

## Изследване на нивата на вредните емисии от консумацията на електроенергия и зарежданите горива от газстанциите в страната

Людмил Михайлов, Стоян Манолов, Иван Белоев, Борислав Савчев

**Study of the levels of harmful emissions from the consumption of electricity and fuel from the gas station in the country:** This paper examines the level of exhaust emissions from a typical gas station in the country, including the consumption of electricity for its own needs (about 600 tCO<sub>2</sub>) and after the burning of the fueled gas by cars (over 7400 tCO<sub>2</sub>). An estimation of the reduction of harmful emissions has been done in the event that power supply to a gas station from a photovoltaic source or co-generator is used.

**Keywords:** gas stations; harmful emissions; renewable energy sources.

### Въведение

В света годишно се отделят около 22,52 милиарда тона CO<sub>2</sub> [4]. Дялът на сектор „Транспорт“ от общите емисии парникови газове за 2012 год. на държавите от Е 28 е 19,1 % [1]. Основен замърсител е автомобилният транспорт, който е ползвал за 2011 год. 91,5% от общо употребеното количество енергия в сектора [3]. Транспортният сектор трябва до 2030 год. да намали емисиите на парникови газове с около 20% под нивото им от 2008 год. Като се има предвид значителното нарастване на емисиите от транспорт през последните две десетилетия, това би ги довело до ниво с 8% над това от 1990 год [3]. Един от пътищата за намаляване на вредните емисии е да се използва все повече природния газ, биогоривата, биогаз, комбинирано енергозахранване на зарядните станции. За да се управлява този процес е необходимо да се подложат на системни изследване нивата на вредните емисии от консумацията на електроенергия и зарежданите горива от газстанциите в страната. Съгласно [2] приетите еталонни стойности на коефициента на екологичен еквивалент на енергоресурси и енергия са представени в табл.1, които са базисни данни за оценка на степента на замърсяване на околната среда от горивата.

Ресурс, енергия	Коефициент $f_i$	Ресурс, енергия	Коефициент $f_i$
	gCO <sub>2</sub> /kW.h		gCO <sub>2</sub> /kW.h
Биогаз	311		
Природен газ	247		
Пропан-бутан	272		
Електроенергия	683	Електромобили	683
Фотоволтаични източници	60	Ветрогенератори	40

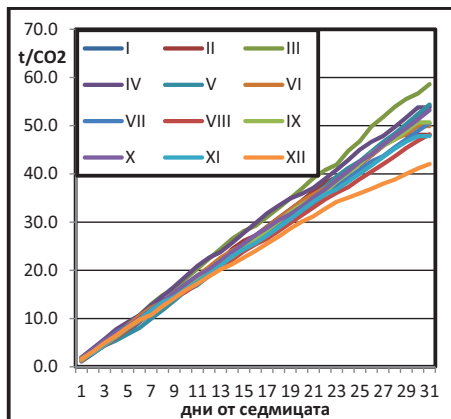
Всяка газстанция се осигурява с електрическа енергия за собствени нужди. Производството на електрическа енергия предварително води до замърсяване на околната среда. Потоците от природен газ, с които се зареждат автомобилите, след изгарянето им също замърсяват околната среда. Зареждането на автомобилите с електрозадвижване (АЕЗ), в зависимост от източника на електрическата енергия (от електроенергийната система, фотоволтаичен източник, ветрогенератор, когенератор и пр.), също, макар и в различна степен замърсяват околната среда.

**Резултати от проучването**

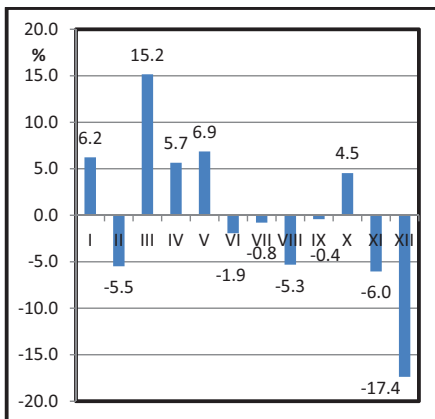
За обект на изследването е избрана действаща газстанция. Събрани са данни за месечната и годишна консумация на електроенергия от обекта и продажбите на природен газ, които са изходни за оценката на нивата на отделяните и възможната степен на намаляване на вредни емисии.

**1. Вредни емисии от разход на ел.енергия за собствени нужди**

Нивото на вредните емисии, дължащи се на разхода на електроенергия за собствени нужди от газстанциите, е зависимо от денонощния, месечен и годишен разход на електроенергия. Интегралните потоци от вредни емисии към всеки един ден и общо за даден месец от годината са представени на фиг.1. Те са адекватни на дневният разход на електроенергия по месеците от годината.



**Фиг.1. Интегрални потоци от вредни емисии към всеки един ден и общо за даден месец от годината**



**Фиг.2. Проценти на отклонение на вредните емисии спрямо средния годишен поток**

Определени са и процентите на отклонение на вредните емисии спрямо средния годишен поток (фиг.2). Диапазонът на вариране на отклоненията е между -17,4 % (м. декември) и +15,2 % (м. март). Всяка една от графиките на потоците е екстраполирана и се представя с полином от четвърта степен (табл.2).

**Таблица 2**

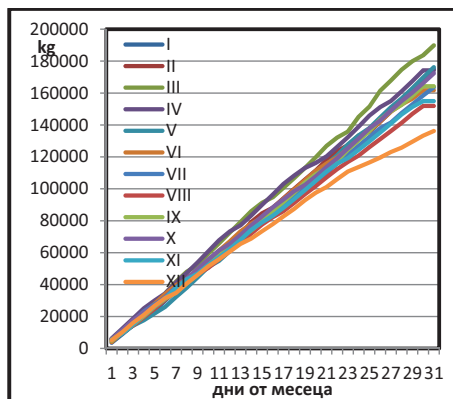
Месец	Модел	Статистическата оценка R <sup>2</sup>
I	$y = 3E-05x^4 - 0,0015x^3 + 0,0271x^2 + 1,5466x - 0,4886$	R <sup>2</sup> = 0,9998
II	$y = 2E-05x^4 - 0,0017x^3 + 0,0347x^2 + 1,4863x + 0,0417$	R <sup>2</sup> = 0,9995
III	$y = -1E-05x^4 + 0,0009x^3 - 0,0228x^2 + 2,0779x - 0,9949$	R <sup>2</sup> = 0,9992
IV	$y = 2E-05x^4 - 0,0012x^3 + 0,0197x^2 + 1,7502x + 0,2149$	R <sup>2</sup> = 0,9993
V	$y = 5E-05x^4 - 0,0037x^3 + 0,0941x^2 + 0,8355x + 0,7779$	R <sup>2</sup> = 0,9998
VI	$y = -1E-05x^4 + 0,0009x^3 - 0,0221x^2 + 1,9254x - 0,6227$	R <sup>2</sup> = 0,9998
VII	$y = -4E-06x^4 + 0,0003x^3 - 0,0059x^2 + 1,6556x + 0,2734$	R <sup>2</sup> = 0,9998
VIII	$y = -1E-05x^4 + 0,0009x^3 - 0,0228x^2 + 2,0779x - 0,9949$	R <sup>2</sup> = 0,9992
IX	$y = -2E-05x^4 + 0,0009x^3 - 0,0084x^2 + 1,6547x - 0,2429$	R <sup>2</sup> = 0,9996
X	$y = 7E-06x^4 - 0,0002x^3 - 0,0006x^2 + 1,7143x + 0,0607$	R <sup>2</sup> = 0,9998
XI	$y = -4E-05x^4 + 0,0023x^3 - 0,0446x^2 + 1,9352x - 0,5706$	R <sup>2</sup> = 0,9996
XII	$y = -2E-05x^4 + 0,0007x^3 - 0,0164x^2 + 1,6822x - 0,0275$	R <sup>2</sup> = 0,9997
Средни дневни	$y = -0,0007x^2 + 1,7849x - 0,2365$	R <sup>2</sup> = 1

	I	II	III	IV	V	VI
kWh	79163	70433	85817	78735	79637	73088
t/CO <sub>2</sub>	54,1	48,1	58,6	53,8	54,4	49,9
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
kWh	73938	70564	74214	77906	70022	61572
t/CO <sub>2</sub>	50,5	48,2	50,7	53,2	47,8	42,1
Годишен разход на електроенергия, kWh			895089	Отделяни вредни емисии през годината, t/CO <sub>2</sub>		611,3

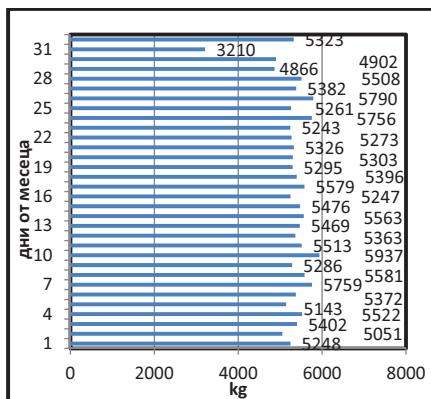
Резултатите от анализа са обобщени и представени в табл.3. Годишният разход на електроенергия е 895089 kWh, сумарното количество отделяни вредни емисии - 611,3 t/CO<sub>2</sub>, при еталонни стойности на коефициента на екологичен еквивалент 683 gCO<sub>2</sub>/kWh.

## 2. Вредни емисии от зареждания природен газ

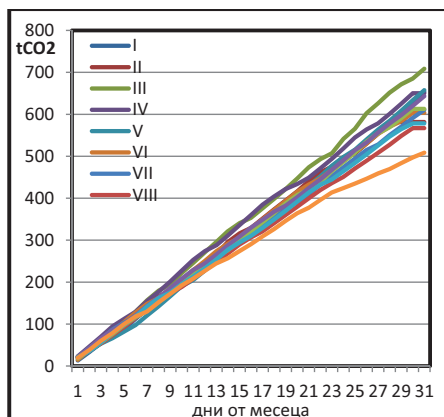
При зареждане на автомобилите, след изгарянето на природния газ, в околната среда се отделя съответното количество вредни емисии. Отчитането на газта е в килограми, коефициентът на екологичен еквивалент е 247 gCO<sub>2</sub>/kWh. Килограм природен газ при изгаряне отделя 54393 kJ/kg топлина, или 15,11 kWh/kg. В дадената газстанция в течение на годината са продадени примерно 1980285 kg природен газ. Потоците по дните от всеки месец с натрупване, в графичен вид, са показани на фиг.3. Средните дневни продажби на природен газ са между 3210 kg 5977 kg (фиг.4). Като са използвани данните от фиг. 3 и фиг.4, са определени интегралните потоци от вредни емисии при изгаряне на продадения природен газ по дни и за даден месец от годината. Представени са на фиг.5. Сумарно по месеци варират между 508 t/CO<sub>2</sub> и 709 t/CO<sub>2</sub>. Отклонението на отделяните вредни емисии спрямо средните дневни за годината в % са представени на фиг.6. След екстраполация на графиките от фиг.5, са получени полиномите, представящи в аналитичен вид разпределението на вредните емисии, генерирани от изгарянето на природния газ емисии (табл.4).



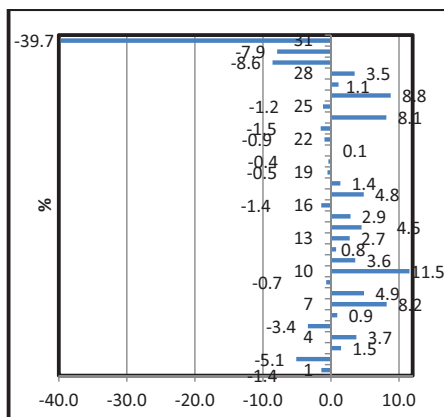
**Фиг.3. Интегрални потоци от продадените количества природен газ по дни и за даден месец от годината**



**Фиг.4. Средни дневни продажби на природен газ**



**Фиг.5. Интегрални потоци от вредни емисии при изгаряне на продадения природен газ по дни и за даден месец от годината**



**Фиг. 6. Отклонение на отделяните вредни емисии спрямо средните дневни за годината**

**Таблица 4**

Месец	Модел	Статистическата оценка R <sup>2</sup>
I	$y = 0,0003x^4 - 0,0183x^3 + 0,3282x^2 + 18,697x - 5,9073$	R <sup>2</sup> = 0,9998
II	$y = 0,0003x^4 - 0,02x^3 + 0,42x^2 + 17,969x + 0,5045$	R <sup>2</sup> = 0,9995
III	$y = -0,0001x^4 + 0,0114x^3 - 0,2759x^2 + 25,121x - 12,027$	R <sup>2</sup> = 0,9992
IV	$y = 0,0007x^4 - 0,0395x^3 + 0,6781x^2 + 18,379x + 6,9231$	R <sup>2</sup> = 0,9995
V	$y = 0,0006x^4 - 0,0445x^3 + 1,1377x^2 + 10,1x + 9,4044$	R <sup>2</sup> = 0,9998
VI	$y = -0,0002x^4 + 0,011x^3 - 0,2666x^2 + 23,277x - 7,5284$	R <sup>2</sup> = 0,9998
VII	$y = -5E-05x^4 + 0,0033x^3 - 0,0719x^2 + 20,015x + 3,3047$	R <sup>2</sup> = 0,9998
VIII	$y = -6E-05x^4 + 0,0017x^3 - 0,0103x^2 + 18,997x + 0,2899$	R <sup>2</sup> = 0,9997
IX	$y = 0,0001x^4 - 0,0091x^3 + 0,2568x^2 + 17,744x + 0,582$	R <sup>2</sup> = 0,9998
X	$y = 9E-05x^4 - 0,0024x^3 - 0,0073x^2 + 20,725x + 0,7338$	R <sup>2</sup> = 0,9998
XI	$y = -0,0001x^4 + 0,0085x^3 - 0,1959x^2 + 21,226x - 3,5243$	R <sup>2</sup> = 0,9998
XII	$y = -0,0002x^4 + 0,0079x^3 - 0,1984x^2 + 20,337x - 0,3327$	R <sup>2</sup> = 0,9997

**Таблица 5**

**Нива и разпределение на продажбите на природен газ и отделяните вредни емисии от изгарянето на газта по месеци през годината в типова газстанция**

	I	II	III	IV	V	VI
Продаден природен газ по месеци, kg	175139	155825	189860	174193	176189	161700
Отделени вредни емисии, t/CO2	654	582	709	650	658	603
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продаден природен газ по месеци, kg	163579	156115	164191	172358	154915	136221
Отделени вредни емисии, t/CO2	611	583	613	643	578	508
Годишно количество продаден природен газ, kg	1980285		Годишно количество вредни емисии от изгарянето на продадения природен газ, t/CO2			7391

Годишно количество продаден природен газ е 1980285 kg, сумарното количество отделяни вредни емисии - 7391 t/CO<sub>2</sub>, при еталонни стойности на коефициента на екологичен еквивалент 247 gCO<sub>2</sub>/kW.h.

### 3. Влияние върху нивото на вредните емисии при използване на ФВЕ и ВРЕ

Използването на ФВЕ и ВРЕ за хранване на газстанциите с електроенергия за собствени нужди, зареждането на АЕЗ, монтирането на когенераторни станции за хранването на газстанциите и зареждането на АЕЗ, могат да доведат до намаляването на вредните емисии, генерирани от газстанциите при настоящите схеми на енергоосигуряването им.

Използване на ФВЕ. Приема се, че ФВЕ ще се изгражда поетапно. Наапример на първия етап се въвежда ФВЕ с 100 kWp. Месечното електропроизводство на източника по данни от [5], е дадено в табл.6. Очакваното намаление на вредните емисии е 80,76 t CO<sub>2</sub>.

**Таблица 6**  
**Очавано ниво на намаляване на вредните емисии при електрозахранване на газстанцията от фотоволтаичен източник**

	I	II	III	IV	V	VI	VII
kWh/ден	172	210	334	437	475	499	494
kWh/месец	5332	5880	10354	13110	14725	14970	15314
683 g/kWh	3,64	4,02	7,07	8,95	10,06	10,22	10,46
40 g/kWh	0,21	0,24	0,41	0,52	0,59	0,60	0,61
Намаление	3,43	3,78	6,66	8,43	9,47	9,63	9,85
	4,93	4,21	3,05	1,95	1,28		
	VIII	IX	X	XI	XII	Общо	
kWh/ден	493	421	305	195	128		
kWh/месец	15283	12630	9455	5850	2688		
683 g/kWh	10,44	8,63	6,46	4,00	1,84	85,78	
40 g/kWh	0,61	0,51	0,38	0,23	0,11	5,02	
Намаление	9,83	8,12	6,08	3,76	1,73	80,76	

**Таблица 7**  
**Очавано ниво на намаляване на вредните емисии при електрозахранване на газстанцията от когенератор**

	I	II	III	IV	V	VI	VII
kWh/месец	212784	192192	212784	205920	212784	205920	212784
683 g/kWh	145,33	131,27	145,33	140,64	145,33	140,64	145,33
247 g/kWh	52,56	47,47	52,56	50,86	52,56	50,86	52,56
Намаление	92,77	83,80	92,77	89,78	92,77	89,78	92,77
	4,93	4,21	3,05	1,95	1,28		
	VIII	IX	X	XI	XII	Общо	
kWh/месец	212784	205920	212784	205920	212784	2505360	
683 g/kWh	145,33	140,64	145,33	140,64	145,33	1711,16	
247 g/kWh	52,56	50,86	52,56	50,86	52,56	618,82	
Намаление	92,77	89,78	92,77	89,78	92,77	1092,34	

Монтиране на когенерационна станция. Планира се инсталирането на КГС с изходна електрическа мощност 519 kW. Максималното количество електроенергия, което може да произведе КГС през годината е 4546440 kWh. Приема се, че ще се

поставят два агрегата, като единият работи непрекъснато, а вторият е резервен и ще се включва до 2 часа дневно. Изчислителната мощност е 286 kW. Общото количество произведена електроенергия ще бъде 2505360 kWh, икономииите на вредни емисии 1092 tCO<sub>2</sub> (табл.7).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Газстанциите са значителен консуматор на електроенергия (годишно около 900 MWh/год). При захранване от електроенергийната система годишно се генерират около 600 tCO<sub>2</sub>. Намаляването на вредните емисии, произтичащи от консумацията на ел. енергия за собствени нужди, може да се постига чрез използването на възобновяеми енергийни източници (ВИЕ)от обектите.

2. Получените полиноми-модели на генерираните потоци от вредни емисии от газстанциите могат да се използват за разработване на технико-икономически модели и софтуер за проектиране на системи за комбинирано енергопроизводство и ВИЕ, с оглед ефективното енергоосигуряване и намаляването на вредните емисии от обектите.

3. Годишно чрез дадена газстанция се продават около 2000 t природен газ, изгарянето на който от автомобилите води до замърсяването на околната сред с над 7400 tCO<sub>2</sub>. Намаляването на вредните емисии, произтичащи от изгарянето на природния газ, може да постигне чрез увеличаването и използването на възобновяеми енергийни източници (ВИЕ) за зареждане на автомобили с електрозадвижване.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] INT/660-661. Емисиите на CO<sub>2</sub> от пътнически и товарни автомобили. Брюксел, 12 декември 2012 г.

[2] Наредба 16.

[3] Cars.bg / Elektromobili.bg

[4] Global Emission CO<sub>2</sub>. World Power p. 104-105.

[5] Sanyportal

**Адреси за контакти:** Л. Михайлов – lmihaylov@uni-ruse.bg; Ст. Манолов – stojn.manolov@mgas-bg.com; И. Белоев – ibeloev@uni-ruse.bg; Б. Савчев – borislav.savchev@mgas-bg.com].

**Докладът е рецензиран.**