

## Проучване възможностите за използване енергията на вятъра

Константин Коев, Валентин Пеев, Димо Димов

*An investigation of potentialities for using wind energy: The paper presents a part of meteorological data for concrete region of Bulgaria with the purpose of evaluating its wind potentiality for energy supply of a social building. The part of data has been analysed and generalized for two solar systems – a travelling and a standing. The inefficiency of using wind energy has been evidenced for electrical supply during months of the year.*

**Key words:** Wind energy, Wind potential, Wind velocity, Wind direction, Wind generator.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Един от алтернативните енергоизточници е вятърът, който практически е неизчерпаем като ресурс, "безплатен" е, не води до замърсяване и до климатични проблеми. Поради тези причини и в съответствие с изискванията на протокола от Киото за опазване на околната среда, се търсят различни начини за използване енергията на вятъра [6]. От древността са известни конструкции на съоръжения, задвижвани от вятър – платноходи, мелници, помпи и др. Характерното за тези технически решения е директното използване на ветровата енергия. Предмет на доклада е проучване възможностите за преобразуване енергийния потенциал на вятъра в електричество, за района на гр. Силистра в Североизточна България.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Движението на въздушните маси в приземните слоеве (вятър), се характеризира с голяма променливост по посока и скорост. Основните фактори, които формират ветровете са слънчевото греене върху дадена част от земната повърхност и нейният релеф. Това обуславя глобалната и местната циркулация на въздушните маси. За нашата страна преобладаващата посока на ветровете е западната, което се определя от силното влияние на Атлантическия океан. В Дунавската равнина, където е разположен и гр. Силистра, това влияние е най-силно изразено. През зимния период, освен западните и северозападните ветрове, характерни за летния период, се наблюдава и нахлуване на студени въздушни маси от изток и север-североизток. Много по-малко са случаите, при които посоката на вятъра е юг-югозапад [3,5].

Основните параметри, чрез които може да се оцени енергийния потенциал на вятъра, са средната скорост и плътността на енергийния поток. Не може да се използва само средната скорост, защото тя не съдържа информация за продължителността на действието на вятър с определена скорост, което е много важно при предварителните проучвания. Използването на съвременни методи и средства при събирането и обработката на данните за скоростта на вятъра, позволяват постигане на много голяма точност. Това е важна предпоставка за извършване на реална оценка на енергийния потенциал на вятъра. При определянето му съществени усложнения внасят особеностите на релефа и инфраструктурата на терена.

Всяко движещо се тяло, включително въздушната маса, си има енергийни характеристики. Една от тях – кинетичната енергия, е от значение за преобразуването енергията на въздушния поток в електричество. Плътността на енергийния поток на вятъра зависи само от плътността на въздушната маса и от скоростта ѝ на движение, повдигната на трета степен [5]. В зависимост от средната многогодишна скорост, територията на нашата страна се разделя на три района. Първият обхваща обширните равнинни части – Дунавската равнина, Горнотракийската низина, Софийското поле, долините на р. Струма и р. Места, района на Предбалкана. Годишната максимална скорост на вятъра се наблюдава през зимните месеци и

ранна пролет, а средната многогодишна скорост е по-малка от 2 m/s. Плътноста на енергийния поток на вятъра за този район е (0...99) W/m<sup>2</sup>. Средната годишна продължителност на интервала от скорости (5...25) m/s е 900 h, а броят на часовете в годината, през които скоростта на вятъра надвишава 3 m/s, е (70...90) %.

Втората област включва територията, разположена на изток от линията Русе-Велико Търново – Елхово, Дунавското крайбрежие и откритите нископланински части с височина до 1000 m. Годишната максимална скорост на вятъра се наблюдава през същия период, както и за първия район. Най-голямата скорост на вятъра в денонощието е регистрирана през деня, а средната многогодишна скорост е (2...4) m/s и по-голяма от 4 m/s – за вдадените в морето части от сушата. Плътноста на енергийния потенциал на вятъра за този район е (100...199) W/m<sup>2</sup> и (200...999) W/m<sup>2</sup> – за Черноморското крайбрежие. Средната годишна продължителност на интервала от скорости (5...25) m/s е около 4000 h, а броят на часовете в годината, през които скоростта на вятъра надвишава 3 m/s, приблизително е 50 %. Това не се отнася за откритите и вдадените в морето части от сушата.

Третият район включва откритите и обезлесени планински места с височина над 1000 m. Годишната максимална скорост на вятъра се наблюдава през м. февруари, а най-голямата скорост на вятъра в денонощието е регистрирана през нощта, през преходните сезони. Средната многогодишна скорост е много по-голяма от 4 m/s, а плътността на енергийния поток на вятъра е над 1000 W/m<sup>2</sup>. Средната годишна продължителност на интервала от скорости (5...25) m/s е около 6600 h, а броят на часовете в годината, през които скоростта на вятъра надвишава 6 m/s, е по-голям от 70 % [1,3,4].

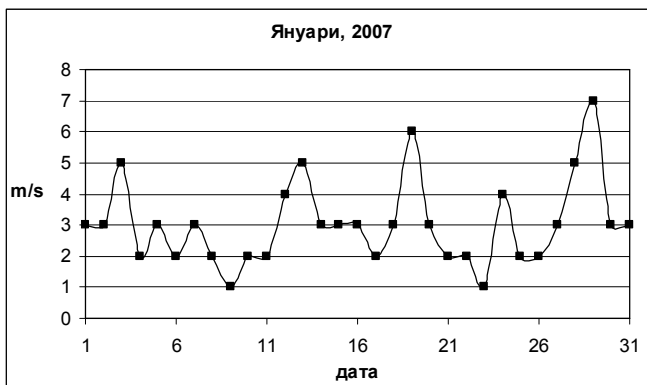
Пространственото разпределение на енергията на вятъра се извършва на базата на линиите и повърхнините с еднакви стойности на плътността на енергийния поток, изразена в класове. В табл.1 са посочени седем ветрови класа, според плътността на ветровия енергиен поток, с характерните си параметри, определени при две различни височини h: 10 m над терена (на която се извършват ветроизмерванията във всички метеорологични станции по света) и 50 m.

Таблица 1

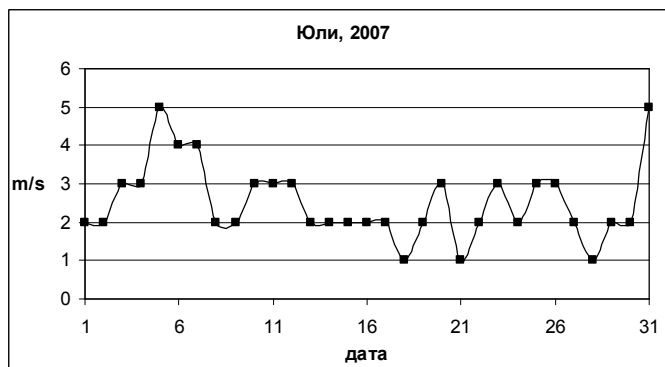
Ветрови клас	h = 10 m		h = 50 m	
	Плътност на енергийния поток, W/m <sup>2</sup>	Скорост на вятъра, m/s	Плътност на енергийния поток, W/m <sup>2</sup>	Скорост на вятъра, m/s
1	0...100	0...4,4	< 200	< 5,6
2	100...150	4,4...5,1	200...300	5,6...6,4
3	150...200	5,1...5,6	300...400	6,4...7,0
4	200...250	5,6...6,0	400...500	7,0...7,5
5	250...300	6,0...6,4	500...600	7,5...8,0
6	300...400	6,4...7,0	600...800	8,0...8,8
7	> 400	> 7,0	> 800	> 8,8

Анализът на данните от таблицата показва, че при височина h = 50 m, плътността на енергийния поток на вятъра е два пъти по-голяма, отколкото при височина h = 10 m. Скоростта на вятъра при по-голямата височина нараства с около 25 %, поотделно за всеки ветрови клас. Интересно е изменението на параметрите на вятъра при други височини – 30 m и 80 m. Доказано е, че плътността на енергийния поток за височина 80 m е малко по-голяма, отколкото при 50 m – с (10...20) %, а скоростта също е по-голяма, но само с (1...6) %. Стойностите на тези параметри при 30 m се нареждат между тези за 10 m и 50 m [5,7].

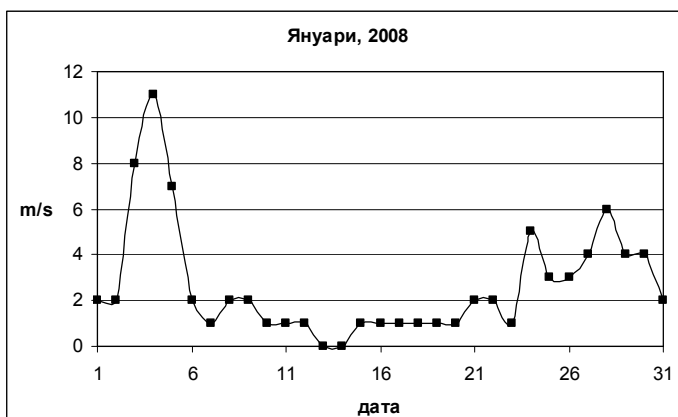
В зависимост от енергийния потенциал на преобладаващите приземни въздушни течения, районът на гр. Силистра се отнася към втората характерна област на България. Параметрите, които я определят, са средна многогодишна скорост - (2...4) m/s и плътност на енергийния потенциал на вятъра - (100...199) W/m<sup>2</sup>. Според табл. 1, тези стойности могат да се отнесат към втори ветрови клас. На фиг. 1 са представени измененията на средноденоношните стойности на скоростта на вятъра през типично зимен и летен месец – януари и юли. През януари, 2007 г., средномесечната температура е била 5,9°C, което характеризира месеца като сравнително топъл за сезона. Януари, 2008 г., е бил типичен зимен месец, със средномесечна температура -2,3°C.



а



б



в

Фиг. 1. Месечно изменение на средноденонощните стойности на скоростта на вятъра: а – за месец януари, 2007 г.; б – за месец юли, 2007 г.; в – за месец януари, 2008 г.

Средната скорост за м. януари, 2007 г. е 3 m/s, а за м. юли, 2007 г. – 2,5 m/s, а средномесечните скорости на вятъра през същата година се изменят в границите (2,1...3,2) m/s. За м. януари, 2008 г., тя е 2,6 m/s, независимо че тогава температурите са били по-ниски в сравнение с януари, 2007 г. Характерното за тези скорости е, че не са постоянни – през повечето от дните в годината се регистрира слаб вятър или изобщо няма такъв, а също се наблюдават и ветрове, чието действие е на пориви.

Представените данни са получени като средни стойности на моментните измервания на скоростта на вятъра през определен интервал от време, при което е невъзможно да се отчете точно продължителността на действие на вятър с конкретна скорост [2]. Тази методика на измерване не позволява да се получи информация за вида на движение на вятъра, т.е. степента на турбуленция, която е важен фактор при определяне производителността на ветровия енергиен поток.

Независимо от посочените недостатъци на измервателния метод, представените данни показват ориентировъчно възможностите за използване енергията на вятъра. При оценяването енергийния потенциал трябва да се имат пред вид следните факти. Първо, колкото е по-малка скоростта на вятъра, толкова повече часове от годината той трябва да действа, за да се осигури минимална, икономически обоснована производителност. Например, при скорост 3 m/s, минималният брой часове в годината трябва да бъде 2000 h. Второ, съвременните вятърни турбини от роторен тип, се включват при минимална скорост на вятъра (2,5...3) m/s, а номиналната си генераторна мощност достигат при скорост (12...16) m/s [5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеното проучване на възможностите за използване енергията на вятъра позволява да се направят следните изводи:

Енергийният потенциал на преобладаващите западни ветрове, общо за страната, също не е голям – средната скорост се изменя в интервала от (0...10) m/s, а плътността на енергийния поток на вятъра – (0...1000) W/m<sup>2</sup>. По-големите стойности на двата параметъра се отнасят за високопланинските райони.

Районът на гр. Силистра се характеризира със средна многогодишна скорост на вятъра - (2...4) m/s и плътност на енергийния му потенциал - (100...199) W/m<sup>2</sup>.

Най-голямата средна скорост на вятъра е получена за м. януари, 2007 г. – около 3 m/s, а най-малката – за м. юли, 2007 г. – 2,5 m/s. За м. януари, 2008 г., тя е 2,6 m/s.

Малките средна скорост на вятъра и продължителност на действие са причините, поради които не е оправдано използването на ветрогенератори с големи мощности. Възможно е да се използват малки вятърни турбини (с мощност от няколко kW или по-малко), но допълнително трябва да се изследва ефективността на работата им при дадените условия.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] АЕЕ (Агенция по енергийна ефективност), <http://www.seea.government.bg/>
- [2] Времето в планините и страната, <http://www.planinite.info/Vrazki/Vremeto.htm>.
- [3] Иванов, П. Практическо използване енергията на вятъра в България за произ-водство на електроенергия, Сп. "Енергетика", бр. 1-2, 2007.
- [4] Коев, К. и др. Енергия от възобновяеми енергийни източници – развитие и перспективи, Сп. "Енергетика", бр. 5, 2008.
- [5] Тончев, Г. Вятърни турбини. Ековат технологии, С., 2006.
- [6] UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php).
- [7] Wind Atlases of the World, <http://www.windatlas.dk>

#### **За контакти**

Гл.ас. д-р инж. Константин Коев, Катедра "Технически и природо-математически науки", Русенски университет "Ангел Кънчев", Филиал – Силистра.

E-mail: [kkoev@fs.ru.acad.bg](mailto:kkoev@fs.ru.acad.bg).

**Докладът е рецензиран.**