

**"ОСТРОВНА СИСТЕМА" ЗА АВТОНОМНО ЗАХРАНВАНЕ ОТ
ВЪЗСТАНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕНЕРГИЯ****Ангел З. Тошков, Димитър Юдов – БСУ****ISLAND SISTEM FOR AUTONOMOUS POWER OF WIND AND SOLAR ENERGI****Angel Toshkov, Dimitar Yudov**

***Abstract:** The article discusses the problems in ensuring the autonomous power of small objects. Analyzed the ability of wind and solar energy for various regions of Bulgaria. Here are guidelines for designing and building small autonomous "island" system.*

***Keywords:** wind, solar energy, autonomous power, solar system*

Въпросът за това, възможно ли е и икономически ефективно ли е да се осигури автономно захранване на малки обекти от локални източници на ВЕ е свързан с няколко неизвестни. Първото е наличието на такива източници – основно вятърна и слънчева енергия, достатъчна за осигуряване на нужното количество. Вторият момент е – необходимата енергия да бъде достъпна тогава, когато е необходима за консумация. И третият основен момент е – при неравномерно разпределение във времето добив на енергия – как да съхраним излишната, така че да можем да я използваме по-късно.

Ясно е, че фотоволтаичните елементи не могат да работят когато няма пряка слънчева електромагнитна енергия която да преобразуват. Вятърните генераторни системи работят тогава, когато има вятър. Следователно е нужна UPS – система, с капацитет, да захранва основни системи за определено време и накрая - електрически мото-генератор – необходим за захранване тогава, когато няма нужната енергия от възстановяеми източници.

За да се провери тази възможност е необходимо да се направят няколко измервания. Средна скорост на вятъра и мощност на ветровия поток в рамките на една или няколко календарни години и мощност на слънчевата енергия на квадратен метър за година. Тези данни са известни за различните региони в страната и могат да бъдат получени от института по метеорология. За точните стойности, обаче, особено във връзка с локалния характер на движението на въздушните маси е необходимо да има направени и локални измервания.

Цел на доклада е да анализира възможностите за използването на “островни системи” за ВЕИ в България и региона и да препоръча вариант на блокова схема и избор на отделни възли на системата.

Анализ на параметрите на вятърната енергия в България

Неоспорими са преимуществата на използването на вятъра за производство на електрическа енергия главно поради ниска себестойност, екологически не замърсява околната среда, енергията на вятъра е неизчерпаема.

Но приложима ли е и целесъобразна тази технология за производство на енергия в реалните условия – климатични и пазарни в България? Преди да бъде инсталирана вятърна система, трябва да се уверим в наличието на достатъчен потенциал за експлоатацията ѝ.

Необходимата информация може да бъде получена от статистическа справка от Института по метеорология и хидрология или да бъдат направени собствени измервания на показателите в избраната точка. В [1] е направен подробен анализ на ветровия ресурс в страната. Кое е особеното което трябва да знаем. В България съществува потенциал за изграждане на големи ветрови ферми в крайбрежната ни ивица и в места над 1000 метра. Бъдещото развитие в подходящи планински зони и такива при по-ниски скорости на вятъра зависи от прилагането на нови технически решения.

Налични са данни за период от над 30 години. На базата на тези данни, публикувани от 1982г. насам е съставена карта на ветровия потенциал [1] (Фиг.1):



Фиг. 1 Карта на ветровия потенциал в България

Енергийния потенциал на вятърната енергия, взета средно за година на ниво 10m над земната повърхност, който е важен за локалните маломощни системи, може схематично да се раздели на три района.

Първият район (Зона А) включва обширните равнинни части на страната (Дунавската равнина, Тракийската низина, Софийското поле, долините на р.Струма и р.Места и района на Предбалкана), където средната многогодишна скорост на вятъра като правило не превишава 2 м/сек. Най-висока там е скоростта на вятъра през зимата (февруари, март), а най-ниска - през есента (септември, октомври). Добре е изразен денонощният ход на скоростта на вятъра, предвид наличието на планинско-долинна циркулация в Предбалкана.

Вторият район (Зона Б) обхваща части от страната, които са разположени на изток от линията Русе-В.Търново-Елхово и Дунавското крайбрежие, а така също откритите нископланински части до височина около 1000 м., където средната многогодишна скорост на вятъра се изменя от 2 до 4 м/сек. Годишният максимум на скоростта е през зимата (февруари, март), а денонощният - през деня. Минималната скорост на вятъра тук е в края на лятото и началото на есента (август, септември). По Черноморското крайбрежие се наблюдава определено изместване в годишния ход на скоростта максимумът е през февруари, а минимумът - през юни,юли. В района на владенията в морето части от сушата (на носовете) средната скорост на вятъра превишава 4 м/сек.

Третият район (Зона В) обединява откритите и обезлесени планински места с височина над 1000 м. Той се отличава с високи средни скорости на вятъра, значително превишаващи 4 м/сек. Максимумът на скоростта тук е през зимата (февруари), а минимумът през лятото (август). Денонощният ход на скоростта се проследява добре само в преходните сезони - максимумът е през нощта, а минимумът, през деня.



Фиг.2 Карта на плътността на енергийния поток на вятъра в България

Трябва да се отбележи, че средната скорост на вятъра не е представителна величина за оценката на вятъра като източник на енергия. По тази причина се използва плътността на енергийния поток на вятъра, представен на Фиг.2.

Плътността на енергията на вятъра е пропорционална на третия момент от статистическото разпределение и плътността на въздуха. Намаляването на плътността на въздуха с надморската височина изисква средната скорост на вятъра да се увеличи с около 3 % на 1000 м за определяне на същата енергийна плътност.

Табл. 1 Среден ветроенергиен поток (W/m²) в някои региони на страната:

Метеорологична станция	Надморска височина /m/	Височина над повърхността /m/			
		10	25	50	100
Зона А					
Плевен	163	66	96	124	157
Габрово	392	80	117	151	190
Зона Б					
Варна	3	270	393	507	641
Несебър	29	335	487	628	794
Бургас	25	354	520	677	763
Созопол	10	384	557	719	909
Сливен	275	498	724	934	1181
Зона В					
Калиакра	71	1505	2186	2821	3566

Разпределението на максималния ветрови потенциал е свързано с режима на вятъра в съответното място. Той варира през различните сезони.

Табл. 2 Ветрови потенциал по сезони, в % от средногодишния:

	Зима	Пролет	Лято	Есен
Зона А				
Плевен	28	37	17	18
Габрово	19	11	21	49
Зона Б				
Варна	42	23	13	22
Несебър	48	15	14	23

Бургас	50	15	14	21
Созопол	51	14	9	26
Сливен	42	19	20	19
Зона В				
Калиакра	41	22	13	24

Видно е, че:

- В зона А около 60-70% от ветровия потенциал е наличен през зимата и пролетта и около 30-40% през лятото и есента;
- В зона Б съответно е 60-65% през зимата и пролетта и 35-40% през лятото и есента;
- В третата зона 65-70% от потенциала е през зимата и пролетта и около 30-35% през лятото и есента.

Продължителността на вятъра със скорост над 2 m/s през зимата и пролетта е около 2000 часа за зона А ; 2300- 2400 часа за зона Б ; 4000 часа за зона В . През лятото и есента горната продължителност се намалява с около 200 часа. Ветровият потенциал в страната е определен на база измервания на височина 10 m от земната повърхност. [2]

Като цяло, ветроенергийният потенциал на България не е голям. Оценките са, че около 1400 km² площ има средногодишна скорост на вятъра над 6,5 m/s, която всъщност е праг за икономическа целесъобразност на проект за ветрова енергия. Следователно зоните, където е най-удачно разработването на подобен проект са само някои райони в планинските области и северното крайбрежие.

Трябва да се има в предвид, че количеството и качеството на произвежданата електрическа енергия от вятъра силно зависи от параметрите на вятъра.



Фиг.3 Изходна мощност на 3 KW генератор като функция на скоростта на вятъра

Скорост на вятъра		3	4	5	6	7	8	9	10	12
Мощност	W	400	720	1100	1650	2100	2560	2945	3200	2945
Напрежение	V	90	100	110	137	140	150	155	160	155
Ток	A	4	7	10	12	15	17	19	20	19

Известно е, че към малките локални ветрогенератори има и допълнителни ограничения, които не са в сила за големите турбини - а именно за нисък шум и високи естетически показатели. Малките ветрогенератори, именно понеже са малки, се монтира много по-ниско над терена до около 10 м., където вятърът е по-турбулентен и по-слаб. Докато роторите на големите мегаватова машини се монтира на 70-100 метра над терена, където вятърът е значително по-силен.

Затова е нужно те да имат висока ефективност, за разлика от първичните преобразуватели на кинетичната енергия на вятъра във въртене (или друг вид полезно действие), които все още са ниско ефективни. Те преобразуват само около една трета от енергията на вятъра и затова общата ефективност на наземните ветроелектрогенератори рядко надвишава 30%, а типично е под 25% средногодишно. Именно към усъвършенстването на първичните преобразуватели на вятрената енергия са насочени усилията в момента.

Главният технически недостатък на известните малки вятърни турбини е тяхната ниска ефективност и невъзможността им да работят при малки ветроскорости и висока турбулентност на ветротеченията. А точно такива са условията в населените места. Поради факта, че масово използваните пропелерни вятърни турбини са енергийно ефективни при сравнително силни ветрове - около и над 10 m/s, то те лесно и евтино се оптимизират да достигнат максималната си ефективност/производителност именно при тези условия.

Примерно, на пазара се предлага ветрогенератор 1 000 вата. Това означава, че той типично ще произведе 1 000 вата за един час при постоянна скорост на вятъра от 10 m/s. Но при скорост 5 m/s той ще произведе около 120 вата на час.

Както се вижда от фиг. 1 дори и ветроскорост от 5 m/s далеч не е преобладаващата в повечето населени места. Преобладаващата ветроскорост на открити места е около 3.5 m/s. При тази ветроскорост много от конвенционалните пропелерни турбини не произвеждат електричество.

Радикалното ново техническо решение са новите изобретения в областта на нискомощностните турбини. Вече са патентовани голям брой различни конструкции. Те се въртят и от допълнителна въртяща сила - реактивната. Такава не използват известните пропелерни и вертикално-осеви турбини. Благодарение на реактивната допълнителна въртяща сила и виртуалният дифузорен ефект на реактивните пропелерни лопати, реактивните турбини са много по-ефективни. Те работят при ниски ветроскорости в турбулентна среда, както и при много силни ветрове. Нискошумни са и не застрашават птиците, защото роторите им изглеждат като твърдо тяло при въртене си и са естетически приемливи. Реактивните турбини, без да са по-скъпи от конвенционалните, са многократно по-ефективни при ниски ветроскорости. Те самостартират и генерират при много по-ниски ветроскорости, в сравнение с познатите ветрогенератори. Затова те функционират много по-дълго време в рамките на една година и съответно произвеждат много повече електричество, в сравнение с останалите турбини от същия клас [2].

Електрическата част на малки вятърни генератори се състои задължително от :

а. Генератор;b. Контролер;c. Акумулатори;d. Инвертор.

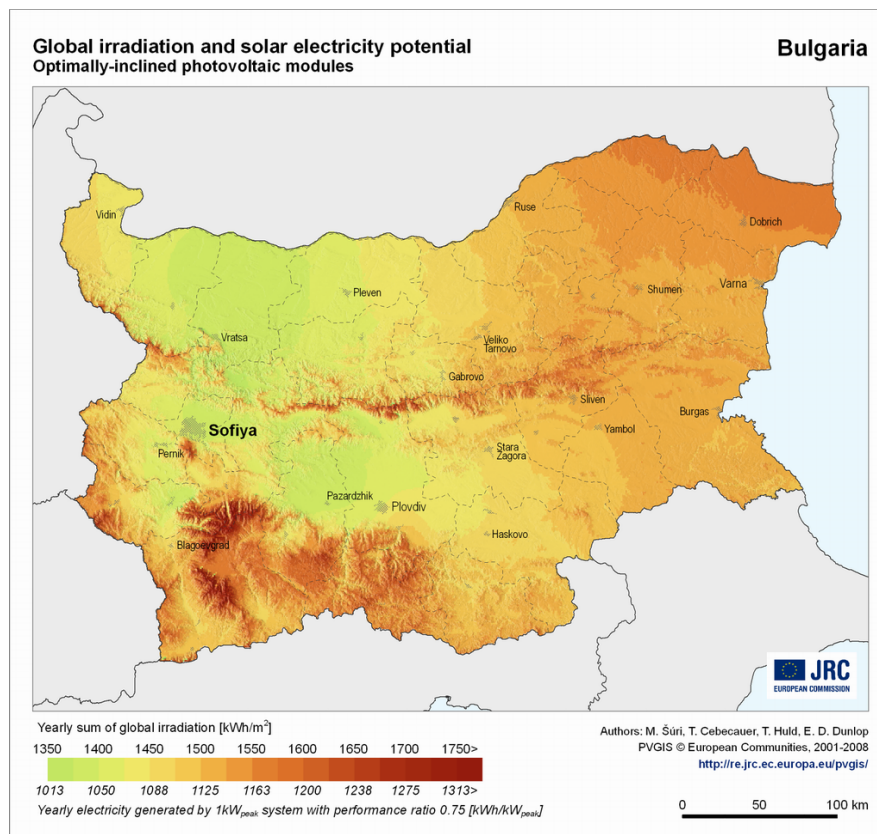
Принципът на работа на тази система е следният: Генераторът се състои от динамо за променлив ток, свързан с неуправляем токоизправител и произвежда прав ток, който достига до контролера. Контролерът от своя страна следи за работата на генератора (по точно следи за електрическия ток, който се произвежда от генератора) и зарежда акумулаторните батерии. Акумулаторните батерии “предоставят” електрически ток на инвертора, а инверторът от своя страна го трансформира в 220 V / 50 Hz променлив ток.

Как да проектираме фотоволтаичната система?

Ясно е че фотоволтаичните елементи не могат да работят когато няма пряка слънчева електромагнитна енергия която да преобразуват. Вятърните генераторни системи работят тогава, когато има вятър. UPS – система, с капацитет, да захранва основни системи за определено време и накрая - Електрически генератор – необходим за захранване тогава, когато няма нужната енергия от възстановяеми източници.

За да се провери тази възможност е необходимо да се направят няколко измервания. Средна скорост на вятъра в рамките на една или няколко календарни години и мощност на слънчевата енергия на квадратен метър за година. Тези данни са известни за различните региони в страната и могат да бъдат получени от института по метрология. За точните стойности, обаче, особено във връзка с локалния характер на движението на въздушните маси е необходимо да има направени и локални измервания.

Един от най-добрите начини е да се доверим на изследванията на световно признатата Фотоволтаична Географска Информационна Система или Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [3].



Фиг.4 Фотоволтаична информационна карта

Системата е интернет базирана и дава възможност за изключително точно и прецизно пресмятане на параметрите на слънцегренето във всеки регион от Европа, включително и България.

Параметрите за Бургас например са следните:

Локация: 42°25'24" North, 27°27'56" East, Elevation: 8 m a.s.l.,

България, Бургас

Параметри на системата:

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)

Температурни загуби: 10.3% (локални)

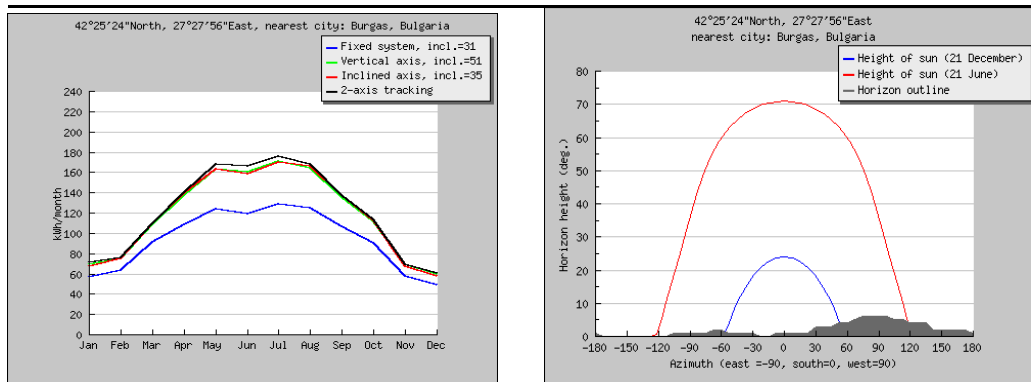
Други загуби: 3.0%

Загуби от пренос и преобразуване: 14.0%

Общи загуби: 25.1%

Параметри на 1.0 kW реално монтирана мощност фотоволтаичен панел

Фиксирани панели: инклинация=31°, отклонение =-3° (оптимално)					2- осно следяща слънцето система				
Month	Ed	Em	Hd	Hm	Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	1,84	57,1	2,25	69,7	Jan	2,28	70,7	2,84	88
Feb	2,25	63	2,8	78,5	Feb	2,7	75,5	3,41	95,5
Mar	2,93	91	3,77	117	Mar	3,54	110	4,58	142
Apr	3,62	109	4,81	144	Apr	4,66	140	6,2	186
May	4,01	124	5,48	170	May	5,42	168	7,36	228
Jun	3,97	119	5,56	167	Jun	5,52	166	7,66	230
Jul	4,14	128	5,83	181	Jul	5,68	176	7,91	245
Aug	4,03	125	5,67	176	Aug	5,43	168	7,61	236
Sep	3,55	107	4,86	146	Sep	4,58	137	6,3	189
Oct	2,9	90	3,84	119	Oct	3,65	113	4,9	152
Nov	1,91	57,3	2,41	72,2	Nov	2,32	69,5	2,96	88,9
Dec	1,59	49,3	1,95	60,5	Dec	1,94	60,3	2,43	75,5
Средно годишно	3,07	93,2	4,11	125	Средно годишно	3,98	121	5,36	163
Общо за година	1120 KWh		1500 KWh		Общо за година	1450 KWh		1960 KWh	



Фиг.5 Фотоволтаична информационна карта

- Ed** Среднодневно производство от избраната система (kWh)
- Em** - Средномесечно производство от избраната система (kWh)
- Hd** Средна дневна сума слънчева радиация за m² приета от модулите на избраната система (kWh/m²)
- Hm** Средна сума от общата радиация за m² приета от модулите на избраната система (kWh/m²)

При 1 KW монтирана мощност фотоволтаични панели, ефективният годишен добив ще бъде около 1100 KWh енергия за региона на Бургас

Имайки тези данни, можем да пристъпим към планиране на една такава Островна система в региона на Бургас.

Ако разгледаме нуждите на едно средностатистическо домакинство за електрическа енергия, включително и за отопление и нужните допълнителни разходи по поддръжка на имота Табл. 1 (данните са изчислени по методика на БСУ, прил. 1) можем да видим, че този разход е в рамките на около 10 000 KWh за година. Табл (3)

Таблица 3

Средна енергия консумирана за час	1	KWh
Пикова мощност консумирана едновременно	26	KW
Среднодневен разход на енергия	29	KWh
Обща месечна консумация	895	KWh
Необходимост от средно дневен ефективен добив от ВЕ - KWh. за ден	29	KWh
Необходимост от среден ефективен добив от ВЕ - KWh на година	10716	KWh

Точното определяне на добива на енергия от вятъра е въпрос на оценка на количествената информация от ветрометеорологична статистика и резултатите от 3D ветромерене на определеното място.

От показаните резултати можем да оценим, че за бургаски регион около 5 KW инсталирана мощност на фотоволтаични панели и един 3KW вятърен генератор (който за 3700 часа може да произведе реално около 5000 KWh енергия при скорост на вятъра 5-6 m/s – Фиг. 3), могат да работят съвместно и да задоволят нуждите на едно нормално 4-членно домакинство без икономии на електроенергия. Опростени пресмятания за параметрите на акумулаторната група осигуряваща необходимото количество енергия за покриване на нуждите при оптимални условия са дадени на табл.4.

Таблица 4

Часове за поддържане на минимален режим на консумация без ВИ				4
Макс. мощност на консуматорите в режим UPS захранване (ограничен)	10,8	KW	Брой акумулатори за осигуряване на пълни нужди:	27
Оптимална мощност на консуматорите в режим UPS захранване	5,4	KW	Брой акумулатори за осигуряване на оптимални нужди:	13
Ограничен режим на консумация в режим на UPS захранване	3,6	KW	Брой акумулатори за осигуряване на минимален режим на консумация:	9
Брой акумулатори за осигуряване на 100% от капацитета на консумация :	26	KW	Брой акумулатори за осигуряване на пълен режим на консумация:	64
Примерни параметри на акумулиращата група				
Напрежение на акумулаторите [V]			24	
Капацитет на акумулатора [Ah]			100	
Отдадена енергия до пълен разряд [KVAh]			2,4	
Отдадена енергия до пълен разряд [KWh]			1,7	
Запас до пълен разряд			5%	

„Островна система” за условията в България

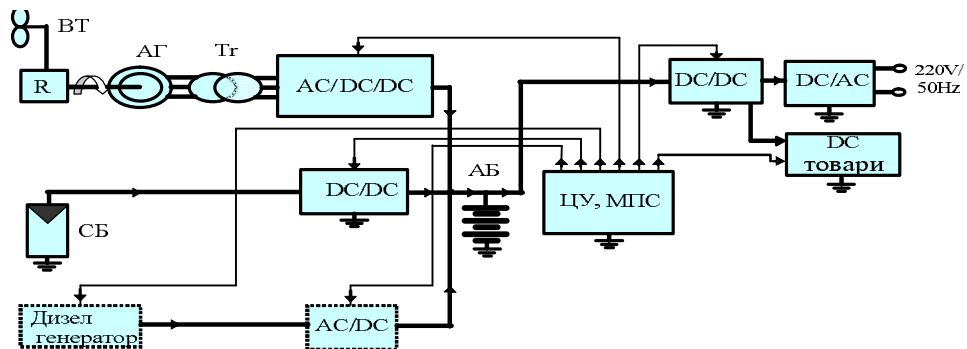
Прието е „Островна система” да се нарича комбинирана система за производство и консумация на електрическа енергия, която не е свързана към националната електрическа мрежа. Мотивите за изграждането на „Островна система” са два:

1. Отсъствие на електрическа мрежа на разстояние до 100 км.
2. Икономически съображение относно стойността на използваната енергия.

Обикновено „Островна система” се използва при малки консуматори- отделни фамилни постройки или консуматори, които са отдалечени от електрическата мрежа.

Блокова схема на автономна „островна ” система се състои от (фиг.5). Повечето електродомакински уреди могат да работят на постоянно напрежение с подходяща стойност (осветление, печки, телевизори, компютри). Не могат да работят на DC

напрежение само тези, които вече съдържат двигател или бобина за променлив (АС) ток



Фиг.6 Блокова схема на островна система

Локално захранващите се с автономни източници енергийните сгради са типични за разпределената енергетика. Те осигуряват и електричество за транспортни нужди, защото вече съвсем реални са електрическите и хибридните автомобили тип "плъг-ин", чиито акумулатори се зареждат от електрическата мрежа. Радикалното еко решение е зареждането да става от възобновяеми енергийни източници /ВЕИ/ и колите да се управляват автоматизирано с целева функция минимално замърсяване на околната среда. [2]

Както всеки Интернет потребител (консуматор) фактически участва със своите ресурси - компютър и софтуер - в световната мрежа, така и всеки енергоконсуматор може да участва със свое електрогенерационен и дори енергоакмулиращ ресурс в една обща децентрализирана мрежа, управлявана интелигентно централизирано. Такова управление може да замени сегашната централизирана електрогенерираща функция на конвенционалната енергетика, с централизирано, интелигентно и гъвкаво управление на генерацията/консумацията. И това ще става по много демократичен начин. Както всеки Интернет потребител избира как и какво да ползва от мрежата и къкъв свой ресурс да свърже към нея, така ще става и с енергоконсуматорите със собствен или без собствен енергопроизводствен/енергоакмулиращ ресурс . Все пак е известно, че независимо от горива енергоснабдяване и ограничаването на централизираната енергетика не се харесва, нито на енергийните компании, нито на властите . [2]

Изводи:

1.Бъдещите потребности от енергия ще нарастват и задоволяването няма да се черпи от земята, а ще се получава от потоци, пристигащи на земята. Това прави разработката на системи за ВЕИ много актуално.

2. Потенциалът на ВЕИ в България не е голям.

3. Построяването на електроцентрали за ВЕИ изисква внимателно изследване на природните дадености на ВЕИ и подходящи технически решения.

Литература:

1. http://www.mee.government.bg/geoterm/docs/eco_viatar.pdf
2. <http://www.tonchev.org/malkiwindbg.html>
3. Георгиев А. С. и Н. Г. Георгиева. 'Надеждност на автономна система за преобразуване на енергията на вятъра'. списание "Електротехника и електроника" ("E+E"), №10-12, 2001, ISSN 0861-4717. стр. 19-24.

4. Георгиев А. С. и Н. Г. Георгиева. 'Надеждностен анализ на автономна система за усвояване енергията на вятъра и слънцето'. Осма национална научноприложна конференция с международно участие "Електронна техника'99", Созопол, 23-25.09.1999. Proceedings of the conference "Electronics '99" book 4, ISBN 954-438-263-1 стр. 132-137.