

Технички аспекти и анализа на можности за дистрибуирано производство и снабдување со електрична енергија кај изолирани енергетски потрошувачи

Влатко ЧИНГОСКИ, ЕТФ, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

Роман ГОЛУБОВСКИ, ЕТФ, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

Ристо ДАМБОВ, ФПТН, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

Развојот и зголемиот интерес за инвестирање во обновливи те енергетски извори овозможува зголемена употреба на т.н. дистрибуирани производни капацитети. Ваквите производни капацитети (мали соларни електрани, мини и микро хидроелектрани, ветерни електрани и сл.) добиваат особена важност за снабдување на енергетски потрошувачи кои, од една страна имаат мали или средни потреби од електрична енергија, додека од друга страна се релативно доста оддалечени од главните енергетски коридори, така што приклучокот кон постојната дистрибутивна мрежа е скап и економски неоправдан.

Пред да се пристапи кон избор на соодветно решение за енергетско снабдување на ваквите изолирани енергетски потрошувачи, потребно е да се направи соодветна анализа на сите технички аспекти и можните ресурси за локално дистрибуирано производство на електрична енергија, можности за евентуално складирање и сигурност во снабдувањето при реализација на ваквите технички решенија.

Во овој труд, даден е еден методолошки пристап и анализа на можните техничко-технолошки предизвици кои треба да бидат земени во предвид и совладани во процесот на реализација на дистрибуирани производители на електрична енергија и снабдување со електрична енергија на изолирани потрошувачи.

Abstract

The development and growing interest in investing in renewable energy sources allows increased use of so-called distributed generation facilities. These production facilities (e.g. small solar power, mini & micro hydro and wind power) gain particular importance of supplying energy consumers, especially because on the one hand have a small or medium-sized electricity demand, while on the other hand are comparatively remotely positioned from the main energy corridors, therefore the investment cost for connection to the existing distribution network is expensive and usually economic unjustified.

Prior to the selection of an appropriate solution for energy supply of such isolated energy consumers, it is necessary to make a proper analysis of all technical aspects and possible resources for local distributed power generation, storage capabilities and security of supply of such technical solutions.

In this paper, a single methodological approach and analysis of the possible technological challenges is given, that need to be considered and overcome in the implementation process of distributed producers and electricity supply of isolated consumers.

Вовед

Живееме во време кога електричната енергија стана неизоставен дел од животот, додека напредокот, односно подобрувањето на секојдневниот живот е во директна врска со степенот на искористувањето и квалитетот на електричната енергија. За жал, денес во многу делови од светот луѓето сè уште немаат траен пристап до електрична енергија. Причината за таквата состојба најчесто е оддалеченоста на поедини подрачја од урбанизираните јадра, но и сиромаштијата во поедини земји во светот.

Релевантни истражувања за моменталната состојба на достапност до електрична енергија во светот и предвидувањата за развој на светската електроенергетска мрежа во поблиска иднина укажуваат на следното [1]:

- Приближно две милијарди луѓе, најчесто од рурални подрачја во светот денес немаат редовен пристап до електрична енергија.
- Доколку земјите во развој не преземат дополнителни финансиски иницијативи за развој на електроенергетската мрежа, состојбата после 2030 година ќе остане повеќе или помалку иста, односно над 1,4 милијарди луѓе или 18% од светската популација нема да имаат траен и доверлив пристап до електрична енергија.
- Потрошувачката на необновливите енергетски ресурси, посебно фосилните горива, веројатно ќе порасне во блиска иднина. Најголем удел во наведениот пораст, дури до 60%, ќе имаат земјите во развој, посебно земјите во Азија.

Дополнително треба да се има во предвид и фактот дека регионите кои се многу оддалечени од урбанизираните јадра, во блиска иднина може да се судрат со проблемот за пристап до електрична енергија, бидејќи електричната енергија често не е можно, односно не е економски исплатливо да се доведе до такви изолирани подрачја. Соодветно, електрификацијата на ваквите руралните предели со т.н. **изолирани потрошувачи** и понатака ќе представува своевиден економски проблем.

Решението на наведениот проблем е фокусирано на децентрализација на системите за електрификацијата на руралните региони и во искористување на т.н. **алтернативни (обновливи) извори на енергија**, посебно на искористување на ветерната енергија како и сончевиот и водениот потенцијал, кои се изразено поволни за т.н. **децентрализирано производство на електрична енергија**.

Најголем проблем при искористувањето на обновливите извори на енергија е нивната стохастичка, односно недерминистичка природа на производството на електрична енергија, која резултира со неможност за гарантирање на инсталираната моќност и количина на произведена електрична енергија.

Решение на овој проблем треба да се бара во две насоки:

- вградување на помошен извор на енергија, најчесто енергетски агрегат кој како погонско гориво користи некој вид на фосилно гориво (*јаглен, нафта, природен гас или биогориво*), односно развој на т.н. **хибриден енергетски произведен систем**, или

- изградба на помошни и високо-ефикасни системи за складирање на енергијата со цел оваа енергија да се користи кога нејзино производство е оневозможено од било кои причини – најчесто недостапност на обновливиот енергетски ресурс.

Во овој труд, авторите прават анализа и истражување на основните енергетско-економски аспекти при одредување на оптимален систем за електроенергетско снабдување на само еден изолиран станбен објект, преку реализација на хибриден енергетски произведен систем кој би ги користел локалните обновливи енергетски ресурси (*ветар и сонце*) и дизел агрегат како помошен енергетски извор.

Основна цел на истражувањето беше изнаоѓање на повољно инвестициско решение за долгорочно, стабилно и доверливо електрично напојување на изолиран станбен објект за сите сезони и сите интервали, односно режими на користење на објектот. Еден дел од анализите се однесуваа на потребниот инвестициски трошок на евентуално приклучување на изолираниот објект кон постојната електроенергетската дистрибутивна мрежа, додека главен дел во истражувањата беше посветен на изборот на оптимална конфигурација на самостоен хибриден енергетски произведен систем и потребните инвестициони трошоци за негова реализација и нивна споредба со инвестициските трошоците за приклучокот кон постојната дистрибутивната мрежа.

При изборот на конфигурацијата на изолираниот хибриден енергетски систем беше анализирана исплатливоста на инвестициите во ветерни генератори и фотонапонски (*PV*) извори во комбинација со дизел агрегат како помошен (*безбедносен*) извор на електрична енергија на специфицирана локација. Исплатливоста на техничкото решение беше анализирано за период од 12 месеци преку анализа на инвестициските трошоци како и погонските и трошоците за одржување на енергетскиот објект.

Самостојни енергетско-производни системи

Самостојните енергетски системи претставуваат автономни енергетско-производни системи кој служат за производство и снабдување со електрична енергија на еден или повеќе потрошувачи без истите да бидат приклучени директно на електроенергетската дистрибутивна мрежа. Овој вид на децентрализирани енергетски системи скоро секогаш имаат хибриден карактер, што значи овој систем содржи повеќе од еден тип на генератор (*извор*) на електрична енергија [2]. Ваквите системи за т.н. *дистрибуирано производство*, во стручната терминологијата можат уште да се најдат и под име *Off-grid Systems*, *SAPS (Stand Alone Power System)* или *RAPS (Remote Area Power System)*. Самостојните енергетски системи за производство на електрична енергија најчесто се составени од група на енергетски извори. Во оваа група на извори, најчесто еден извор претставува дизел (*или бензински*) агрегат/генератор кој служи како сигурносен енергетски извор, како и еден или повеќе електрични генератори кои користат обновливи извори на енергија.

Критериумот за одбирање на комбинацијата на обновливите енергетски извори, пред сè зависи од расположливите обновливи енергетски ресурси на специфичната локација и претпоставеното вкупно енергетско оптоварување на сите потрошувачи приклучени на системот. Самостојните енергетски системи вообичаено се димензионираат на тој начин истите во секој момент да можат да ги задоволат вкупните потребите на потрошувачот.

Табела 1: Препорачани максимални инсталирани моќности.

Категорија	Инсталирана моќност	Вид на држава*	Вид на потрошувач
Мали самостојни енергетски системи	10 до 1000 W	N/R R N/R N/R	Родителска куќа Викендица Метеоролошка постројка Навигациски систем
Средно-големи самостојни енергетски системи	1 до 10 kW	N N N/R N R N/R N/R	Школо Болница Хотел Земјоделски објект Викендица Полска болница Телекомун. постројка
Големи самостојни енергетски системи	10 до 100 kW	N N R N/R N/R	Село Мала индустрија Викендица Земјоделски објекти Хотелски комплекс

*N – земји во развој (неразвиени земји), R – развиени земји.

Оваа поделба кај самостојните енергетски системи служи како пример за нивна класификација и истата не е егзактна. Генерално, оваа поделба произлегува од начинот на примена на овие самостојни енергетски системи и тоа:

- **Мали енергетски системи** – системи кај кои на директен начин се врши претворање на енергијата на обновливите енергетски извори во електрична енергија, односно повеќе енергетски извори напојуваат еден потрошувач, и
- **Средни и поголеми енергетски системи** – системи кои напојуваат повеќе потрошувачи едновременно (*група на потрошувачи*), односно имаат сопствена мини-електроенергетска мрежа за дистрибуција на целокупната произведена електрична енергија до сите потрошувачи.

Независно од нивната големина, еден енергетски систем можно е да се изведе во поголем број на комбинации. Поради големите осцилации во производството на електрична енергија и расположивата моќност на системот на обновливи извори, самостојните енергетски системи постојано се изведуваат со додатен извор на енергија кој најчесто користи фосилни горива, и/или пак се користи систем за акумулирање на произведената електрична енергија. Постојат поголем број на можни конфигурации на самостојни енергетски системи како на пример:

- Фотонапонски (PV) систем / Акумулатор / Дизел (*или бензински*) агрегат,
- Ветроенергетски систем / Акумулатор / Дизел (*или бензински*) агрегат,
- Фотонапонски (PV) систем / Ветроенергетски / Акумулатор / Дизел агрегат,
- Агрегат кој за погон користи биогаз во комбинација со некој од горенаведените системи,
- Водородни горивни ќелии (*H₂ fuell cells*) во комбинација со некој од горенаведените системи,
- Микро – хидроелектрани (*до 100 kW*), кои најчесто работат самостојно, итн.

Најшироко распространета конфигурација на мал енергетски систем е конфигурацијата која се состои од мала ветроелектрана во комбинација со фотонапонски (PV) систем и дизел агрегат како сигурносен извор на енергија.

Ветрогенераторски / фотонапонски (PV) самостоен енергетски систем

Овој тип на самостоен енергетски систем на директен начин ја претвара кинетичката енергија на ветерот и енергијата на сончевото зрачење во електрична енергија. Иако ветрогенераторскиот и PV системот не е нужно да работат во комбинација, поради меѓусебното енергетско надополнување, препорачливо е да се користат заедно. Имено, во нашите предели ветерот е поинтензивен во текот на зимскиот период кога количеството на сончева енергија е значително помало, па ветроелектраната во тој период би произведувала повеќе електрична енергија од PV системот, кој пак обратно во летниот период, кога интензитетот на ветерот е помал, а интензитетот на сончевото зрачење е поголемо би бил доминантниот извор на електрична енергија. Основна карактеристика на овој систем со директен начин на претворање на обновливите извори на енергија во електрична енергија е неможноста за гарантирање на инсталираната моќност поради дискретниот и стохастичен карактер на обновливите извори на енергија.

Според тоа, разликуваме три основни режими на работа кај овој самостојниот енергетски состав:

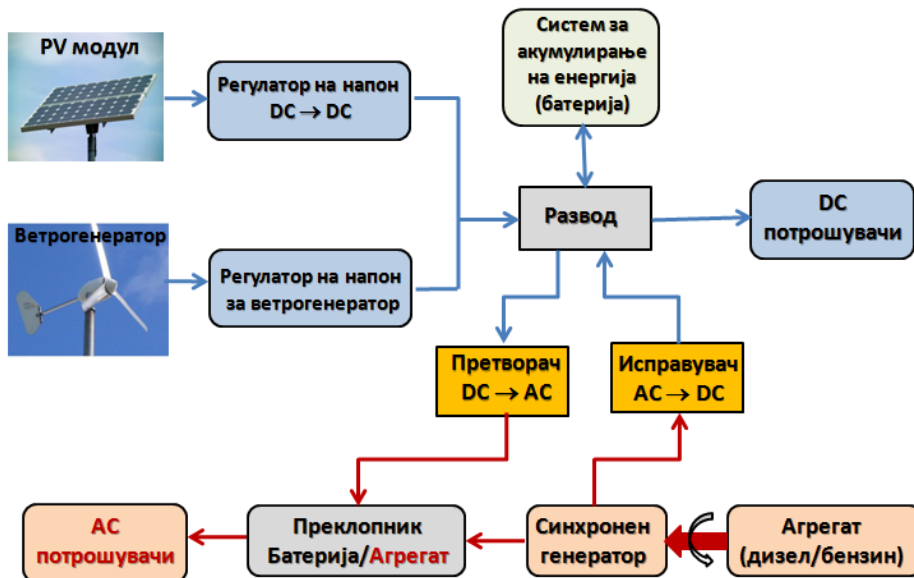
- **Произведената (инсталираната) моќност на ветрогенераторскиот и PV системот е значително помала од потребната моќност на системот.** Во тој случај, дизел агрегатот претставува основен производствен погон, а ветроенергетскиот и/или PV систем во основа допринесуваат за намалување на потрошувачката на гориво, односно за зголемување на економичноста на производството на електрична енергија. Во овој случај, дизел агрегатот вообичаено не работи во оптимален режим, па соодветно не може да се постигне теоретски очекуваната заштеда на гориво.
- **Произведената (инсталирана) моќност од ветроенергетскиот и/или PV систем е значително поголема од оптеретувањето на системот,** па затоа е потребно складирање на вишоците произведената електрична енергија.
- **Произведената (инсталирана) моќност од ветроенергетскиот и/или PV систем е приближно еднаква на оптеретувањето на системот,** па дизел агрегатот работи само по потреба, односно само во периоди кога нема доволно ветар или сонце за производство на доволни количини електрична енергија потребна за потрошувачите.

Задача на самостојниот енергетски систем е да го напојува потрошувачот, без разлика на конфигурацијата. За да биде испорачана електричната енергија која е произведена од PV и/или ветрогенераторски систем на крајниот потрошувач, потребни се дополнителни компоненти кои ја регулираат, претвораат, акумулираат и испорачуваат електричната енергија од сите производни капацитети до крајниот потрошувач. При тоа системот треба да биде максимално интегриран и автоматизиран, за да потрошувачот воопшто не се грижи од кој извор колкава количина на електрична енергија добива, туку едноставно, самиот систем автоматски да врши распределба на моќностите обезбедувајќи производство и снабдување со потребните количини електрична енергија по најповолни економски услови.

Основни компоненти кај овој самостојниот енергетски систем се:

- **Произведувачи на електрична енергија (DC или AC)** – фотонапонски (PV) модул, ветрогенератор и дизел агрегат,

- *Претворувачи* – изменувачи и напонски регулатори,
- *Систем за акумулирање (складирање) на вишоците на произведена електричната енергија*, односно батерискиот состав (*акумулатор*).



Сл. 1: Основна блок шема на PV/ветрогенераторски самостоен енергетски систем со помошен дизел агрегат и систем од батерии за складирање на електричната енергија.

Техно-економска анализа – самостоен хибриден енергетски систем за снабдување со електрична енергија на изолиран енергетски потрошувач

Во овој труд, предмет на анализа е изолиран потрошувач – викенд куќа на растојание од околу 9 km од најблиската дистрибутивна мрежа, географски лоцирана во југо-источниот дел на Република Македонија. При тоа потребно е да се направи техно-економска анализа и споредба помеѓу опциите:

- Да се приклучи објектот на постојната дистрибутивна мрежа без изградба на било каков локален дополнителен обновлив извор на електрична енергија, и
- Да се изведе сосема нов мини самостоен енергетски систем за снабдување на потрошувачот со електрична енергија преку користење на расположивите локални обновливи енергетски извори и без приклучување на постојната дистрибутивна мрежа.

Најпрво, треба да се утврди максималното и оптималното оптоварување кое може да се очекува од страна на потрошувачот во зависност од годишното време и дневно-ноќниот дијаграм на оптоварувања.

Креирање на типичен дневен дијаграм на оптоварување

Постојат два начини за утврдување на типичниот дневен дијаграм на оптоварување:

- Со користење на уред за снимање (*data logger*) на оптоварувањето за објект со слични карактеристики и очекувано оптеретување во текот на 24-часовен период,
- Формирање на табела од поединечни потрошувачи и естимација на начинот и периодот на нивно типично користење во текот на едно деноноќие.

Во нашиот случај, беше употребуван вториот начин при што беа добиени следните две табели на оптоварување:

Табела 2: Предвидено дневно оптоварување (W).

Потрошувач	Моќност	Количина	Време (h)	Фактор на загуби	Потрошена енергија
(1) Грејач за вода	2.000	1	3,75	1,4	10.500
(2) Пумпа за вода	1.100	1	1,8	1,4	2.772
(3) Осветлување	100	10	1,6	1,4	2.240
(4) Телевизор	100	1	9,0	1,4	1.260
(5) Компјутер	90	1	6,5	1,4	819
(6) Правосмукалка	600	1	0,5	1,4	420
(7) Фен за коса	1.500	1	1,0	1,4	2.100
(8) Пегла	1.000	1	0,75	1,4	1.050
(9) Фрижидер	58	1	24,0	1,4	720
(10) Перална за алишта	1.800	1	2,0	1,4	760
Вкупна дневна потрошена електрична енергија (Wh/ден)					22.441

Табела 3: Дневен профил на оптоварување (W).

Час	(1)	(2)	(3)	(4)+(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	Фактор на загуби	Потрошена енергија
00:00-01:00			100	180				30		1,40	436
01:00-02:00								30		1,40	30
02:00-03:00	500							30		1,40	730
03:00-04:00								30		1,40	30
04:00-05:00								30		1,40	30
05:00-06:00								30		1,40	30
06:00-07:00	1000	180	150	50		375		30		1,40	2.487
07:00-08:00	1000	180	150			375	250	30		1,40	2.767
08:00-09:00		180						30		1,40	282
09:00-10:00								30		1,40	30
10:00-11:00								30		1,40	30
11:00-12:00	500	90		50				30		1,40	926
12:00-13:00		90		95				30		1,40	289
13:00-14:00		90						30		1,40	156
14:00-15:00								30		1,40	30
15:00-16:00		270		50				30	380	1,40	858
16:00-17:00		540	150					30	380	1,40	1.376
17:00-18:00	500	180	150	50	300		250	30		1,40	1.682
18:00-19:00	500		150	50		375		30		1,40	1.710
19:00-20:00	1000	90	150	190		375		30		1,40	2.557
20:00-21:00	1500		300	190				30		1,40	3.341
21:00-22:00	1000	90	100	190				30		1,40	1.962
22:00-23:00			100	190				30		1,40	436
23:00-24:00			100	190				30		1,40	436
Дневна потрошена електрична енергија (Wh/ден)											22.441

Врз основа на овие податоци и со користење на програмскиот пакет **HOMER**[®] [3] направени се максимални дневни оптоварувања кои се очекуваат од страна на објектот како вкупен потрошувач. Овој програмски пакет ги користи максималните часовни оптоварувања и воведува коефициенти на максимално дневно и часовно отстапување од 10% и 15% соодветно. Според тоа, максималната очекувана едновремена моќност кај овој објект изнесува 5,25 kW, при максимално струјно оптоварување од 25A.

Со овие податоци побаран е дистрибутивен приклучок на мрежата на Операторот на дистрибутивната мрежа ЕВН Македонија АД при што добиени се следните специфични податоци:

- Со оглед на големата оддалеченост (9 km) од најблиската дистрибутивна точка, не е можна изведба на нисконапонски 0,4 kV вод заради голем пад на напонот,
- Потребно е изведба на 10 kV среднонапонски вод со должина од 9 km, кој на крајот на потрошувачот треба да заврши со трансформација 10/0,4 kV столбна трафостаница од 30 kVA, со целокупната секундарна опрема.
- Вкупните инвестициски трошоци за изведба на ваквото дистрибутивно поврзување според официјалните мрежни правила на ЕВН Македонија АД [4], изнесуваат:

Табела 4: Инвестициски трошоци за дистрибутивен приклучок.

Техничко решение	Должина (km)	Единечна цена	Вкупно (МКД)
DV 10 kV AlCе 4*25 mm	9	63.000	567.000
Столбна TS 10/0,4 kV, 30kVA		405.000	405.000
	Парче	Единечна цена	
Бетонски столб L12	70	40.000	2.800.000
	Вкупно:	3.772.000 МКД (~ 61.400 €)	

Веднаш може да се забележи дека инвестициските трошоци се преголеми за да се одлучи некој да пристапи кон вакво решение на проблемот за електрично снабдување на овој изолиран потрошувач. Заради тоа, следниот чекор во анализата претставува проценка на расположивите обновливи енергетски ресурси на локацијата на објектот.

Проценка на расположивите обновливи енергетски ресурси - ветар

За да се спроведе квалитативна анализа на ветроенергетскиот ресурс за некоја специфична локација, потребно е да се мери брзината, правецот и зачестеноста на ветрот на таа локација за подолг временски период, најдобро неколку години по ред. Во Македонија т.н. *мана* или *атлас на ветрови* се уште не е детално изработен, што укажува на фактот дека во моментот не постои веродостојна база на податоци од која може да се дознае ветроенергетскиот потенцијал за некоја специфична локација [5].

За потребите на оваа студија, користени се мерени податоци за подрачјето на вештачката акумулација „Мантово“ каде е мерена брзината и правецот на ветерот во периодот мај 2008 – април 2009 година, односно приближно една година. При тоа, добиена е вредност за измерена средна годишна брзина на ветерот од 5,5 m/s, додека дијапазонот на промени на брзината на ветерот се движи во гранците од 4,9 m/s до 5,8 m/s. Иако измерената средна годишна брзина не може директно да се доведе во

врска со можно производство на електрична енергија, сепак квалитативно овој податок може да послужи како индикатор за присутност на ветар на дадена локација.

Имајќи предвид дека минималната средна годишна брзина на ветерот при која е економски исплатливо да се изгради ветерна електрана, односно долната граница на корисна работа на современите ветерни електрани е помеѓу 4 – 5 m/s, и со оглед дека средната годишна измерена брзина на ветерот на дадената локација изнесува 5,5 m/s, може да се заклучи дека локацијата на објектот е поволна за изградба на мал ветроенергетски систем.

Табела 5: Средни месечни измерени брзини на ветерот на предметната локација.

Месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	средна годишна
Брзина на ветер [m/s]	6,5	6,5	5,7	5,2	4,6	4,4	4,2	4,7	5,6	6,0	6,2	6,5	5,502

Проценка на расположивите обновливи енергетски ресурси – сонце

Постапката за проценка на расположливиот сончев потенцијал за некаква локација е полесна во однос на проценката за расположливиот ветерен капацитет. Имено, постојат повеќе бази на податоци кои содржат информации за интензитетот на сончевото зрачење, од кои најчесто се користат следниве:

- NASA – *surface meteorology and solar energy database* [6],
- *Meteonom database*,
- PVGIS - *Photovoltaic Geographical Information System* [7].

Важно е да се истакне дека податоците за интензитетот на сончевото зрачење на нормална површина во претходно наведените бази на податоци не се измерени, туку се пресметани врз основа на сателитските мерења на екстратеристичките радијации на работ на Земјината атмосфера.

Собирањето на податоци за проценка на расположливиот сончев енергетски ресурс на дадена локација е олеснето со фактот дека повеќето компјутерски симулациони програми имаат опција за директно преземање на податоците по пат на интернет. При превземањето на податоците треба да се обрне внимание што точно се бара, глобално зрачење, хоризонтално зрачење или инсолација. Во Табела 6 дадени се податоци за расположливиот сончев потенцијал, амбиенталните податоци и оптималниот агол на наклон на PV модулот за локацијата која ја разгледуваме односно локација блиску до вештачката акумулација „Мантово“ во општина Конче.

Географската положба, временските услови и богатата медитеранска клима овозможуваат речиси оптимални услови за користење на сончевата енергија на подрачјето на Источна, Југоисточна Македонија и Вардарската долина и спаѓаат во самиот врв на расположлив сончев потенцијал.

Вистинските податоци за сончевото зрачење на дадената локација се:

- просечната годишна инсолација од околу 1,6 MWh/m^2 годишно, и
- просечен број на сончеви денови во годината изнесува 283, односно околу 2.130 часови.

Табела 6: Сончев потенцијал и амбиентни податоци за анализираната локација.

Сервер	NASA	PV-GIS		
Месец	Глобално сончево Зрачење на нормална површина (kWh/m ² за ден)	Просечно месечно производство на сл. енер. од дадениот систем (kWh/m ²)	Просечно дневно озрачување на m ² добиени од модулот на дадениот систем (kWh/m ²)	Просечно дневно озрачување на m ² добиени од модулот на дадениот систем (kWh/m ²)
јануари	1.890	58,5	2,30	71,2
февруари	2.720	70,4	3,08	86,3
март	3.770	94,2	3,85	119,0
април	4.550	111,0	4,84	145,0
мај	5.510	112,0	5,28	164,0
јуни	6.530	125,0	5,77	173,0
јули	6.680	133,0	5,95	184,0
август	5.940	131,0	5,88	182,0
септември	4.580	115,0	5,16	155,0
октомври	2.900	94,6	3,97	123,0
ноември	1.900	63,0	2,61	78,4
декември	1.500	39,7	1,55	47,9
Средна вредност	4.040	95,6	4,19	127,0

Република Македонија според EPIA [9] има годишно во просек околу 283 сончеви денови, но уште поважен е фактот што на територијата на Република Македонија во просек има 5,83 часови сонце во текот на денот со што ја сврстува Република Македонија на второ место во Европа, веднаш зад Шпанија.

Според дадените податоци, може да заклучиме дека анализираната локација во близина на вештачката акумулација „Мантово“ има расположливи ветроенергетски и сончеви потенцијали погодни за производство на електрична енергија, односно за изградба на самостоен хибриден енергетски систем.

Заклучоци

Како резултат на претходните анализи за потребите од електрична енергија и моќност на изолираниот потрошувач – викенд куќа, како и за можните обновливи енергетски извори на локацијата, може да се дојде до следните заклучоци:

- Постои можност за искористување на ветерната и соларната енергија за производство на електрична енергија на дадената локација,
- Новиот хибриден систем треба да има инсталирана моќност за покривање на максимална едновремена моќност за целиот потрошувач од 5.25 kW, и максимално струјно оптоварување од 25 A.
- Врз основа на расположивите обновливи енергетски извори, максималната моќност која може да се добие од ветрогенераторите изнесува околу 2 kW, додека максималната моќност која може да се добие од сончеви (PV) колектори исто така изнесува околу 2 kW,

- Имајќи предвид дека е речиси невозможно новиот хибриден систем едновремено да ги даде максималните моќности како од ветрогенераторот така и од PV сончевиот систем, постои потреба од дополнителен енергетски извор во форма на дизел (*или бензински*) агрегат како безбедносен електроенергетски извор,
- Со цел зачувување на дел од енергијата која би се произвела од обновливите извори и не би се искористила во моментот на добивањето, препорачливо е да се инсталира и систем за зачувување на произведената електрична енергија во систем на батерии и/или акумулатори.
- Потребно е да се направат дополнителна инвестиционо-финансиски анализи за да се утврди изводливоста и исплатливоста на инвестицијата во новиот хибриден систем и истите да се споредат со инвестициите за обезбедување на потребната електрична енергија и моќност преку директен приклучок до најблиската точка на дистрибутивната електроенергетска мрежа.

Користена литература

1. The World Bank, *"Rural Energy and Development – Improving Energy Supplies for Two Billion People"*, Washington, SAD, 1996.
2. Qystein U. *"Stand alone power system for the future: Optimal design, operation & control of solar – hydrogen energy systems"*, Norveška, 1998.
3. HOMER, <http://www.nrel.gov/homer/> (бесплатна демо-верзија).
4. ЕВН Македонија АД. „Мрежните правила за дистрибуција на електрична енергија“, Одлука УО бр. 02-6603/2/11 од 05.07.2012.
5. Карта на ветрови, <http://gotpowered.com/>
6. NASA Surface meteorology and Solar Energy, <http://www.eosweb.larc.nasa.gov>
7. PV-GIS, <http://re.jrc.ecc.eu.int/pvgis/solradframe.php?en&europe>
8. Мапа на инсолација, <http://mappery.com/Solar-Radiation-Map-of-Macedonia>
9. European Photovoltaic International Association, <http://www.epia.org/>
10. Мијалов В. „Можности за напојување на дислоциран станбен објект со помош на алтернативни извори на енергија“, Дипломска работа, ЕТФ, Универзитет, „Гоце Делчев“ – Штип, јануари 2013 година.