

ГОДИШНО ПРОИЗВОДСТВО НА МАЛЪК ВЕТРОГЕНЕРАТОР СПОРЕД СКОРОСТТА НА ВЯТЪРА

Мартин Златков
dj_marti79@mail.bg

**ВТУ „Тодор Каблешков”
София, 1574, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: Ветрогенератор, енергия, вятър, турбина, генератор, енергийна, ефективност, витла, синхронен, възобновяеми, енергийни, източници, възобновяеми източници на енергия, витло, ветрогенераторна система.

Резюме: В доклада са предложени два метода за изчисляване на помесечното и годишното производство на малък ветрогенератор. Изчисляването се извършва според техническите параметри на използвания ветрогенератор и данни за метеорологичната обстановка на дадено място.

При първият метод се прави извадка за скоростта на вятъра по месеци. При съответната скорост на вятъра се измерва произвежданата мощност от ветрогенератора. Дните със съответните скорости на вятъра се обръщат в часове месечно, след което се умножават по съответната произвеждана мощност от ветрогенератора за да се получи произведената енергия за месеца. След сумиране на произведената енергия за всички месеци се получава и годишното производство на енергия.

При вторият метод е използван „Глобалният вятърен атлас (GWA 2.0)“. Описани са подробно формулите, които съставляват самата методика за пресмятане.

Паралелно е направено и пробно изчисляване със съответните данни и параметри. Дадени са примерни метеорологични данни и технически параметри на конкретен ветрогенератор.

Тази стойност е полезна тъй като дава информация за годишната спестена електроенергия а също така и за периода на възвръщане на инвестицията направена за построяване на ветрогенераторната система.

Увод.

Актуалността на темата се обуславя от факта, че при малките ветрогенератори не е рентабилно да се поставя метеорологична станция, която да записва данните в продължение на една година. Също така не е удобно да се чака цяла година за натрупване на определен обем от данни.

1. Данни от метеорологична станция

Взема се от метеорологичните служби информация за ветровата обстановка в даден район (в конкретния случай за град София) (фиг. 1) [3].

Month of year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dominant wind direction	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
Wind probability >= 4 Beaufort (%)	17	24	25	24	20	16	12	10	15	18	16	19	18
Average Wind speed (kts)	6	7	8	8	7	7	7	7	7	7	6	7	7
Average air temp. (°C)	0	4	10	15	19	23	26	26	22	14	9	2	15

фиг. 1 Кратки статистически данни за вятъра в района на Летище София

Данните са взети от метеорологична станция на „Летище София“ и е необходимо да се премине от мерна единица „Knots (kts)“ в мерна единица „Meters per second (m/s)“, като $1 \text{ kts} = 0,514 \text{ m/s}$ [4]. Тъй като са дадени усреднените скорости на вятъра за всеки месец „Average Wind Speed“ за улеснение при пресмятанията нека да приемем, че $1 \text{ kts} = 0,5 \text{ m/s}$.

2. Параметри на ветрогенератора

Зависимостта между скорост на вятъра, скорост на въртене на генератора и генерирана мощност на конкретен ветрогенератор [2] с мощност 500W са дадени в табл. 1. При скорост на вятъра между 3 и 4,5 m/s, чрез интерполиране са изчислени още две стойности на мощността при 3,5 и 4 m/s. Мощностите са както следва:

Табл. 1. Обороти на конкретна турбина и мощност на генератора при дадена скорост на вятъра
Свързване в схема звезда "Y"

V	U пр.ход	Uг	Iг	Рел	ηГ	Рм	вятър	Рв	ηт
min-1	V	V	A	W	%	W	m/s	W	%
90	10,0	-	-				1,5	3,0	
125	14,2	12,4	0,4	4,5	87,3	5,1	2,3	42,7	12,0
180	20,5	12,8	2,7	34,6	62,4	55,4	3,0	101	54,7
200				55,3			3,5		
230				69,5			4,0		
250	29,5	13,9	5,8	80,6	47,1	171	4,5	341	50,1
355	43,0	14,2	9,5	134,9	33,0	409	6,0	809	50,5
500	59,0	15,9	13,0	206,7	26,9	767	9,0	2731	28,1
710	86,0	17,0	16,0	272,0	19,8	1376	12,0	6473	21,3
904	106,5	18	16,7	300,6	16,9	1779	16,0	15344	11,6
1000	118,0	18,5	17,3	320,1	15,7	2041	18,0	21847	9,3

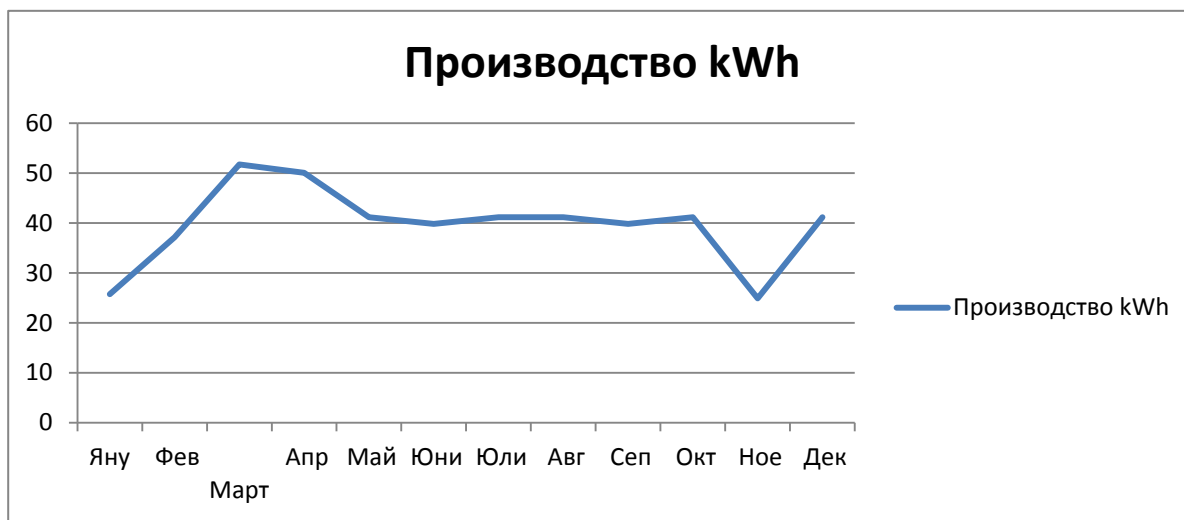
3. Изчисляване на годишното производство на ветрогенератора

След умножаване на часовете в месеца с производството при съответния вятър се получава произведената енергия при съответните стойности. Сумира се стойността на произведената енергия за всички месеци за да бъде получена енергията произведена от ветрогенератора за една година, която е 475 kWh (табл. 2).

Табл. 2. Произведена енергия kWh по месеци при съответната скорост на вятъра

	Произведена енергия kWh при съответната средна скорост на вятъра												общо за годината
	Яну	Фев	Март	Апр	Май	Юни	Юли	Авг	Сеп	Окт	Ное	Дек	
h/mon	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	
m/s	3	3,5	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3,5	
W	34.6	55.3	69.5	69.5	55.3	55.3	55.3	55.3	55.3	55.3	34.6	55.3	
kWh	25,7	37,1	51,7	50	41,1	39,8	41,1	41,1	39,8	41,1	24,9	41,1	475

Годишният производствен потенциал на ветрогенератора има вида показан на диаграмата на фиг. 2, като по ординатата е дадена енергията във kWh.



фиг. 2 Годишен производствен потенциал на конкретен ветрогенератор

4. Глобален вятърен атлас

Друг начин за изчисляване на годишното производство на ветрогенератор е „Глобалният вятърен атлас (GWA 2.0)“. Предоставя нови глобални набори от данни за вятърните ресурси, отчитащи климатология и топография с висока резолюция и използващи единна и документирана методология. GWA 2.0 е специално проектиран за планиране и моделиране на вятърната енергия на национално, регионално и глобално ниво. Той може да се използва за идентифициране на потенциални райони с висока вятърна енергия за производство на вятърна енергия почти навсякъде по света и да се извършат предварителни изчисления. Атласът обаче не може да бъде използван за точно прогнозиране на специфични вятърни турбини и вятърни паркове.

На фиг. 2 е показана извадка от атласа на която се вижда, че усреднената плътност на вятъра за района на град София квартал Враждебна е 75W/m^2 . При известен диаметър на инсталираната турбина нейната площ ще бъде:

$$(1) A_T = \pi \left(\frac{D_T}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{2,5}{2}\right)^2 = 4,9 \text{ m}^2 \text{ където:}$$

A_T – площ на турбината;

D_T – диаметър на турбината.

Турбина с площ $4,9\text{m}^2$ ще бъде „атакувана“ с:

$$(2) P_T = A_T \cdot P_B = 4,9 \cdot 75 = 367,5 \text{ W където:}$$

P_T – Мощността, която носи вятърът през площта на турбината;

P_B – Мощността, която носи вятърът през площ 1m^2 .

Усвоената мощност от конкретна турбина с площ $4,9\text{m}^2$ ще бъде:

$$(3) P_M = P_T \cdot \eta_T = 367,5 \cdot 0,3 = 110,25 \text{ W} \text{ където:}$$

P_M – мощността, която ще усвои турбината (механична мощност);

η_T – коефициент на преобразуване (усвояване) на турбината.

Електрическата мощност, която ще произведе генератора:

$$(4) P_{ел} = P_M \cdot \eta_G = 110,25 \cdot 0,6 = 66 \text{ W} \text{ където:}$$

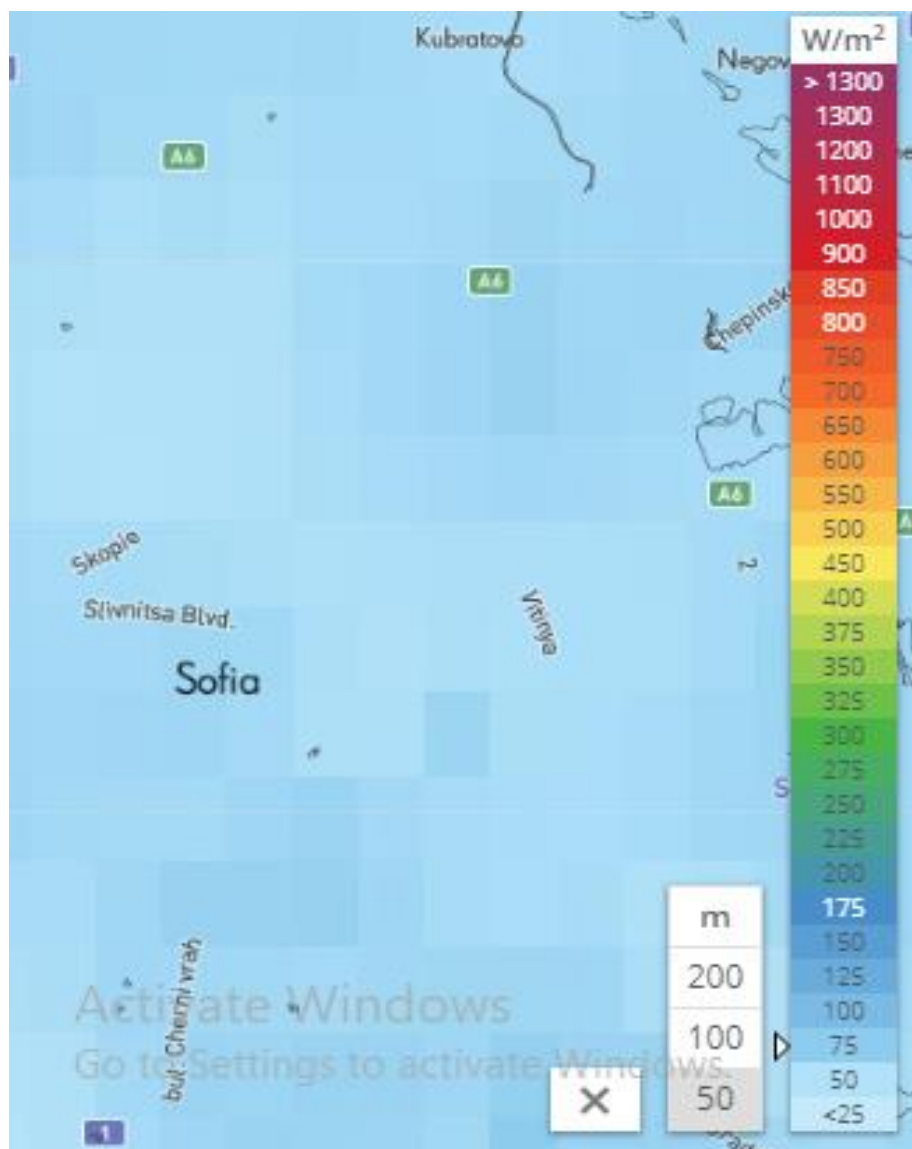
$P_{ел}$ – електрическата мощност произведена от генератора;

η_G – коефициент на преобразуване на генератора (КПД/100).

Годишното производство от ветрогенератора ще бъде:

$$(5) E_G = P_{ел} \cdot 24 \cdot 365 = 66 \cdot 8760 = 578160 \text{ Wh} \text{ или } 578,1 \text{ kWh/г, където:}$$

E_G - Годишното производство на ветрогенератора;



фиг. 3 Извадка от Глобалният вятърен атлас (GWA 2.0)

Изводи

Използвани са два коренно различни метода за изчисляване на годишното производство на ветрогенератор.

Първи метод – Използване на информация от метеорологичните служби за ветровата обстановка в даден район. Резултат - 475 kWh/г.

Втори метод – Използване на информация от „Глобален вятърен атлас (GWA 2.0)“, който предоставя набори от данни за вятърните ресурси. Резултат - 627,7 kWh/г.

Изчислените по двата метода стойности са близки, което подсказва за достоверност на метода за пресмятане.

Получените данни могат да бъдат използвани за пресмятане при изграждане на алтернативен енергиен източник за обезпечаване на енергийните нужди на сграда;

Получените данни могат да бъдат използвани или за пресмятане на възвръщаемостта на такъв тип автономна енергийна система;

Източници:

[1] Златков М., А. Кирова, И. Божичкова, П. Костадинов, Икономически разчет при изграждането на алтернативен енергиен източник за обезпечаване на енергийните нужди на сграда, XXIV-та Международна научна конференция „Транспорт 2019“

[2]<https://mtc-aj.com/library/1122.pdf>

[3]<https://www.windfinder.com/windstatistics/sofia-vrazhdebna>

[4]<https://www.windfinder.com/wind/windspeed.htm>

[5] В. Димитров, Изследване на синхронни генератори – лабораторен стенд, Н.сп. “Механика, Транспорт, Комуникации”, том 11, брой 3, 2013 г., стр.Х-34 – Х-41

[6] Димитрова Е., Г. Чернева, Моделиране на процеса на управление на технически системи, Н.сп. “Механика, Транспорт, Комуникации”, том 11, бр. 3, 2013, стр. DS-41 – DS-46

[7] В. Димитров, Системи за мониторинг и управление на електроенергийната ефективност, Монография, София, Изд. Авангард прима, 2019

[8] Димитрова Е., Синтез на системи за мониторинг и управление на сложни технически обекти с цел осигуряване на максимална ефективност, Н.сп. „Механика, Транспорт, Комуникации“, том 12, бр.3/2, 2014, стр. XI-75 – XI-80

[9] Cherneva G. Решения енергетического кризиса в Болгарии – проблемы и перспективы. Proceedings of the XV International Scientific Conference Crises Situations Solution in Specific Environment, ŽU, Žilina, 2. – 3. 06. 2010, ISBN 978-80-554-0201-7, p. 261-265

[10] Георги Димитров, Иван Миленов, Специфични особености при използване на инсталации за добив на енергия от възобновяеми източници в населените места, Русенски университет "Ангел Кънчев", Научна конференция РУ & СУ '16, 28-29 октомври 2016 г., Научни трудове на Русенски университет - 2016, том 55, серия 3.1, Електротехника, електроника и автоматика, SAT-10.326-1-EEEE-03, Русе, 2016, ISSN 1311-3321, стр. 19-25

ANNUAL PRODUCTION OF SMALL WIND TURBINE ACCORDING TO WIND SPEED

Martin Zlatkov
dj_marti79@mail.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
Sofia1574, str. "Geo Milev" 158
BULGARIA*

Key words: *Wind turbine, generator, energy, efficiency, propellers, synchronous, renewable, energy, sources, renewable energy, blade, wind generator.*

Abstract: *The report proposes two methods for calculating the mass and annual production of small wind turbines. The calculation is performed according to the technical parameters of the wind turbine used and data for the meteorological situation at a given location.*

The first method is a sample of the wind speed by months. At the respective wind speed, the wind power output is measured. Days with the corresponding wind speeds are converted in hours per month, then multiplied by the wind power generated by the wind power to produce the energy produced for the month. After summing up the generated energy for all months, it is also the annual energy production.

The second method uses the "Global Wind Atlas (GWA 2.0)". The formulas that make up the calculation methodology are described in detail.

In parallel, a trial with the relevant data and parameters was also performed. Suggested meteorological data and technical parameters of a specific wind turbine are given.

This value is useful because it gives information about the annual electricity saved as well as the period of return of the investment made to build the wind farm.