

Под ръководството на Европейската комисия строителните стандарти и политики постепенно се подобряват, като се вземат предвид въпроси като решения за финансиране, възобновяеми енергийни източници, качество на околната среда в затворени помещения и облекчаване на енергийната бедност.

Съвременни управленски практики XI - БСУ, 2021
ИНТЕЛИГЕНТНА СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В ДЕСЕТИЛЕТИЕТО
НА СВЪРЗАНОСТТА И АВТОМАТИЗАЦИЯТА

Сградите са отговорни за приблизително 40% от потреблението на енергия и 36% от емисиите на CO₂ в ЕС. Средно европейците прекарват 90% от времето си на закрито, а качеството на вътрешната среда засяга здравето и благосъстоянието.

Две трети (65%) от европейския сграден фонд е построен преди 1980 г.: около 97% от сградите на ЕС трябва да бъдат модернизирани, за да се постигне целта за декарбонизация до 2050 г., но само около 1% се обновяват всяка година.

Високоэффективният, технически оборудван и по-интелигентен сграден фонд може да бъде крайгълният камък на декарбонизираната енергийна система. Законодателството на ЕС предоставя ясна рамка за държавите-членки да подкрепят прилагането на тази взаимосвързана система.

II. Видове сгради спестяващи вредни емисии

2.1. Класификация

В ЕС е приета класификация на сградите според тяхното ниво на енергийна ефективност:

- Стара сграда – сграда, построена в средата на 70-те години на 20 – ти век, за отоплението на която е необходима топлинна енергия от порядък на 200÷300 kWh/m²у;
- Нова сграда – сграда, построена до 2000 г., за отоплението на която е необходимо не повече от 150 kWh/m²у;
Къща с ниска консумация на енергия (Low energy house). От 2002 г. в Европа не е позволено да се строят къщи с топлинна консумация над 60-70 kWh/m²у;
- „Пасивна“ къща (Passive house) – при нея специфичното годишно потребление за отопление и за охлаждане трябва да бъде не повече от 15 kWh/m²у, а специфичното топлинно натоварване за отопление не трябва да надвишава 10 W/m² [5, 6];
- „Активна“ къща (Active house), или къща с положителна енергия – сграда, с инсталираното оборудване: слънчеви панели, колектори, термopомпи, рекуператори, земни топлообменници и т.н., които могат да генерират повече енергия, отколкото се консумира, <0 kWh/m².

❖ Low energy house

Няма общо определение за *Low energy house*. Тъй като националните стандарти се различават значително, разработките на сгради с „ниска енергия“ в една държава може да не отговарят на „нормалната практика“ в друга. В Германия например „Къща с ниска енергия“ (Niedrigenergiehaus) има ограничение на потреблението на енергия от 50 kWh/m²у за отопление на помещенията.

В Швейцария терминът *Low energy house* се използва във връзка със стандарта MINERGIE – не повече от 42 kWh/m²у за отопление на помещенията. Към момента е прието становището, че *Low energy house* използва около половината от енергията, посочена в тези стандарти, за отопление на помещенията, обикновено в диапазона от 20÷30 kWh/m²у.

Нискоенергийните сгради обикновено използват високи нива на изолация, енергийно ефективни прозорци, ниски нива на проникване на въздух и вентилация за възстановяване на топлината, за да намалят енергията на отопление и охлаждане. Те могат също да използват пасивни техники за проектиране на слънчеви сгради или активни слънчеви технологии.



❖ **Passive house**

Определението за пасивна къща е: „Пасивната къща е сграда, за която топлинният комфорт може да бъде постигнат единствено чрез последващо отопление или последващо охлаждане на масата на чистия въздух, което е необходимо, за да се изпълнят достатъчни условия за качество на въздуха в помещенията – без нужда от рецикулация въздух“.

Някои държави имат свои собствени стандарти, които определят пасивната къща по по-конкретен начин.

В Германия терминът пасивна къща се отнася до строгия, доброволен стандарт на Passivhaus за енергийна ефективност в сградите. В Швейцария се използва подобен стандарт – MINERGIE-P.

Стандартът Passivhaus за Централна Европа изисква сградата да отговаря на следните изисквания:

- Сградата не трябва да използва повече от 15 kWh/m²у годишно за отопление и охлаждане;
- Общото потребление на енергия (енергия за отопление, топла вода и електричество) не трябва да бъде повече от 42 kWh/m²у;
- Общото потребление на първична енергия (Първична енергия за отопление, топла вода и електричество) не трябва да бъде повече от 120 kWh/m²у.

За да се получи известна яснота за тези изисквания, може да се сравни къща, построена да отговаря на стандарта на Passivhaus, с къщи, построени да отговарят на местните разпоредби в някои страни:

В Съединените щати къща, построена по стандарта на Пасивната къща, използва между 75 и 95% по-малко енергия за отопление и охлаждане на помещенията, отколкото сегашните нови сгради, които отговарят на днешните американски кодекси за енергийна ефективност. В Обединеното кралство нова къща, построена по стандарта на пасивната къща, би използвала 77% по-малко енергия за отопление на помещенията, в сравнение със строителните норми.

В Ирландия се изчислено, че типична къща, построена по стандарта на пасивната къща, вместо по Правилата за строителство от 2002 г., ще консумира 85% по-малко енергия за отопление на помещенията и ще намали емисиите на въглерод, свързани с отоплението на помещенията с 94%.

В недалечното миналото строителните разходи за пасивни къщи бяха много по-високи от строителните разходи на обикновените къщи, но с развитието на технологиите и по-високите изисквания към специално създадените строителни продукти за Passivhaus, сега са много по-ниски. Например, в Германия вече е възможно да се строят сгради от типа Passivhaus на същата цена като тези, построени по нормалните немски строителни стандарти, поради нарастващата конкуренция при предлагането на специално проектираните строителни продукти на Passivhaus.

Смята се, че броят на пасивните къщи по света варира от 15 000 до 20 000, като по-олямата част са от тях построени в немскоговорящите страни или Скандинавия.

Институтът за пасивни къщи разработи нова система за оценка, базирана на възобновяемата първична енергия (PER, Primary Energy Renewable). Той също така отчита правилно енергията, която една сграда генерира.

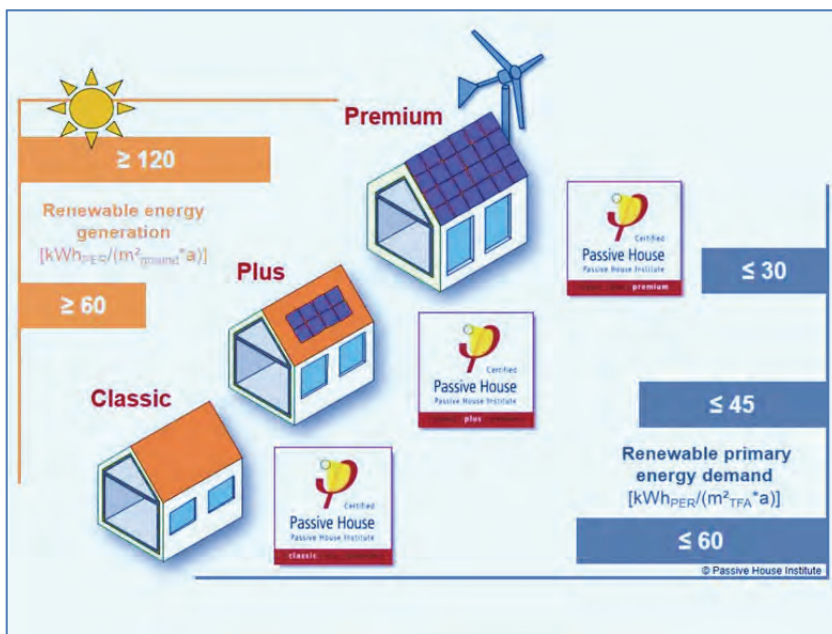
Тази нова система за оценка включва три класа пасивни къщи (Фиг. 1):

- *Classical* пасивна къща;
- Пасивната къща *Plus*, в която се генерира допълнителна енергия, например от фотоволтаици. В случай, че сградата се ползва от едно семейство или е с

Съвременни управленски практики XI - БСУ, 2021 ИНТЕЛИГЕНТНА СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В ДЕСЕТИЛЕТИЕТО НА СВЪРЗАНОСТТА И АВТОМАТИЗАЦИЯТА

малко етажи, тя ще произвежда приблизително толкова енергия, колкото консумират жителите, т.е. ще има годишен нетен-нулев енергиен баланс;

- В пасивна къща *Premium* обикновено се произвежда много повече енергия, отколкото е необходимо.



Фиг. 1. Нови класове пасивни къщи - Classic, Plus и Premium.

По-високите класове изискват по-ниско потребление на първична енергия от възобновяеми източници и допълнително производство на възобновяема енергия.

❖ Active house

Това е къща, която има положителен енергиен баланс. Това се постига чрез комбиниране на технологии за пасивна къща и интелигентен дом. Това означава наличие на автоматизирана система за управление за осигуряване на комфорт, безопасност на обитателите и икономия на ресурси на сградата.

Автоматизацията отчита метеорологичните условия, времето на годината и деня, принципите на работа на всички системи за поддържане на живота, моментната нужда и програмира работата на всички системи в оптимален режим.

С развитието на технологиите са наложили нови типове енергоефективни сгради. Това са:

❖ Zero energy home

С появата на стандарта за пасивна къща в Европа, концепцията Zero Energy Building (ZEB) започна да се развива в САЩ и Канада. Тази концепция има както прилики, така и разлики с идеята за пасивната къща.

Zero Energy Home е енергийно ефективна сграда, способна да се снабдява с топлина и електричество изцяло чрез генериране на енергия от възобновяеми енергийни източници, разположени на сградата или в близост до нея.



Масовото разпространение на технологията ZEB бе ограничено от високи цени на оборудването. Това доведе до появата на алтернативна програма – NZEB (Near zero-energy building). Разработките по тази програма предполагат намаляване на енергийните разходи, без пълно отхвърляне на източник на външната енергия.

Къща с нулево нетно потребление на енергия и нулеви емисии на въглерод годишно се нарича къща с нулева енергия. Нулевата нетна консумация на енергия означава, че нулевите енергийни къщи могат да бъдат автономни от енергийната мрежа, но на практика това означава, че в някои периоди мощността се получава от мрежата, а в други периоди енергията се връща в мрежата (възобновяемите енергийни източници често са сезонни). За да се постигне тази енергия, трябва да се произвежда на място с не замърсяващи възобновяеми енергийни източници.

Къщите с нулева енергия също са много интересни от гледна точка на околната среда, тъй като възобновяемата енергия означава, че емисиите на парникови газове са много ниски.

NZEB, подобно на Пасивната къща, се фокусира върху методите за пасивно запазване на енергията. Това означава да се „запечата“ къщата, като се използва ефективна изолация в обвивката на сградата. Идеята е да сведат топлинните загуби до минимум. Формата и дизайнът на покрива и цялата сграда, ориентацията на фасадите на конструкцията към основните точки и други нюанси дават възможност за допълнително повишаване на енергийната ефективност на сградата. Всеки елемент от нея предоставя възможности за икономия на енергия, от водоснабдителната система до обикновените лампи.

Точно определение за този тип сграда няма, съществуват няколко варианта на дефинирането ѝ:

- Сгради с нулево потребление на енергия от общата мрежа (Zero net energy buildings), които подават в мрежата за година толкова енергия, колкото са получили от нея;
- Сгради с нулево отделяне на въглерод (Zero carbon buildings), които не използват енергия, водеща до отделяне на CO₂, или които за година компенсират използваната енергия от горива за сметка на производство на място на достатъчно количество енергия без отделяне на CO₂;
- Отделни сгради с нулево потребление на енергия от общата мрежа (Zero stand-alone buildings), които не изискват свързване към някаква мрежа, с изключение на резервна. Такива сгради могат да съхраняват енергията за използване през нощта или през зимата;
- Сгради с положителен енергиен баланс, които подават в системата на енерго-снабдяване по-голямо количество енергия от това, което използват. За година те произвеждат повече енергия, отколкото потребяват;
- Сгради с нулеви емисии (Zero emission building), които не произвеждат въглероден оксид в процеса на експлоатацията, строителството или при производството на материалите, от които са изградени.

Всички държави-членки на ЕС трябва да изготвят национални планове за увеличаване на броя на сградите с близко до нулево нетно потребление. За България енергопотреблението на сградата, определено като първична енергия, отговаря на клас А от скалата на класовете на енергопотребление за съответния тип сгради.

Не по-малко от 55% от потребената (доставената) енергия за отопление, охлаждане, вентилация, гореща вода за битови нужди и осветление, е енергия от възобновяе-

Съвременни управленски практики XI - БСУ, 2021
ИНТЕЛИГЕНТНА СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В ДЕСЕТИЛЕТИЕТО
НА СВЪРЗАНОСТТА И АВТОМАТИЗАЦИЯТА

ми енергийни източници, разположени на място на ниво сграда или в близост до сградата.

❖ **Energy-plus-house**

Energy-plus-house е къща, която средно през годината произвежда повече енергия от възобновяеми енергийни източници, отколкото внася от външни източници. Това се постига с помощта на комбинация от малки генератори на енергия и нискоенергийни строителни техники като пасивен дизайн на слънчева сграда, изолация и внимателен избор на място и поставяне. Много енергийни къщи почти не се различават от традиционния дом, тъй като те просто използват най-енергийно ефективните решения (уреди, осветителни тела и т.н.) в цялата къща. В някои развити страни електроразпределителните компании трябва да купуват излишък от електроенергия от енергийни домове и с този подход къщата може дори да печели пари за собственик.

❖ **Autonomous building (Autonomous house)**

Автономната сграда е сграда, проектирана да се експлоатира независимо от услугите за инфраструктурна подкрепа като електрическата мрежа, общинските водни системи, пречиствателните системи за отпадъчни води, дъждовните канали, комуникационните услуги и в някои случаи обществените пътища. Автономната сграда е много повече от енергийно ефективна къща – енергията е само един от ресурсите, които да спечелите от природата.

2.2. Изисквания за България

В България определението за сгради с почти нулева енергия е структурирано, както е дефинирано за три минимални изисквания за потребление на първична енергия, за дял от възобновяема енергия в енергийния баланс на сградите и за електричеството потребление на сградно оборудване и уреди. Изискванията за nZEB са сортирани в три категории, според площта на сградата [3]:

❖ *Сгради с площ, по-малка от 500 m²*

nZEB трябва да има енергийни характеристики (първична енергия), съответстващи на класа А в българските сертификати за енергийни характеристики, като най-малко 50% от енергията, необходима за отопление, топла вода, вентилация и охлаждане, трябва да се доставя от възобновяеми източници. Максимално допустимото потребление на първична енергия за клас А е 140 kWh/m².

❖ *500 m² <Площ на сградите <7000 m²*

nZEB трябва да има енергийни характеристики (първична енергия), съответстващи на класа А в българските сертификати за енергийни характеристики. Най-малко 30% от енергията, необходима за отопление, топла вода, вентилация и охлаждане, е от възобновяеми източници. Делът на електроенергията в годишния баланс на потреблението на първична енергия е не повече от 30% (включително електричество за уреди, ИКТ, отопление, топла вода, вентилация и охладителни системи).

❖ *Сграда с площ, по-голяма от 7000 m²*

nZEB трябва да има енергийни характеристики (първична енергия), съответстващи на класа А в българските сертификати за енергийни характеристики. Най-малко 20% от енергията, необходима за отопление, топла вода, вентилация и охлаждане, е от възобновяеми източници.



Делът на електроенергията в годишния баланс на потреблението на първична енергия на сградата е не повече от 40% (включително електричество за уреди, ИКТ, отопление, топла вода, вентилация и охладителни системи).

III. Строителството на микро-фотоволтаични централи

3.1. Нормативи за монтаж и присъединяване на микро - ВЕИ централи за сгради с почти нулева консумация на енергия

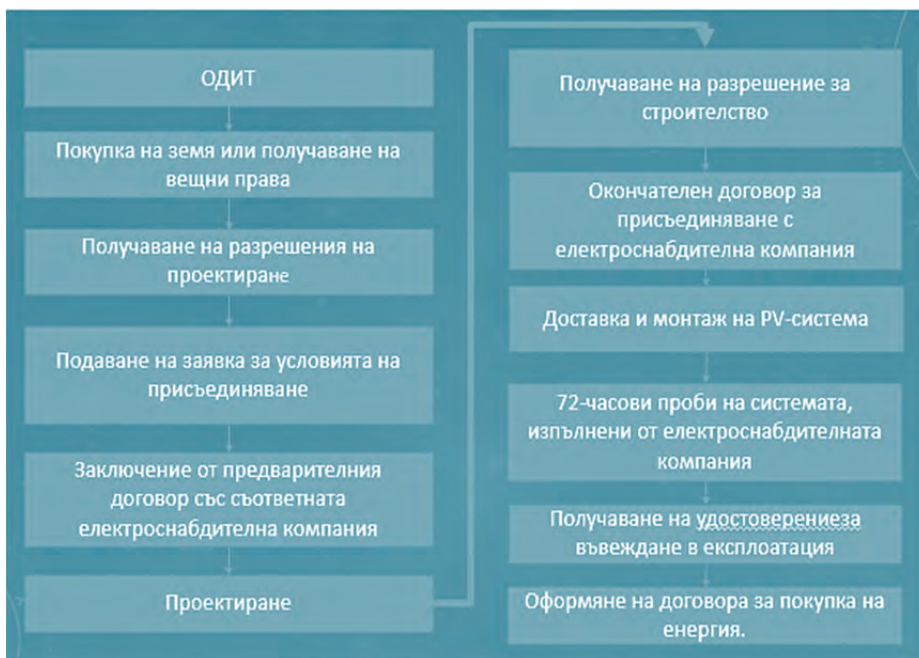
Основните нормативни документи са:

- Закон за устройство на територията;
- Закон за енергетиката;
- Закон за енергията от ВЕИ;
- Постановление № 6 от 24 .02. 2014 г. За присъединяване на производители и потребители на електроенергия към преносните или разпределителните електрически мрежи.

Законът за устройство на територията, Член 147. (1) (Доп. - ДВ, бр. 65 от 2003 г.) указва, че координация на инвестиционни проекти за издаване на разрешение за строеж не се изисква за:

- 14. (нова - ДВ, бр. 35 от 2011 г., в сила от 03.05.2011 г., рев. - ДВ, бр. 41 от 2019 г., в сила от 21.05.2019 г.) монтаж на оборудване за производство на електричество, топлина и/или охлаждане енергия от възобновяеми източници с обща инсталирана мощност до 1 MW, включително съществуващи сгради в градските райони, вкл. върху техните покривни и фасадни конструкции и върху съседни парцели.

3.2. Етапи на строителството на микро-фотоволтаични централи (Фиг. 2).



Фиг. 2.

IV. Производство на електроенергия от PV-централата на БСУ

4.1. Данни за фотоволтаичната централа

Експерименталната фотоволтаична централа, изградена на покрива на БСУ, многократно е разширявана и към момента има мощност 5 kWp.

Панелите са произведени по поликристална технология. Конструкцията включва два стринга с по 10 панела, всеки с мощност 250Wp.

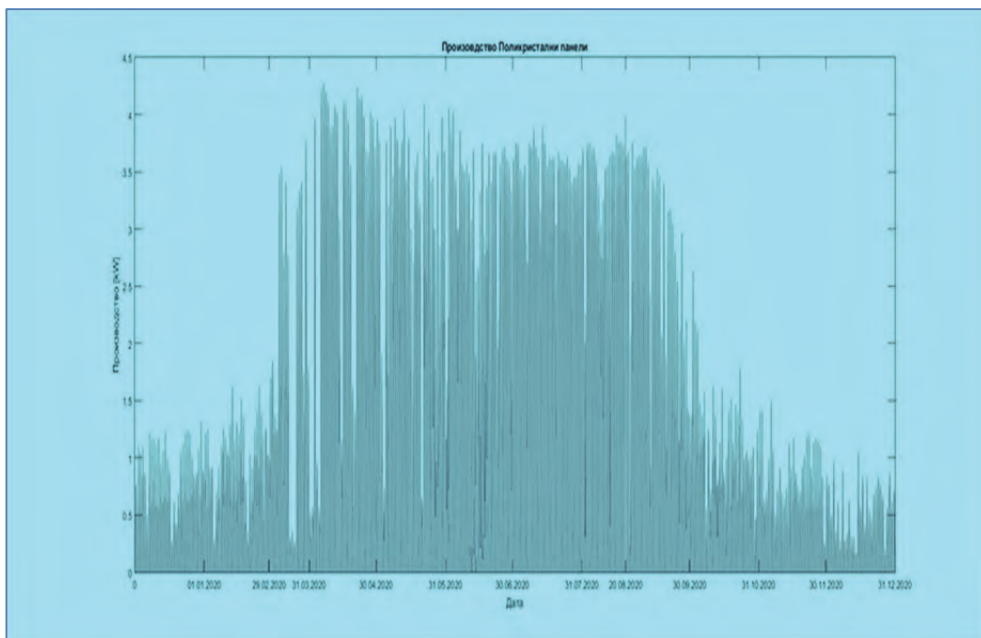
Паралелно на нея през последните две години е изградена и микро фотоволтаична централа с панели от монокристален тип (10 панела по 145Wp всеки), която към момента има инсталирана мощност 1450Wp.

4.2. Производство на електроенергия

❖ Общото производство на електроенергия от фотоволтаичната централа от момента на пускането и в експлоатация до сега, е в рамките на 19000 kWh. Около 15500 kWh от този добив на електроенергия са получени от поликристалните фотоволтаични панели.

❖ Общото производство на електроенергия от двата вида фотоволтаични панели (монокристални и поликристални) за 2020 г. е както следва:

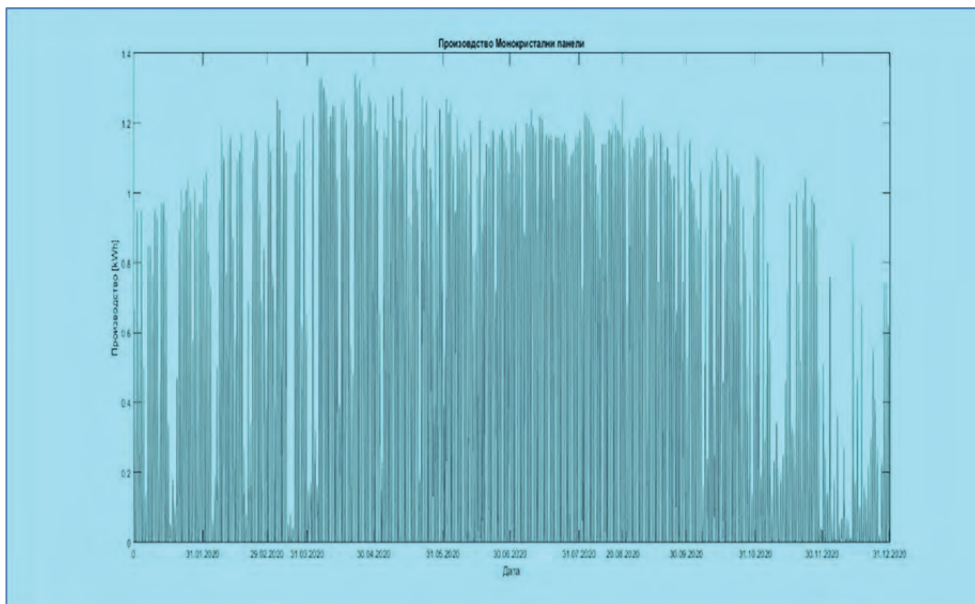
- 1775 kWh електроенергия, получена от поликристалните фотоволтаични панели – (Фиг. 3);
- 4891 kWh електроенергия, получена от монокристалните фотоволтаични панели – (Фиг. 4).



Фиг. 3. Годишна производителност на електроенергия за 2020 г. от поликристалните панели.

❖ Получената максимална мощност за 2020 г. в проценти спрямо инсталираната е:

- 89.3 % – за монокристалните фотоволтаични панели;
 - 85.4 % – поликристалните фотоволтаични панели.
- ❖ Произведената електроенергия за единица инсталиран W_p за 2020 г. е:
- 1.183 kWh/ W_p – за монокристалните фотоволтаични панели;
 - 0.854 kWh/ W_p – за поликристалните фотоволтаични панели.



Фиг. 4. Годишна производителност на електроенергия за 2020 г. от монокристалните панели.

Изводи

Анализът на получените резултати показва:

- Производителността на панелите в относителни единици годишно, произведени с използване на монокристална технология при еднакви климатични условия е с 5% по-висока от тази на панелите, произведени с използване на поликристалната технология;
- По отношение на производителността в различни сезонни условия, монокристалната технология се представя по-добре в студено и слънчево време, а поликристалната технология – в топло и слънчево време;
- По-точна информация може да се получи след по-дълъг период от време, за повече от една календарна година. Това ще даде възможност да се натрупа достатъчно количество данни за произведената електроенергия от двата типа панели, работещи паралелно;
- Получените данни показват, че произведената и консумирана енергия от фотоволтаичната централа е 3.9% от общото количество потребена енергия. За да се постигнат изискванията за пасивна сграда, т.е. да се осигури енергия от възобновяеми енергийни източници 20% от общото количество потребена енергия, ще трябва да се увеличи мощността на централата поне пет пъти.

Съвременни управленски практики XI - БСУ, 2021
ИНТЕЛИГЕНТНА СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В ДЕСЕТИЛЕТИЕТО
НА СВЪРЗАНОСТТА И АВТОМАТИЗАЦИЯТА

Използвана литература

- [1]. НАРЕДБА № Е-РД-04-1 от 22.01.2016 г. за обследване за енергийна ефективност, сертифициране и оценка на енергийните спестявания на сгради.
- [2]. проф. д-р инж. Д. Назърски, Българска асоциация за изолации в строителството Енергийна ефективност на сградите. Нормативни аспекти, <http://www.otvaszavas.eu/Bulgaria/Information/Information-2014/Nazarski.pdf>.
- [3]. Grant Agreement No: IEE/12/704/SI2.645922, Collaboration for housing nearly zero-energy renovation, D 2.1 International report: „NZEB criteria for typical single-family home renovations in various countries”, D2.1 BPIE WP2.1 12/09/2013 (3.5)
- [4]. https://passipedia.org/certification/passive_house_categories/classic-plus-premium
- [5]. <https://present5.com/passivnoe-zdanie-dom-nulevoj-energii-dom-plyus-energii>.
- [6]. https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house
- [7]. Дългосрочна национална стратегия за подпомагане обновяването на националния сграден фонд от жилищни и нежилищни гради до 2050 г.
- [8]. Daniela Mareva, Dimitar Yudov and Emil Marev „Electronic transformer for a small photovoltaic plant” SIELA 28-30 May 2012, XVII International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, Burgas, Bulgaria, volume 1, pp.210-217, ISSN:1314-6297.
- [9]. Даниела Жекова Марева, „Иновации при производството на фотоволтаични панели” – Годишник, том XL, Бургас 2019 г., стр. 282-285, ISSN: 1311-221X
- [10]. Dolchinkov R., P. Georgieva, Efficiency of solar tracking systems. BSU Yearbook, Volume XXVIII, pp. 243-255, 2012, ISSN 1311-221-X.
- [11]. Dolchinkov R., Mechanisms and machines in RES, Electronic journal of CITN for computer science and communications, issue. 3, ISSN 1314-7846, pp. 31-42, 2013.
- [12]. Eldar Zaerov, Use Of Perovskit In Solar Energy, Yearbook BSU 2018, Volume XXXVIII, ISSN: 1311-221X, p. 255 - 260.
- [13]. Eldar Zaerov, Study of the potential for hydrogen production with photovoltaic power plant and fuel cell Yearbook BSU 2015, volume TOM XXXI ISSN: 1311-221X, p. 36 - 39.
- [14]. Plamen Hinkov, Angelo Aristotelov, Eldar Zaerov, Thermovision diagnostics of PV – panels, Yearbook BSU 2019, volume XXXIX, ISSN: 1311-221X, p. 101 – 106.
- [15]. Долчинков Р., 3-D моделиране на фотоволтаичен панел със задвижващ механизъм, Годишник БСУ, ТОМ XXVII, ISBN 1311-221-X, стр. 231-242, 2012.
- [16]. Долчинков Р., Геориева П., Светодиодно осветление с вятърна и слънчева енергия, Електронно списание за компютърни науки и комуникации, бр.1, ISSN 1314-7846, стр. 48-57, 2012.
- [17]. Gyurov V., Iliev I., Kirov R., Georgiev, G., Study on Possibilities for Improvement of Energy Efficiency of Power Transformers in Electric Distribution Networks, Proceedings of the 9-th International Scientific Symposium on Electrical Power Engineering, „Elektroenergetika 2017”, pp.263-267, Kosice, 2017, ISBN: 978-80-553-3195-9.
- [18]. Панчев Р. К., Георгиев Г. А., Киров Р. М., Панчев Х. И., Изследване на влиянието на качеството на електрическата енергия върху надеждността на електрическите съоръжения и системи, International Scientific Conference 16-17 November 2018, GABROVO, ISSN 1313-230X, том 1, ISSN 1313-230X, с.37-41.



-
-
- [19]. Панчев Р. К., Илиев И. Х., Георгиев Г. А., Чиков В. Ч., Оценка и прогнозиране на надеждността на електроснабдителните системи на промишлени обекти в режим на понижено натоварване, International Scientific Conference 16-17 november 2018, GABROVO, том 1, ISSN 1313-230X, с.32-36 http://unitech-selectedpapers.tugab.bg/2018/papers/s1_p84.pdf.
- [20]. Nedev M., Petkov P., Chikov V., Angelov G., A dynamic current unit for getting symmetry of three phase electrical power system. Journal of Marine Technology and Environment. Journal of Marine Technology and Environment 2009, Romania. Journal of Marine Technology and Environment, Vol. I, 2009, pp. 63-68, ISSN 1844-6116.
- [21]. Nedev M., Petkov P., Chikov V., Angelov G., An estimating of electrical power for suppression of harmonics in the electrical distribution bars and systems with the current impulses influence. Journal of Marine Technology and Environment. Romania vol. 1 2009, pp 53-58, 2009 Publisher: Constanta Maritime University ISSN: 1844-6116.
- [22]. Петко Д. Петков., Пламен В. Парушев, Гинко А. Георгиев, Владимир Ч. Чиков, Използуване на обобщен подход при определяне компонентите на пълната мощност в електроенергийната система, Годишник на Технически Университет - София, номер 159, том 48, книга 3, 1995, Електротехника и енергетика, ISSN 1311-0829, стр. 301-308
- [23]. Петков П., Парушев П., Георгиев Г. А. Изследване на процеси, свързани с електромагнитната съвместимост в електроснабдителните системи на промишлени предприятия, Юбилейна научна сесия 94 - ТУ-Габрово; България; ВМЕИ-Габрово; България; 41-49; ISSN 1313-230X.
- [24]. Петков П., Парушев П., Георгиев Г., Приложение на изобразяващия вектор за оценка качеството на електрическата енергия и пълната мощност електрическите системи, Юбилейна научна сесия 94 - ТУ-Габрово; България; ВМЕИ-Габрово; България, стр.49-55, ISSN 1313-230X.
- [25]. Мацанков М., Краткосрочно прогнозиране на електрическите товари, Издателство на ТУ – София 2019г. ISBN: 978-619-167-357-5.
- [26]. Matsankov M., M. Ivanova, Selection of optimal variant of hybrid system under conditions of uncertainty, The 2nd International Conference on Electrical Engineering and Green Energy Roma, Italy, June 28-30, 2019.
- [27]. Неделчева Ст. М. Мацанков, Анализ на методите за прогнозиране на електрическите товари в електрическите мрежи, Известия на ТУ – Сливен, № 1, 2019 г. ISSN 1312-3920, стр. 44 – 49.
- [28]. Vasileva E., M. Matsankov, Defining the undelivered energy when exploitation of decentralized energy sources, ICTTE 2017, Yambol, ISSN 1314-9474
- [29]. Мацанков М., Д. Василев, Mathematical models of electrical load of the household depending on the temperature of the environment, ICTTE Yambol, 2016, ISSN 1314-9474.
- [30]. César Benavente-Peces and Nisrine Ibadah, Buildings Energy Efficiency Analysis and Classification Using Various Machine Learning Technique Classifiers, Energies 2020, 13, 3497; doi:10.3390/en13133497.