

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЕТРОВИЯ ПОТЕНЦИАЛ В РАЙОНА НА
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ГАБРОВО****WIND ENERGY POTENTIAL INVESTIGATION IN THE REGION OF
TECHNICAL UNIVERSITY - GABROVO****Христо Недев Христов**
ТУ - Габрово**Свилен Радославов Рачев**
ТУ - Габрово**Георги Славчев Илиев**
ТУ - Габрово**Abstract**

Paper deals with measurements of wind characteristics and wind potential estimating carried out in the concrete geographical region. State-of-the-art measurement techniques is used – data logger. The activities done are in close connection with implementation of wind generator low-power system project. The results obtained are graphically presented. The appropriate conclusions are drawn.

Keywords: data logger; wind energy potetnial.

ВЪВЕДЕНИЕ

Европейската енергийна промишленост, насочена към добиване на енергия от вятър, върви в крак с растежа на световния пазар. Понастоящем се забелязва тласък за развитие на вятърната енергия в Европа. Европейският съюз остава световен лидер по отношение на електроенергията, добивана от вятъра, със 60% световен пазарен дял. В Република България, като пълноправен член на ЕС, също е залегнало конкретно развитие на този дял от енергетиката [1, 4, 5]. В тази връзка, освен реализиране и изграждане на ветроенергийни съоръжения, са необходими изследвания, с цел изучаване и евентуално оптимизиране на работата им.

ИЗЛОЖЕНИЕ

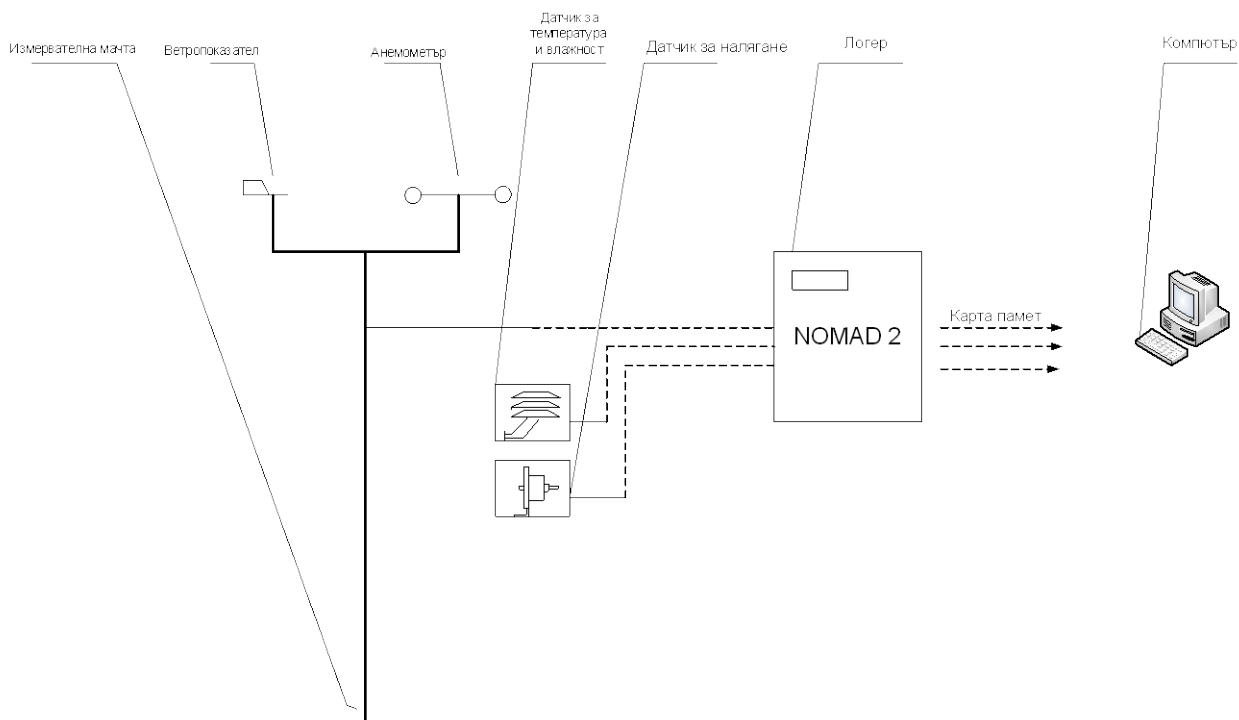
В гр. Габрово, за периода м. юли ÷ м. септември и част от м. октомври 2010 г. в района на Корпус №1 на ТУ - Габрово бяха направени измервания на характеристики на вятъра. Схема на измервателната установка е показана на фиг. 1. На фиг. 2 сателитна снимка на Корпус №1 на ТУ Габрово с

разположението на измервателната апаратура, а на фиг. 3 - снимка на измервателната мачта.

За провеждане на измерванията бе осигурен специализиран уред – логер NOMAD2 – фиг. 4. Той предлага съвременна функционалност и опростен монтаж и същевременно ниски разходи. С ниска консумация, функционираща система в реално време с Windows™, съвместими Compact Flash карти, NOMAD2 събира и съхранява данните, които са необходими.

Характеристики:

- 12 цифрови входа (за анемометри);
- 8 аналогови входа (за ветропоказатели, датчици за температура, и т.н.);
- Запис на данни при 1 Hz;
- Интервали на заснемане на 1, 10, 60 минути и на всеки час;
- Средна стойност, стандартно отклонение, максимум, минимум, общо, пробни стойности;
- 4x20 буквено-цифров дисплей LCD или VFD;
- Работна температура от -40° до +85°C;
- Вградена защита срещу мълнии.



Фиг. 1. Схема на апаратурата за измерване на параметрите на вятъра



Фиг. 2. Сателитна снимка на Корпус №1 на ТУ – Габрово

Включва: 9V алкални батерии, кабелни клеми, серийен кабел, NOMAD Desktop™ софтуер и една 32MB Compact Flash карта. Вградената защита против мъннии е доказана при полева работа и не изисква допъл-

нителни връзки. Големи и оцветени клемореди спомагат за по-лесно и по-бързо свързване, дори при работа с ръкавици. Вграден серийен изход позволява използването на софтуера NOMAD Desktop на самия

обект. Лицевият панел на NOMAD2 е лесен за използване (система от менюта дава цялата нужна информация), освен това може да се препрограмира логерът за секунди, като се зареди новата конфигурация от Compact Flash карта. Вградено реле осигурява захранване, включително отопление на датчиците против замръзване. Точността на измерване е 0.02% за импулсни датчици и 0.2% за аналогови датчици.

Анемометърът C3 на Second Wind представлява калибриран анемометър. Произведен е от подобрен материал, с цел повишена издръжливост и надеждност. Новата подобрена версия на популярния три-чашков дизайн, използван от десетилетия в оценката на вятърния ресурс е произведена в съответствие с приложимите стандарти в индустрията. Роторът на модела C3 е произведен от устойчив поликарбонат за изключителна издръжливост и надеждност. Основата на сензора C3 също е направена от устойчив поликарбонат, което осигурява по-голяма издръжливост на повреди по време на монтаж.

Ветропоказателят включва контактен потенциометър, прецизно засичащ ъгъла на въртене и даващ възможност на перката да засече точно посоката на вятъра, когато е свързан с подходящо измервателно оборудване, в случая логер. Потенциометърът има възможно най-малкия въртящ момент, съвместим с дълъг живот и надеждност, а малкото прекъсване около "Севера" е запълнено с изолиращ материал, за да се осигури гладка работа на пълни 360°. Конструкцията е от анодно оксидирани алуминиеви сплави и неръждаема стомана за частите, които са изложени на открито. В комбинация с твърд пластмасов (горен) лагер и прецизни сачмени лагери, резултатът е датчик, подходящ за продължително излагане на климатични условия, с дълъг период на обслужване. Този ветропоказател трябва да бъде ориентиран на север по време на монтажа и фиксиран в тази позиция по време на работа.

Датчик за налягане

Характеристики:

- 600 до 1100 mbar обхват на налягането;
- 1.25 mbar прецизност;
- Ниска консумация на ток.

Датчикът за температура на Second Wind Inc. е проектиран специално за работа с логера NOMAD2. Той включва термистор тип 10K в алуминиева обшивка, и е предварително окабелен с кабел за датчици дълъг 3.5 m. Съпротивлението на термистора се променя с температурата, следвайки известна, но нелинейна крива. Логерът Nomad2 измерва съпротивлението на сензора и използва таблица с повече от 4096 стойности, за да определи текущата температура.

Характеристики:

- Без активни електронни компоненти;
- Високо ниво на надеждност и стабилност, не е необходимо калибриране;
- Прецизност до $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ между 0° до 50°C ;
- -40° до $+105^{\circ}\text{C}$ температурен обхват.

В Корпус №1 на ТУ-Габрово се обзавежда научно-учебна лаборатория по ветрова енергетика №1300. Мястото на монтиране на сензорите е на покрива на Корпус №1 на ТУ-Габрово, а изводите от ветрогенератора и от сензорите за измерване на характеристиките на вятъра се присъединяват в лабораторията, като там са разположени и останалите системи, елементи и устройства на стенда, които се захранват с електрическа инсталация НН. Там се предвижда провеждане на съвместни изследвания с партньори от ЕС и България, с които ТУ-Габрово осъществява дългогодишно сътрудничество в областта на ВЕИ. В лабораторията ще се провежда обучение по определени дисциплини, включени в учебните планове на специалности "Електроенергетика и електрообзавеждане", "ХПТ" и "Индустриално инженерство" ОКС "Бакалавър" и "Магистър". Допълнително ще се провеждат обучение и научни изследвания на студенти, дипломанти и докторанти от катедри "Електроснабдяване и електрообзавеждане", "Енергийна техника" и др. от ТУ-Габрово.



Фиг. 3. Измервателна мачта

Дейностите, извършени в настоящата работа са в пряка връзка с реализацията на проект за ветрогенераторна система с малка мощност. Особеност е прилагането на синхронен генератор с постоянни магнити и директно предаване без скоростна кутия и пряко генериране на напрежение, позволяващо високоефективно използване на ветровата енергия.

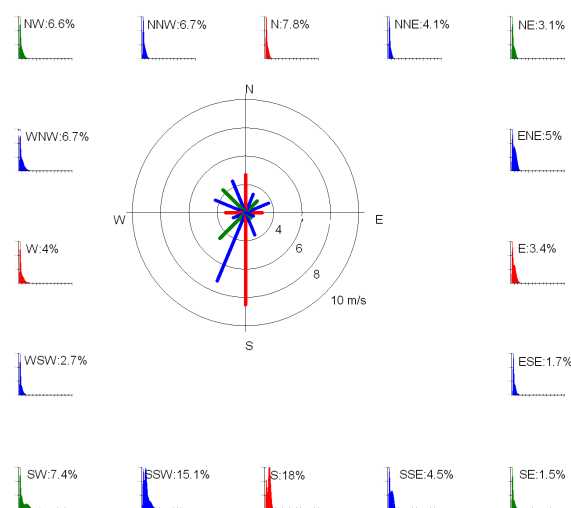


Фиг. 4. NOMAD2

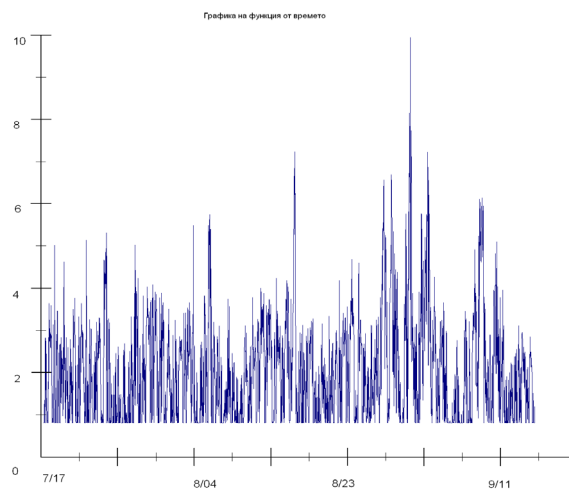
Съгласно договор № ЕЕ-106/07 г. между МОМН и консорциум от ТУ - София, ТУ – Габрово и НИМХ-БАН - София по обявен от МОН национален конкурс за “Изграждане и развитие на научна инфраструктура” с приоритет “Възобновяеми енергийни източници” от страна на ТУ-Габрово като участник е разработена “Ветрогенераторна система със синхронна машина в реални условия”, съгласно клаузите на договора.

ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

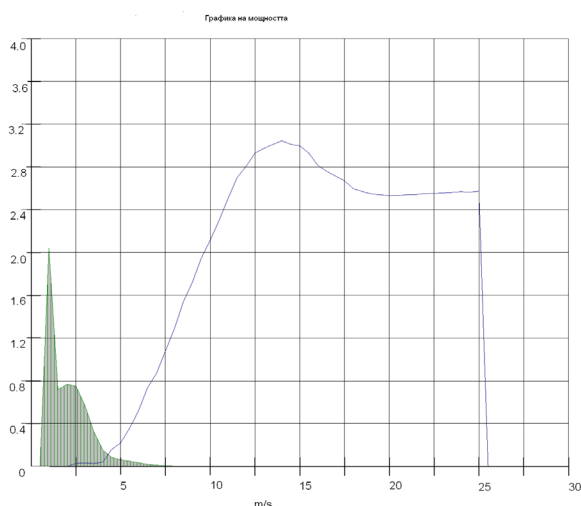
На фиг. 5 е показана розата на ветровете, а на фиг. 6 средната скорост на вятъра, получени от измерванията със системата NOMAD2.



Фиг. 5. Роза на ветровете



Фиг. 6. Средна скорост на вятъра



Фиг. 7. Графика на мощността

Роза на ветровете

Розата на ветровете е радиална графика показваща честотата на появяване на ветровете спрямо посоките на компаса. Тази графика показва от къде идва вятърната енергия към обекта. Розата на ветровете е обградена от 16 графики с разпределение на скоростта на вятъра, като всяка съответства на част от розата на ветровете, като показва енергията на всяка посока в допълнение на честотата на появяване.

Графика на функция от времето

Стационарна и подвижна графика във функция от времето представя всеки запис от база данни като функция от времето. Стационарната графика във функция на времето показва на екрана всички данни за конкретен запис. Подвижна графика от функция на времето ограничава дисплей до 144 точки едновременно, за да покаже повече детайли, а маркера в долната част на графиката позволява да се онагледят данните.

Графика на мощността

Графиката на мощността показва натоварването (мощността) на вятърния генератор като функция от скорост на вятъра. Тази графика може да покаже мощността на съществуващ генератор или очаквана мощност на базата на криви на мощността предоставени от производителя. В допълнение на кривата на мощността тази графика показва и разпределението на скоростите на вятъра. Кривата на мощността позволява да се модифицира, за да отчете

времето, през което генератора е бил в работен режим, да се филтрират посоки на вятъра, да се коригира в зависимост от плътността на вятъра. В таблица 1 е показан резултат от изчисление на мощността на ветрогенератор с мощност 3 kW. Вижда се, че за изследвания период сумарната произведена енергия е 47.7kWh.

Таб. 1. Резултат от изчисление на мощността

Expected Energy Report: 06948			
Site: My Nomad2's			
Reference Turbine: 3 kW			
Wind Speed: C1 - NRG IceFreeII (m/s) @10f 1 min. Average			
Time Range: 7/17/2010 00:00 To 9/16/2010 15:40			
Total Hrs: 1479.7			
Data Hrs: 1463.5			
Percent: 98.9 %			
Wind (m/s)	Hours	Power (kW)	Energy (kWh)
0	0	0	0
0.5	0	0	0
1	528.6	0	0
1.5	187.3	0	0
2	199.7	0	0
2.5	195.4	0.03	5.9
3	150.7	0.034	5.1
3.5	87	0.06	5.2
4	42	0.08	3.4
4.5	22.5	0.16	3.6
5	16.3	0.22	3.6
5.5	12.9	0.36	4.6
6	9.3	0.52	4.8
6.5	4.9	0.74	3.6
7	3.3	0.871	2.9
7.5	1.8	1.08	1.9
8	1	1.29	1.3
8.5	0.7	1.54	1.1
9	0.1	1.719	0.2
9.5	0.2	1.95	0.4
10	0.1	2.116	0.2
10.5	0	2.3	0
11	0	2.507	0
11.5	0	2.7	0
12	0	2.807	0
12.5	0	2.93	0
13	0	2.972	0
13.5	0	3.01	0
14	0	3.045	0
14.5	0	3.01	0
15	0	2.997	0

15.5	0	2.93	0
16	0	2.813	0
16.5	0	2.76	0
17	0	2.713	0
17.5	0	2.67	0
18	0	2.595	0
18.5	0	2.57	0
19	0	2.547	0
19.5	0	2.54	0
20	0	2.529	0
20.5	0	2.53	0
21	0	2.54	0
21.5	0	2.544	0
22	0	2.549	0
22.5	0	2.552	0
23	0	2.558	0
23.5	0	2.561	0
24	0	2.567	0
24.5	0	2.563	0
25	0	2.575	0
25.5	0	0	0
26	0	0	0
26.5	0	0	0
27	0	0	0
27.5	0	0	0
28	0	0	0
28.5	0	0	0
29	0	0	0
29.5	0	0	0
30	0	0	0
Total	1463.5		47.7kWh

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на направените измервания се вижда, че средната скорост на вятъра в района на Корпус №1 на ТУ – Габрово е от порядъка на 2,5 m/s. При тази средномесечна скорост не е подходящо поставянето на големи агрегати с голяма скорост на

развъртане, но е подходящ за подставяне на малки агрегати от порядъка на 10 kW с малка скорост на развъртане. Измерванията са направени за тримесечен период. Този период не е достатъчен за окончателно оценяване на ветро-енергийния потенциал в района, за да бъде той напълно оценен е необходимо поне двугодишно изследване.

Благодарение на изгражданата лаборатория се постига добро съчетаване и паралелно съвместно развитие на две твърде различни по своето естество дейности, а именно провеждане на научни изследвания и процес на обучение. Изследваната тематика подкрепя мотивацията на студентите и младите учени, разширява и актуализира сферата на техните познания, професионални умения и научно-изследователски интереси.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Христов, Х. Н., Възобновяеми енергийни източници, “Габровопринт”, Габрово, 2005.
- [2] Иванов, П., Практическо използване на вятъра в България за производство на електрическа енергия, “Инвестпрес”, С., 2007.
- [3] Стоименова, А. Вятърната енергия технологии и тенденции, “Инженеринг ревю”, №6, 2004, Ти Ел Ел Медия ООД С., 2004.
- [4] Тончев, Г., Вятърни електроцентрали, Еко Ват Технологии, 2005.
- [5] Пазвантов, Т., Възобновяеми енергийни източници – I част, Офсетно-печатна база при ТУ-Варна, Варна, 2006.
- [6] Gash, R. (Ed.) Windkraftanlagen, B. G. Teubner, Stuttgart, 1996.
- [7] Manwell, J. F, L. G. McGowan, A. L. Rogers, Wind Energy Explained, Theory design and application, second edition, John Wiley & Son Ltd, 2009.