

## СЪДЪРЖАНИЕ

ТРЕТИРАНЕ НА ОТПАДЪЧНИТЕ ВОДИ ОТ ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ“, НОРМИ И ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ПОВЪРХНОСТНИТЕ ВОДИ <b>Елеонора Петрова, Иван Иванов</b>	<b>3</b>
ПРЕГЛЕД ОТНОСНО БЕЗОПАСНОСТТА И ОПАЗВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА НА КОНВЕНЦИОНАЛНИ И ВЪЗОбНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕНЕРГИЯ <b>Цветелина Богоева, Иван Иванов</b>	<b>7</b>
УПРАВЛЕНИЕ И БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНАТА СИСТЕМА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОБЕКТИ И СИСТЕМИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ ОТ БАТЕРИИ <b>Ирена Белорешка</b>	<b>13</b>
КАЧЕСТВО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ В ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНА СИСТЕМА, ЗАХРАНВАЩА ХИПЕРМАРКЕТ <b>Светлана Цветкова, Анна Георгиева, Ваня Петрова, Ангел Петлешков</b>	<b>18</b>
МОНИТОРИНГ НА ЕМИСИИТЕ ОТ ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ“ И АНАЛИЗ НА СЪОТВЕТСТВИЕТО ИМ С ЕВРОПЕЙСКОТО И НАЦИОНАЛНОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО <b>Иван Иванов, Елеонора Петрова</b>	<b>26</b>
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ТРОЛЕЙБУС SKODA 26TR SOLARIS” <b>Георги Павлов, Любомир Секулов, Мартина Томчева</b>	<b>30</b>
СВЕТЛОТЕХНИЧЕСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ В БЪЛГАРИЯ <b>Георги Павлов, Любомир Секулов, Мартина Томчева</b>	<b>34</b>



ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

## **ТРЕТИРАНЕ НА ОТПАДЪЧНИТЕ ВОДИ ОТ ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ”, НОРМИ И ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ПОВЪРХНОСТНИТЕ ВОДИ**

докторант. инж. Елеонора Петрова, Технически Университет – София проф. д-р  
инж. Иван Иванов, Технически Университет – София

## **TREATMENT OF WASTE WATER FROM TPP “BOBOV DOL”, NORMS AND POLLUTION OF SURFACE WATERS**

Eng. Eleonora Petrova, PhD

Sofia Prof. Dr. Ivan Ivanov, Technical University of Sofia

### **Abstract**

*One of the main technical and environmental issues facing TPPs, not subject to deferral decision is to improve wastewater treatment in their operation, and achieve a higher degree of compliance with the EU and national legislation. This applies also to TPP “Bobov Dol”, which is one of the basic power generation capacity in Bulgaria.*

*The report presented briefly the sources of water for cooling, industrial, drinking water and fire water for plant - dam “Djakovo” and Dzherman River. Primary sources are addressed and the parameters of the four flow technological wastewater in TPP “Bobov Dol”: systems for purification and desalination of water production; hydraulic systems for ash and slag pots; system of the liquid fuels storage and systems for cooling equipment not related to closed cycle cooling. Data is given for the constructed treatment facilities on the plant’s site and general information for discharged wastewater of them in the Razmetanitsa River.*

*A comparative analysis of discharged wastewater to current standards and requirements of the EU and national legislation. They are given conclusions and recommendations to the operation of the plumbing system and hydro- technical facilities of TPP “Bobov Dol”.*

### **УВОД. ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ“ В ЕНЕРГЕТИКАТА НА БЪЛГАРИЯ**

ТЕЦ „Бобов дол“, разположена близо до Мина Бобов дол, югозападно от с. Големо село е една от основните електропроизводствени мощности в България. Според Доклада на Световната банка „България. Преглед Енергетика-Околна среда“ страната след 2006 г. тя е с участие 645 MW в мощностния баланс (заема около 6 %) и средно с около 1600 GWh/y в енергийния баланс (заема около 3,5 %). Участието на възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) в електропроизводство нараства през последните години в страната, но ще

се запазва и занапред водещата роля на ТЕЦ в електроенергийната структура. От екологична гледна точка проблемът с влиянието на ТЕЦ върху околната среда е все по-актуален във връзка с глобалните климатични промени и нарастващите изисквания в ЕС и в национален мащаб за ограничаването му.

Един от основните технико-екологични въпроси пред ТЕЦ у нас, за неподлежащо на отлагане решение е подобряване третирането на отпадъчните води при експлоатацията им, и постигане по-висока степен на съответствие с изискванията на законодателството на ЕС и на Р България.

Това се отнася и за ТЕЦ „Бобов дол“, която е предмет на анализ от тази гледна точка в настоящия доклад.

### **ИЗТОЧНИЦИТЕ НА ВОДИ ЗА НУЖДИТЕ НА ТЕЦ “БОБОВ ДОЛ”**

Кратко, източниците на води за охлаждане, промишлено, питейно водоснабдяване и противопожарни нужди на централата - язовир ”Дя- ково” и р. Джерман, могат да бъдат представени, както следва:

Язовир ”Дяково” е изграден на р.Друмска”, десен приток на р.Тополница, в землището на с.Дяково с общ обем около 35 млн. м<sup>3</sup>. В него постъпват води от реките Бистрица и Отовица. Водоснабдяването за ТЕЦ ”Бобов дол” от язовира се осъществява чрез водоснабдителна деривация ”Дяково” и открит трапецовиден канал с дължина около 300 m. Разрешеното водно количество за потребление от язовир ”Дяково” е до около 0,6 м<sup>3</sup>/s. Лимитът на ползваната вода е до 6 млн м<sup>3</sup>/год, от които около 68 % за охлаждане, 20 % за промишлени цели и около 12 % за питейно-битови нужди. Режимът за ползване е непрекъснат денонощно и целогодишно. Количеството на ползваната вода от язовира се измерва от две лимнографски станции.

Река Джерман е ляв приток на р.Струма с параметри на оттока при пункта на водохващането: средно водно количество около 4,5 м<sup>3</sup>/s и водно количество 2,5 м<sup>3</sup>/s с обезпеченост 95 % . Водохващането за ТЕЦ ”Бобов дол” на р.Джерман с Qзастр. = 1,15 м<sup>3</sup>/s е на кота 480,0 m в местността ”Карабюлюк”, на 15 km от устието на реката, в землището на гр.Дупница. Водоснабдяването се осъществява посредством Пом- пена станция ”Джерман”, подземни напорни тръбопроводи и подземна деривация ”Джерман”. По данни за 2005 г., съгласно разрешителното за водоползване, разрешеното водно количество от р.Джерман е около 0,5 м<sup>3</sup>/s (97 % s за охлаждане и 3 % за промишлени нужди). Лимитът на ползваната вода е около 12 млн м<sup>3</sup>/год. Режимът за ползване непре- къснат денонощно и целогодишно при наличен воден отток в реката.

### **ИЗТОЧНИЦИ И ПАРАМЕТРИ НА ОТПАДЪЧНИТЕ ВОДИ ОТ ТЕЦ “БОБОВ**

#### **ДОЛ”**

Отпадъчните води (производствени, битово-фекални и дъждовни води) се събират в смесената канализационна система, от която през разпределителна шахта постъпват в сгуроотвал ”Черното езеро”. Из- бистрените води от него чрез помпена станция се връщат обратно в централата. Дебалансните води от ”Черното езеро” преливат (особено при по-продължително дъждовно време) във водоприемника – р.Разметаница.

Площадковата канализация е разделена в отделни участъци, но водите се смесват и се отвеждат в общи колектори до сгуроотвала ”Черното езеро” и след това смесени и утаени се връщат в оборот или се заустват във водоприемника.

Производствените отпадъчни води от ТЕЦ ”Бобов дол” се форми- рат от:

- отпадъчни води от мазутното и маслено стопанства – подават се в сепарираща шахта за пречистване от нефтопродукти и след това се заустват в площадковата канализация и оттам – в ”Черното езеро”;
- отпадъчни води от обезсоляваща инсталация ХВО – характерът им варира от силно алкални до силно кисели. Подават се в неутрали-зационна яма, след което се вливат в ”Черното езеро”;
- отпадъчни води от сгуропепелоизвоза – утаяват се в ”Черното езеро”, и отиват в помпена станция за избистрени води, откъдето се връщат в оборотния цикъл на централата.

Избистрени води от ”Черното езеро” чрез помпени станции постъп- ват в смивна шахта, откъдето заедно със сгуропепелта постъпват в сгуроотвал ”Каменик”. Избистрени води от него се отвеждат към изравнител, откъдето се връщат в оборотния цикъл на централата. Изливане на утаени води от сгуроотвал ”Каменик” в приемника р.Каменишка (при- ток на р.Разметаница), може да стане само при аварийни случаи.

Дъждовният канал, освен дъждовните води от площадката на ТЕЦ

”Бобов дол”, събира и:

- преливни и дренажни води от охладителните кули;
- водите от охлаждането на салниците

- на помпи в турбинен цех;
- водите от климатичната инсталация;
- водите от измиване под лентите в Цех “Въглеподаване”;
- водите от мазутното стопанство (кондензати от грееща пара на мазутни резервоари и от сепарационна шахта);
- водите от миене на варово стопанство на Химичен цех;
- преливни води от аванкамерата на Помпена станция “Каменик 1”.

### **ПРЕЧИСТВАТЕЛНИ СЪОРЪЖЕНИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ЦЕНТРАЛАТА**

На площадката на ТЕЦ “Бобов дол” има няколко локални пречиствателни съоръжения:

- сепарираща шахта за улавяне на евентуално изпуснати нефтопродукти в отпадъчни води от мазутно-масленото стопанство;
- неутрализационна шахта за отпадъчните води от ХВО. Съоръжението е морално и физически остаряло и не е достатъчно ефективно.

Заустваните отпадни води съгласно разрешителното от МОСВ са със следните параметри:

а) от дъждовно-промишлена канализация с битово-фекални води:

- средно за денонощие – 2 880 м<sup>3</sup>/d;
- максимално за час – 120 м<sup>3</sup>/h;
- годишно – 1 051 200 м<sup>3</sup>/а.

б) от помпена станция избистрени (дебалансни) води:

- средно за денонощие – 960 м<sup>3</sup>/d;
- максимално за час – 40 м<sup>3</sup>/h;
- годишно – 350 400 м<sup>3</sup>/а.

Общото количество зауствани води е 1 401 600 м<sup>3</sup>/година.

За да се гарантира спазването на нормите за емисии със заустваните води в р.Разметаница по отношение на показатели: активна реакция и неразтворени вещества, предстои да се изгради ново пречиствателно съоръжение - неутрализационна яма за рН и допълнително утаяване на неразтворените вещества.

Количествата и емисионните ограничения за вредни вещества на заустваните отпадъчни води във водоприемника са регламентирани в КР от 2014 г. на МОСВ – Басейнова дирекция на Западноромански

басейн.

### **ОБООБЩЕНА ИНФОРМАЦИЯ ЗА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВОДИТЕ**

Анализите на отпадъчните производствено замърсени води от отделни локални пречиствателни съоръжения не са известни, но приносят на тези води към общия поток е сравнително малък. Анализите на отпадъчни води в предишни години от дъждовния канал, избистрени води след ПСИВ и води от изравнител “Каменик” показват, че отпадъчните води са сравнително слабо замърсени по отношение на показателите характеризиращи органичното замърсяване (окисляемост, ХПК, БПК<sub>5</sub>). Има надвишаване на показателите за рН, в някои от случаите е надвишено и съдържанието на неразтворени вещества. Останалите показатели отговарят на изискванията съгласно разрешителното.

Охлаждащите води в централата се използват обратно в контур ЦОС (Циркулационна охладителна система). Охлаждащите води са условно чисти.

Битово-фекалните отпадъчни води се формират от производствения персонал и без пречистване се заустват в площадковата канализация, която ги отвежда в “Черното езеро”. Същите не се изпускат директно във водоприемника.

Необходимо е да се прецизира възможността за отделяне на битовите отпадъчни води в отделен поток и реализация на ПСОВ за битови отпадъчни води преди заустването им в “Черното езеро” или в приемника – р.Разметаница.

Дъждовните води, формирани на площадката на ТЕЦ “Бобов дол” са замърсени по показатели в зависимост от района където се формират, като предимно това е с неразтворени вещества. Те се отвеждат в сгуруотвал “Черното езеро” чрез обща канализационна система за всички води от централата. Под основната стена на сгуруотвал “Каменик” е изграден колектор за отвеждане чистите води в р.Каменишка с цел запазване на водния баланс в поречието.

ТЕЦ “Бобов дол” има изготвен план за собствен мониторинг върху качеството на отпадъчните води. Той се провежда от “Лаборатория за отпадъчни води” към Химичен цех по план и изработен

график, приложен към Плана за собствен мониторинг.

Приемник на отпадъчните води от ТЕЦ „Бобов дол“ след утаяването им в сгуроотвал „Черното езеро“, е р.Разметаница. Тя и притоците ѝ са втора категория води в мястото на заустване на отпадъчните води – местност „Царичина“ в землището на с.Голямо село, община Бобов дол в поречието на р.Струма. В по-голямата част от водосборната област и за преобладаващата част от показателите, качеството на водите в поречието на р.Разметаница отговаря на изискванията за втора категория.

На базата на предоставени данни от централата може да се обобщава, че в общия случай има близко съответствие с нормите в европейското и националното законодателство, но се наблюдават отклонения по отделни показатели, макар и непостоянно. Необходимо е да се извърши контрола на водите с по-често извършване на анализи и да се набележат допълнителни препоръки и мерки за по-нататъшно подобряване третирането на отпадъчните води и състоянието на повърхностните води в района на централата.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Директива 91/271/ЕИО на Съвета за отпадъчните води.
- [2] Директива 98/15/ЕО на Комисията от 27 февруари 1998 г. за изменение на Директива 91/271/ЕИО.
- [3] НАРЕДБА № 6 от 9.11.2000 г. за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауставани във водни обекти, обн., ДВ, бр. 97/2000 г., изм. бр. 24 /2004 г.
- [4] Наредба № 10 за издаване на разрешителни за заустване на отпадъчни води във водни обекти и определяне на индивидуалните емисионни ограничения на точкови източници на замърсяване, Обн. ДВ. бр.66/2001 г.
- [5] Комплексно разрешително на ТЕЦ „Бобов дол“ КР №45-Н2-А0- И0/2014 г.
- [6] Техническа документация на ТЕЦ „Бобов дол“.

Маг. инж. Елеонора Петрова Петрова,  
докторант в Електротехнически факултет на Технически Университет – София,  
тел. 965-20-43; e-mail: epetrova@tu-sofia.bg

Проф. д-р инж. Иван Василев Иванов,  
професор в Електротехнически факултет на Технически Университет – София,  
тел. 965-20-43; e-mail: ivec@tu-sofia.bg

ME Eleonora Petrova Petrova,  
PhD student in the Faculty of Electrical engineering of Technical University of Sofia  
tel. +359 2 965 20 99; e-mail: epetrova@tu-sofia.bg

Prof. eng. Ivan Vassilev Ivanov, PhD  
Professor at the Faculty of Electrical Engineering of Technical University of Sofia  
tel. +359 2 965 20 43; e-mail: ivec@tu-sofia.bg

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

## ПРЕГЛЕД ОТНОСНО БЕЗОПАСНОСТТА И ОПАЗВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА НА КОНВЕНЦИОНАЛНИ И ВЪЗОбНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕНЕРГИЯ

гл. ас. инж. Цветелина Богоева, Технически Университет – София проф. д-р инж.  
Иван Иванов, Технически Университет – София

### OVERVIEW ON SAFETY AND ENVIRONMENTAL PRO- TECTION OF CONVENTIONAL AND RENEWABLE EN- ERGY SOURCES

Senior Ass. Prof. Tsvetelina Bogoeva, Technical University of Sofia Prof. Dr. Ivan Ivanov,  
Technical University of Sofia

#### **Abstract**

*On the one hand energy, respectively electricity based on conventional and renewable, energy sources nationwide, are crucial for economic and social development. Considered globally, they are in continuous progress and the pace of their growth outpaced that of industry and other economic sectors. On the other hand the development of the energy sector in many cases creates problems associated with the environment, which become increasingly relevant, particularly with regard to global warming in recent decades.*

*Subject of this report is an overview of the use of conventional and renewable energy sources concerning the safety and environmental impact. From this point of view a brief overview is made on the main advantages and disadvantages of conventional power plants and power generation facilities based on solar, wind and biomass, which have high energy potential in Bulgaria. After analysis of selected basic principles of European and national legislation are presented the opportunities and dynamics of the use of various sources of energy in the country, now and in the larger time interval.*

#### **УВОД. СТРУКТУРА НА ЕНЕРГЕТИКАТА НА БЪЛГАРИЯ**

От една страна енергетиката, респективно електроенергетиката на база конвенционални и възобновяеми източници на енергия в национален мащаб, са определящи за икономическото и социалното развитие. Разгледани в световен мащаб, те се намират в непрекъснат подем и темповете на растежа им изпреварва този на промишлеността и други- те стопански отрасли.

От друга страна развитието на енергийния сектор в редица случаи създава проблеми, свързани с околната среда, които стават все по- актуални, особено във връзка с глобалното затопляне на планетата през последните десетилетия.

Сегашната структура на електронергетиката в България се характеризира с доминиращ дял на енергийните мощности за производство на електрическа енергия на база конвенционални източници на енергия (табл.1), и в перспектива също така, в съответствие с Енергийната стратегия на България до 2020 г. и с европейската политика за интегриране на националните пазари за създаване на добре функциониращи регио- нални пазари, а впоследствие и на общ европейски пазар, т.е. България трябва да се позиционира стабилно на регионалната енергийна карта и да реализира възможностите за износ на електрическа енергия за страните от региона, включително Турция, Гърция, Италия и др. [1].

Таблица 1.

Производство на електроенергия в страната през 2020 г. от АЕЦ, ТЕЦ и ВЕЦ, в ТВтч и в %:

Производство на електроенергия (ТВтч)	2005 г.	2020 г.
Ядрена	18.6	22.3
ВЕИ	4.31	5.8
ТЕЦ, в т.ч. биомаса	21.1	21.6
ОБЩО:	44.0	49.7

Производство на електроенергия (%)	2005 г.	2020 г.
Ядрена	42.3	44.9
ВЕИ	9.8	11.7
ТЕЦ, в т.ч. биомаса	47.9	43.4

И в по-дълъг хоризонт, очакваното нарастващо потребление на електрическа енергия с 8% през 2020 г. и с 23% през 2030 г. спрямо 2005 г., ще се гарантира с изпреварващо производство в страната – съответно с 13% и 32 % до 2020 г. и до 2030 г. От гледна точка на до- миниращи централи, се подчертава горното, понеже се очаква се в пе- риода 2025 – 2030 г. да бъдат изградени заместващи мощности на лиг- нитни въглища с технологии за улавяне и съхраняване на въглероден диоксид. Така, с въвеждането на нови „чисти“ въглищни мощности и на нови ядрени и ВЕИ източници, се очаква емисионната интензивност да спадне от 500 до 156 кг CO<sub>2</sub>/МВтч.

На базата на този кратък сравнителен преглед на използването сега, и очакваното до 2020 и 2030 г., на конвенционални и възобновяеми източници на енергия за производство на електроенергия, по- долу е направен преглед на същите източници относно тяхната безопасност и влиянието им върху околната среда, което систематизиране е цел на настоящия доклад.

#### **Преглед на предимства и недостатъци на електропроизводствени мощности на база конвенционални и възобновяеми енергийни източници**

Като се има предвид целта на Енергийната стратегия: “Постигане на високо- технологична, сигурна и надеждна енергийна система, бази- рана на съвременни

технологии, която да отговаря на европейските критерии, като същевременно използва максимално наличния ресурс в България и защитава в най-висока степен българските потребители” кореспондираща с редица основни европейски документи [2], [3], [4] и отразена в българското законодателство [5], прегледът на основни предимства и недостатъци на електропроизводствените мощности на база конвенционални и възобновяеми енергийни източници (ВЕИ), е относно безопасността и опазването на околната среда, които могат да се разглеждат освен самостоятелно, и като части от ключовите аспекти на приоритетите на стратегията [1], показани на фиг.1.

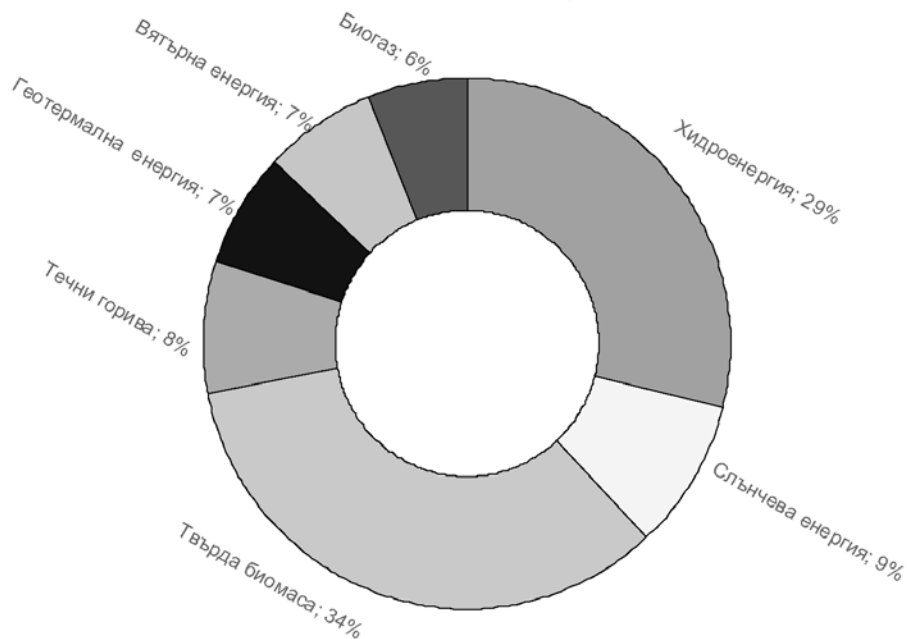


**Фиг. 1. Стратегически приоритети в енергетиката на България [1]**

Рамката на доклада е ограничена до конвенционални електроцентрали на база изкопаеми енергийни източници, и електропроизводствени мощности само на база слънчева енергия, вятърна енергия и твърда биомаса, имащи около 50 % от техническия енергиен потенциал

в България, както е показано на фиг.2 [1]. В следващо по-широко проучване за България, е целесъобразно бъдат обхванати всички ВЕИ и алтернативните енергийни източници - водород, отпадни продукти от технологични процеси и др.

**Дялове на възобновяемите източници от техническия им потенциал в България, %**



**Фиг. 2. Технически потенциал на ВЕИ в България**

Конвенционалните централи предназначени само за производство на електрическа енергия, работещи с органично гориво – въглища, ма-зут и газ (КЕЦ), са с ниска маневреност (пускат се за 3-6 ч), нисък к.п.д. (32-42%) и имат висок (до 50% от номиналния товар при работа на ма-зут и газ, и 70-80% при изгаряне на нискокалорични въглища) технически минимум (минимална мощност за продължителна работа без опасност от повреди на машините и съоръжения), поради това за безопасност се изисква да работят на равномерен товар - между номиналния товар и техническия минимум. Делът на емисиите на парникови газове (ПГ) от всички енергийни дейности, включени в секторите енергетика, индустрия, транспорт, селско стопанство и домакинства, е около 70%. Тези от сектор „Енергетика“ са 40% от общите емисии на ПГ в страната. Електропроизводствените централи и топлофикациите са основните източници и емитират над 25 млн. тона CO<sub>2</sub> годишно, като за 2009 г. емисиите само от въглищните централи са около 20 млн. тона CO<sub>2</sub>.

Въздействието на централите върху околната среда е силно изразено – чрез емисиите в атмосферата, замърсяването на повърхностни и подземни води, с топлинното им въздействие, складирането на прах и шлага от централите, работещи на твърдо гориво се отразява неблагоприятно на литосферата. Предимства относно ефективност и намаляване на въздействието имат топлофикационните централи (к.п.д. достига 65-70%), подаващи на потребителите електрическа и топлинна енергия. В резултат на процедурите за Комплексни разрешителни на централите, осъществени след 2000 г. в съответствие с Европейското и националното законодателство, са въведени т.н. „най-добри налични практики“, регламентирани са програми и сроковете за превантивни и подобряващи мерки, вкл. изграждането на серочистващи инсталации (СОИ), със съответен мониторинг и контрол. Освен това енергийни дружества сега са задължени да участват в европейската Схема за търговия с квоти на емисии на ПГ, на принципа „замърсителят плаща“, за да се насърчи по пазарен начин в енергетиката развитието

и разпространението на нискоемисионни и високоефективни технологии.

Нарастващият дял на ВЕИ е възможност за диверсификация на собствените източници и в съчетание с мерките за енергийна ефективност допринасят съществено за гарантиране на енергийната сигурност, потенциално по-ниски рискове относно безопасността и намаляване на въздействието върху околната среда. Използване на ВЕИ (слънчева енергия, вятърна енергия и твърда биомаса) като напълно заместващи мощности на конвенционалните централи не може да се очаква, не само поради ограничените им технико-технологични и енергийни възможности, но и с оглед на редица други фактори, вкл. социални, териториални, климатични и др. Възможни са обаче рационални екологосъобразни действия, вкл. с отчитане на някои предложения в Алтернативен енергиен сценарий на НПО-Екологично сдружение „За Земята“ [7], показани на фиг.3.



**Фиг. 3. Алтернативна визия за бъдещето на енергийния сектор**

В съответствие с Енергийната стратегия [1], за успешно изпълнение на ВЕИ-целите държавата оказва институционална подкрепа на инвеститори в нови мощности у нас.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Енергийна стратегия на Република България до 2020 г., МС, Со-фия, юни'2011.
- [2] Communication from the Commission to European Council and the European Parliament „An Energy Policy for Europe“{SEC (2007) 12}, Brussels, 10.1.2007 COM (2007) Final.
- [3] Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020.
- [4] Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
- [5] Закон за възобновяемите и алтернативните енергийни източници и биогоривата, Обн. ДВ. бр.49/2007г.
- [6] Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC.
- [7] Алтернативен енергиен сценарий на Екологично сдружение „За Земята“ <http://zazemiata.org/v1/Energija-i-klimat.15.0.html>

Маг. инж. Цветелина Александрова Богоева,  
гл. ас. в Електротехнически факултет на ТУ-София, тел. 965-2113; e-mail: [tbogoeva@tu-sofia.bg](mailto:tbogoeva@tu-sofia.bg)

Проф. д-р инж. Иван Василев Иванов,  
професор в Електротехнически факултет на ТУ-София, тел. 965-2043; e-mail: [ivec@tu-sofia.bg](mailto:ivec@tu-sofia.bg)

ME Tsvetelina Aleksandrova Bogoeva,  
Senior Ass.at Faculty of Electrical engineering of TU-Sofia, tel. +359 2 965-2113; e-mail: [tbogoeva@tu-sofia.bg](mailto:tbogoeva@tu-sofia.bg)

Prof. Dr. Ivan Vassilev Ivanov,  
Professor at Faculty of Electrical Engineering of TU-Sofia, tel. +359 2 965 20 43; e-mail: [ivec@tu-sofia.bg](mailto:ivec@tu-sofia.bg)

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

# УПРАВЛЕНИЕ И БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНАТА СИСТЕМА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОБЕКТИ И СИСТЕМИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ ОТ БАТЕРИИ

Ирена Белорешка,

Ей И Ес България, Магистър по Европейски изследвания

## CONTROL AND BALANCING OF THE ELECTRICITY SYSTEM THROUGH BATTERY-BASED ENERGY STORAGE ARRAYS

Irena Beloreshka, AES Bulgaria, MSc in European Studies

### **Abstract**

*This report aims to present the world-scale achievements in the area of energy storage technologies as well as the opportunities for implementing innovative battery-based solutions for the electricity system, as specified within several generic directions:*

- *Alternative to electricity generation: cold reserve, balancing energy, (reserve for) primary, secondary and tertiary control, voltage control;*
- *Alternative to transmission and distribution: deferral or thorough replacement of investments in the transmission network and distribution grids;*
- *Industrial and commercial application: Demand-charge management and reliability application*

*The report also accentuates the significant benefits for the electricity system and then mentions the main regulatory challenges concerning implementation and operation of such arrays.*

### **УВОД**

Настоящият доклад има за цел да представи съвременните предизвикателства пред управлението и балансирането на електроенергийната система в условията на производство и приоритетно диспечи-

ране на производителите от възобновяеми енергийни източници, както и световните достижения в областта на технологиите за съхранение на енергия, и възможностите за прилагане на иновативни решения, състоящи се от модули на батерии.

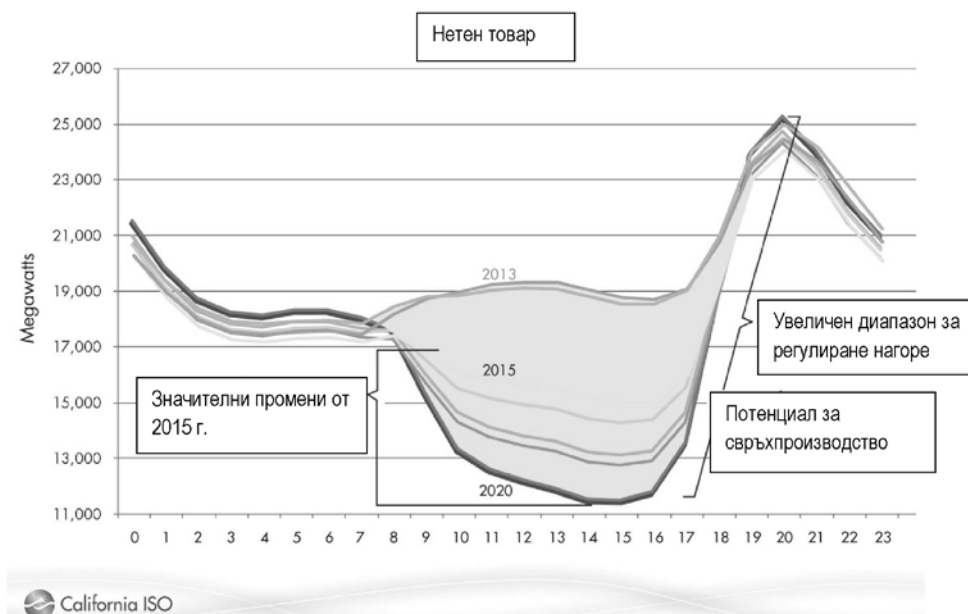
### **ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД УПРАВЛЕНИЕТО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИТЕ СИСТЕМИ**

Електроенергийният сектор, за разлика от секторите транспорт и телекомуникации, претърпява през годините малки структурни изменения в сравнение със своя първоначалния модел, такъв какъвто е изграден в първите години след 1900 г. от Тесла, Уестингхаус и Едисон. По своята същност той продължава да се състои от централизиран производствени единици – електрическите централи и мрежа от електропроводи и съоръжения за пренос и разпределение на електрическа енергия до крайните потребители.

Еволюцията на технологиите за производство, пренос и разпределение на електрическа енергия в съчетание с либерализацията на пазарите поставя

нови предизвикателства, както пред операторите на електроенергийните системи, така и пред всички пазарни участници. Бързото развитие на технологиите за производство на енергия от възобновяеми източници, основно от вятър и слънчева радиация, води до включването в паралел на електроенергийната система на множество на брой по-малки производители, които поради естеството на първичния енергиен източник не са способни да осигурят постоянна мощност и съответно производство. По този начин, и в съответствие с изискванията на европейското законодателство за либерализация, прозрачност и конкуренция на енергийните пазари, традиционният модел преминава към нови форми на организация при администриране на сделките с електрическа енергия, планиране на потреблението на електрическа енергия и подобряване на планирането на състава на генериращите мощности и определянето на балансиращите източници за поддържане на баланса на електроенергийната система. Предизвикателствата пред управлението

на електроенергийните системи са най-ясно изразени на фигурата (Фиг.1) по-долу, изготвена от Независимия Системен Оператор на Щата Калифорния, САЩ (CAISO) в края на 2014 г. „Кривата на патицата“ представя необходимостта съответния оператор на електроенергийната система да разполага с толкова гъвкав доставчик на балансираща енергия – както за предоставяне на услугата „регулиране нагоре“, така и за „регулиране надолу“, който да е способен да изпълни мигновено диспечерската заповед за неговата активация. (Рязката необходимост от активиране на доставчик на балансираща енергия – регулиране нагоре, в конкретния случай, възниква след 16-17 часа, когато обичайно слънцето започва да залязва, което води до рязко намаляване на производствените мощности в паралел на електроенергийната система, а същевременно крайното потребление при домакинствата започва да се повишава.)



Фиг. 1.

## **РЕШЕНИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНАТА СИСТЕМА, ЧРЕЗИЗПОЛЗВАНЕ НА ОБЕКТИ И СИСТЕМИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ ОТ БАТЕРИИ**

Съхранението на електрическа енергия чрез използване на батерии не е новост само по себе си, но използването на енергията, съхранена в (една) батерия и / или система (обект) от взаимно свързани батерии за предоставяне на балансираща енергия на оператора на електроенергийната система и / или допълнителни услуги представлява иновация.

Системата (обект / или съоръжение) за съхранение на енергия съдържа няколко основни компонента, включително батерията / батериите, системите за мониторинг и контрол, и трансформация на енергията. Батериите, които се състоят от отделни клетки се свързват в модули и след това в пакети. Системите за мониторинг и контрол, известни като система за управление на батерията, гарантират безопасната работа и максимизират технико-икономическите показатели на представянето ѝ. Системата за управление на батерията предотвратява презареждането на индивидуалните клетки и контролира процесите на заряд и разряд на батерията.

### **ОБЕКТИТЕ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ ЧРЕЗ БАТЕРИИ – ПРЕДИ И СЛЕД ADVANCIONNAAES ENERGY STORAGE**

Първите обекти за съхранение на електрическа енергия, включително и тези изградени и оперирани от Ей И Ес ЕнерджиСторидж (AES Energy Storage), дъщерно дружество на Ей И Ес Корпорация, САЩ (AES Corporation) – най-големият инвеститор, интегратор и оператор на такива обекти в световен мащаб, представляват и се състоят от компоненти от по 1-2 MW, всеки от които се побира в един контейнер. Следващото поколение на решението на Ей И Ес ЕнерджиСторидж – Advancion, разгръща концепцията за повишаване на надеждността, разполагаемостта и технико-икономическите показатели на цялостната система за съхранение на енергия посредством въвеждането на отворена

архитектура от предварително изпитани и одобрени съвместими компоненти от 40 kW до 80 kW. Така най-малката възлова единица на съоръжението е с „размер“ от 40 kW до 80 kW и в случай на техническа неизправност, извършването на ремонт или нейната подмяна не налага спирането на работа и изключването от паралел на електроенергийната система на целия обект. По този начин се постига оптимална разполагаемост за целия обект – над 98% Еквивалентен фактор за разполагаемост (EAF).

Безспорно другата уникална характеристика на архитектурата на Advancion контролерът „производство – график“. Той разполага със специална програма, която улавя и / или създава сигнал от потоците данни, които пристигат на RTU (Remote Terminal Unit) от оператора на съответната мрежа и могат да съдържат задания за определена стойност на активна мощност, честота, напрежение или реактивна мощност. Тази програма също така инкорпорира данни от електроенергийния пазар в реално време – например, цени, тесни места в мрежата и други фактори, оказващи влияние върху оперативното управление на електроенергийната система. Определени вътрешни параметри могат да бъдат настроени в отговор на предстоящи периоди на сетълмент с високи цени на енергията, с които да се максимизират приходите на обекта. Обратно, предстоящите периоди на сетълмент с ниски цени представляват възможност системата да бъде настроена по такъв начин, че да се запази максимално живота на батериите. Това е ново понятие, което все още не се предоставя от останалите системни интегратори.

Не на последно място, благодарение на функционалностите и надеждността на Advancion операторът на електроенергийната система разполага с доставчик на балансираща енергия и / или допълнителни услуги, който мигновено може да изпълни диспечерското разпореждане.

### **ТЪРГОВСКИ ПРИЛОЖЕНИЯ НА СИСТЕМИТЕ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ**

Формите на търговски приложения на обектите и системите за съхранение на енергия чрез батерии могат да бъдат

обособени в няколко основни родови направления:

- Алтернатива на производството на електрическа енергия: пре- доставяне на същия набор услуги за оператора на електроенергийната система, както традиционния конвенционален производител на електрическа енергия: студен резерв, балансираща енергия, (резерв за) първично регулиране, вторично регулиране, третично регулиране, регулиране на напрежението;
- Алтернатива на електрическите мрежи за пренос и разпределение на електрическа енергия: изграждането и присъединяването на преместваеми обекти и системи за съхранение на електрическа енергия от батерии води до отлагане или цялостното заместване на инвестиции в преносната и / или електроразпределителната мрежа с такива системи и обекти – например на места със значителна сезонност в потреблението на електрическа енергия, за елиминиране на тесни места в мрежата и др.
- Индустриално и търговско приложение: управление на потреблението и резервно хранване, подходящи за големи индустриални енергийни консуматори, затворени разпределителни системи и др.

### **ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД НАЦИОНАЛНАТА РЕГУЛАТОРНА РАМКА**

Действащият Закон за енергетиката, обн. ДВ, 2003 г. с всички негови последващи изменения и допълнения, по същество не създава специална уредба, насърчаваща изграждане и експлоатиране на такива обекти и системи: не е предвидена самостоятелна лицензионна дейност за лицата, които биха изявили желание да я осъществяват, нито приложимата към нея регулаторна рамка и метод на регулиране; не е предвиден самостоятелен ред за присъединяване на такива обекти (предвижда се присъединяването към електрическите мрежи само на обекти на потребители / крайни клиенти и / или производители).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Въвеждането и прилагането на нормативна и регулаторна рамка, която да насърчава изграждането и експлоатацията на обекти и системи за съхранение на електрическа енергия, основаващи се на батерии, за предоставяне на балансираща енергия и / или допълнителни услуги на Независимия Преносен Оператор е ключово за икономическата жизнеспособност на инвестициите в тях в България. Към настоящия момент се изследват възможностите за присъединяване на такива обекти към големите индустриални енергийни консуматори за предоставяне на резервно хранване и допълнителни услуги.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Battery storage for renewables: market status and technology outlook (2015) – The International Renewable Energy Agency (IRENA) – [www.irena.org](http://www.irena.org)

[2] Advancion – Features and Specs: [www.aesenergystorage.com](http://www.aesenergystorage.com)

[3] Energy Storage Roadmap – California (31/12/2014): <http://www.caiso.com/informed/Pages/CleanGrid/EnergyStorageRoadmap.aspx>

Ирена Милчева Белорешка,  
Магистър по Европейски изследвания, Ей И Ес България,  
М +359 888 804 525 | +359 888 74 83 50 E-mail:  
[irena.beloreshka@aes.com](mailto:irena.beloreshka@aes.com), [euromail@abv.bg](mailto:euromail@abv.bg)

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

# КАЧЕСТВО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ В ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНА СИСТЕМА, ЗАХРАНВАЩА ХИПЕРМАРКЕТ

Светлана Цветкова, Анна Георгиева, Ваня Петрова, Ангел Петлешков

## POWER QUALITY IN ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM, SUPPLIED HYPERMARKET

Svetlana Tzvetkova, Anna Georgieva, Vania Petrova, Angel Petleshkov

### **Abstract**

*A study of the power quality indexes in the electrical supply system supplied hypermarket is done in the paper. The aim of the study prove or disprove the theory that faulty electrical plant supplying electricity to consumers.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Електрическата енергия е вид стока, която трябва да бъде доставена на потребителите с определено качество. За потребителите нейното качество се характеризира с непрекъснатост на захранването, постоянна честота, постоянна големина и синусоидална форма на захранващото променливо напрежение. В практиката тези параметри не могат да бъдат строго постоянни, защото им влияят редица системни и случайни фактори.

При окачествяване на електрическата енергия има няколко особености:

- Производството, пренасянето и доставянето практически се извършват в момента на потреблението. Затова системите за производство, пренасяне и разпределение трябва винаги да са в изправност, и в състояние да произведат и доставят необходимата активна и реактивна мощност. Непрекъснатостта на електрозахранването се оценява с показатели за надеждност.
- Всички основни електропотребители са включени и се захранват от обща

електроенергийна система. Честотата в нея се осигурява общо от всички електрически централи, но точното ѝ регулиране се извършва от водещите водоелектрически централи. Потребителите не могат съзнателно да влияят върху честотата на захранващото напрежение.

- За разлика от другите стоки, върху качеството на електрическото напрежение оказват влияние и самите потребители. Генераторите произвеждат електрическа енергия с определена големина и синусоидална форма на променливото напрежение. Но докато достигне до консуматорите, върху качеството на напрежението се отразяват както параметрите на веригите за пренасяне и разпределение, така и работата на самите потребители: при нарастване на товара нарастват загубите на напрежение; при включване на нелинейни консуматори се нарушава синусоидалната форма на тока и напрежението; при несиметричен товар се нарушава симетрията на напрежението. По този начин се про-

меня качеството на напрежението и на съседните потребители, които се захранват по общи електрически вериги.

- Качеството на напрежението е различно в различните точки от електроенергийната система и електроснабдителните системи на потребители-те. Общата техническа закономерност е показателите да се влошават по посока от генераторите към консуматорите на електрическа енергия.
- Качеството на напрежението може да се осигурява само съвместно от производители, снабдители, доставчици и потребители на електрическа енергия, като възможностите и отговорностите са по посочения ред [1].

В доклада е направено изследване на показателите за качество на електрическата енергия в електроснабдителна система захранваща хипермаркет. Целта на проведеното изследване е доказване или опровергаване на теорията, че електрическото предприятие доставя некачествена електрическа енергия до потребителите си.

#### **ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА КАЧЕСТВО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ В ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНАТА СИСТЕМА**

Целта е измерване и анализ на показателите за качество на електрическата енергия в електроснабдителна система, захранваща хипермаркет. Измерването е проведено на извод ниско напрежение в електромерното табло със стационарен анализатор на качеството на електрическата енергия съгласно БДС EN 50160 [2], който позволява откриване и проследяване на потенциални дефекти и повреди в мрежата. Измервателният уред отговаря на IEC 61000-4-30: Измервания за качество на захранването [3]. Приборът дава възможност за запис на: фазните и линейните напрежения, токовете, мощност – активна, реактивна и пълна, честота на захранващото напрежение, отклонение на напрежението, хармонични съставки на напрежението и тока, общо

хармонично изкривяване на напрежението и тока, несиметрия на напрежението и тока, бързи изменения на напрежението, фликер, пропадания и прекъсвания на напрежението.

Включването на измервателният уред е трифазно, директно към захранващото напрежение. За оценка на измерването се вземат под внимание пределните стойности на показателите за качество на електрическата енергия съгласно [1, 2, 4]. Периодът на измерване е една седмица от 18.03 до 25.03, с период на осредняване от 10 минути. За всеки период от 10 минути се определят минималната, средната и максималната стойност на изследваните величини.

От записаните данни от уреда се вижда, че честотата на захранващото напрежение за периода на измерване е почти постоянна, като нейната средна стойност е 50 Hz. Максималната стойност на честотата е 50,11 Hz, а минималната е 49,84 Hz. Максималното отклонение на честотата е -0,16 Hz (-0,32%). Следователно в 100% от измерванията, измерените стойности на честотата на захранващото напрежение напълно отговарят на нормата от 50Hz  $\pm$ 1% (49,5 Hz до 50,5 Hz) за период от една седмица, дадена в [1, 2, 4].

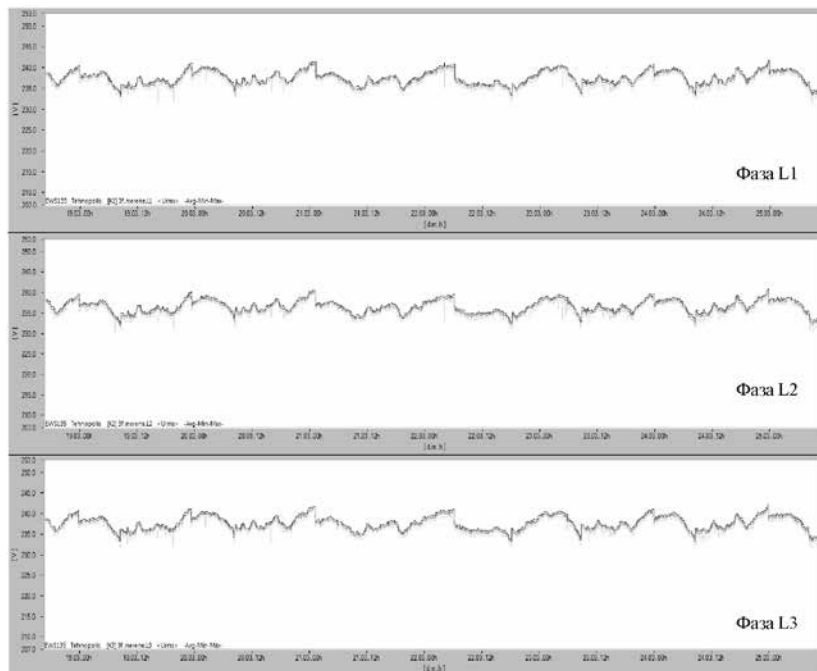
На фиг. 1 са показани минималната, средната и максималната измерена стойност на фазните напрежения - фази L1, L2, L3.

За номинално напрежение, служещо за опорно напрежение се използва напрежение 230 V. Съгласно БДС EN 50160 при нормални условия на работа, с изключение на състояния вследствие повреди или прекъсвания на напрежението, 95% от средните ефективни стойности на захранващото напрежение за 10 минути трябва да бъдат в обхвата на  $\pm 10\% U_n$  период от една седмица, т.е. в диапазона от 207 до 253 V. за всеки

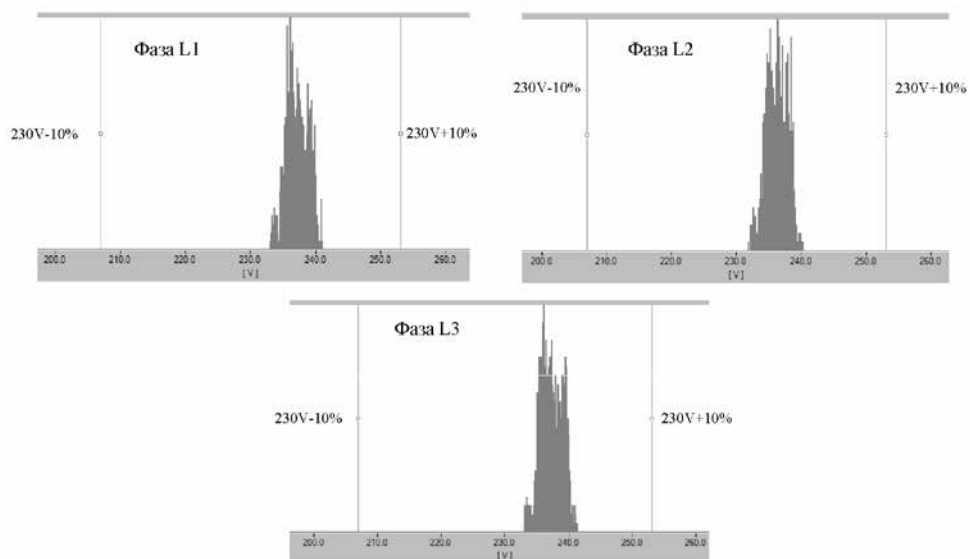
В Таблица 1 са дадени минималната, средната и максималната стойност на напреженията на трите фази. Максималното отклонение на напреженията е съответно: 5,22% за фази L1 и L3 и 4,78% за фаза L2. На фиг. 2 са показани хистограмите на трите фазни напрежения.

Таблица 1

Величина	Фаза	Стойност		
		Мини-мална	Макси-мална	Средна
U, V	L1	230	242	236
	L2	230	241	230
	L3	231	242	235



Фиг. 1. Стойности на фазните напрежения

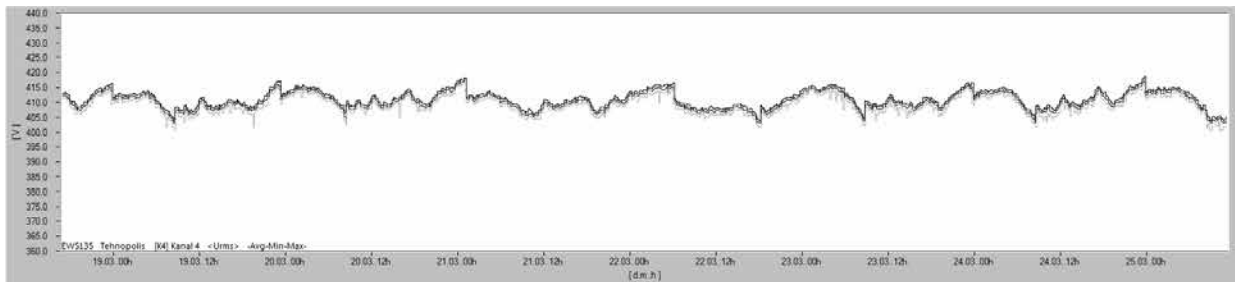


Фиг. 2. Хистограми на фазните напрежения

Вижда се, че 100% от измерените стойности и на трите фазни напрежения са в допустимите граници  $\pm 10\%U_H$ .

На фиг. 3 са показани минималната, средната и максималната измерена стойност на линейното напрежение. За номинално напрежение, служещо за опорно напрежение се използва напрежение 400 V. Съгласно БДС EN 50160 при

нормални условия на работа, с изключение на състояния вследствие повреди или прекъсвания на напрежението, 95% от средните ефективни стойности на захранващото напрежение за 10 минути трябва да бъдат в обхвата на  $\pm 10\%U_H$  за всеки период от една седмица, т.е. в диапазона 360 до 440 V.

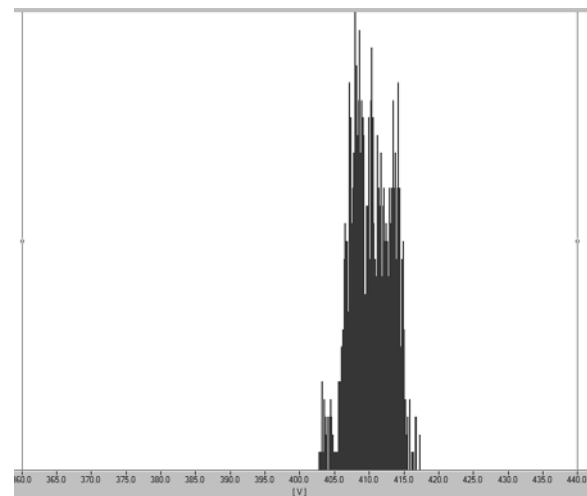


**Фиг. 3. Стойности на линейното напрежение**

Измерената минимална стойност на линейното напрежение е 400V, максималната стойност е 420V и средната стойност е 410V. Максималното отклонение на линейното напрежение е 5%. На фиг. 4 е показана хистограмата на линейното напрежение. В 100% измерените средни стойности на линейното напрежение са в допустимите граници  $\pm 10\%U_H$ .

Краткотрайни спадания и пренапрежения на захранващото напрежение не се наблюдават.

Бързите изменения на напрежението се оценяват по стойността на фликера и неговата строгост за дълъг интервал от време Plt.



**Фиг. 4. Хистограма на линейното напрежение**

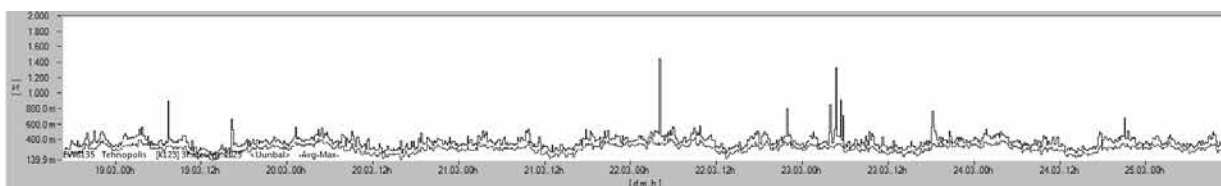
В Таблица 2 са дадени минималната и максималната стойности на фликера за трите фази. Съгласно БДС EN 50160 при нормални условия на работа бързите изменения на напрежението трябва да са не по-големи от 5%  $U_N$  или изменения до 10%  $U_N$  с малка продължителност могат да настъпват няколко пъти на ден при някои условия. Измерените максимални стойности на фликера са съответно: 0,5 за фаза L1, 0,59 за фаза L2, 0,4 за фаза L3 и 0,48 за линейните напрежения. Фликерът трябва да е  $Plt \pm 1$  за 95% от период от една седмица. В случая, 100% от измерените стойности на фликера са под допустимата стойност от 1.

На фиг. 6 е показана несиметрията на напрежението. Максималната измерена стойност е 1,4%. Според БДС EN

50160 несиметрията трябва да бъде в граници от  $0 \pm 2\% U_N$  за 95% от период от една седмица. Следователно 100% от измерените стойности на несиметрията на напрежението е под допустимата граница от 2%.

Таблица 2

Величина	Фаза	Стойност	
		Мини-мална	Макси-мална
$P_{It}$	L1	0,07	0,50
	L2	0,06	0,59



Фиг. 6. Несиметрия на напрежението

На фиг. 7 са дадени измерените стойности на общото хармонично изкривяване на фазните напрежения. Максималните стойности на общото хармонично изкривяване на фазните напрежения са съответно 2,4% за фаза L1, 2,3% за фаза L2 и 3,0% за фаза L3. Следователно в 100% от случаите големината на общото хармонично изкривяване на захранващото напрежение не превишава допустимата норма от 8% за мрежи ниско напрежение дадена в БДС EN 50160.

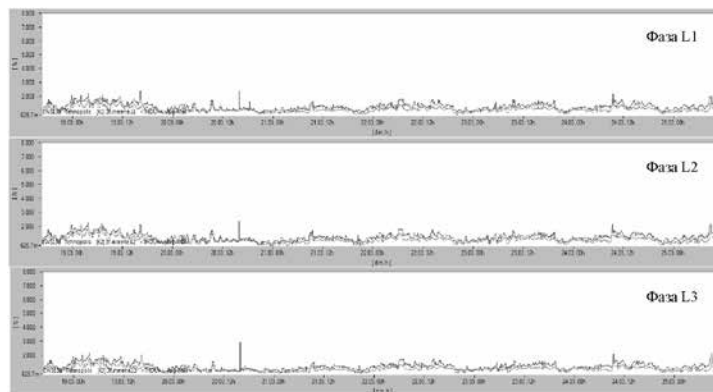
На фиг. 8 са показани минималната, средната и максималната стойност на тока на трите фази за периода на измерването. Максималното натоварване на фаза L1 и фаза L2 е 207,4А, а на фаза L3 е 171А. От фигурата се виждат часовете на работа на обекта.

На фиг. 9 е показана несиметрията на тока за периода на измерването. В по-голямата част от времето несиметрията на тока е в

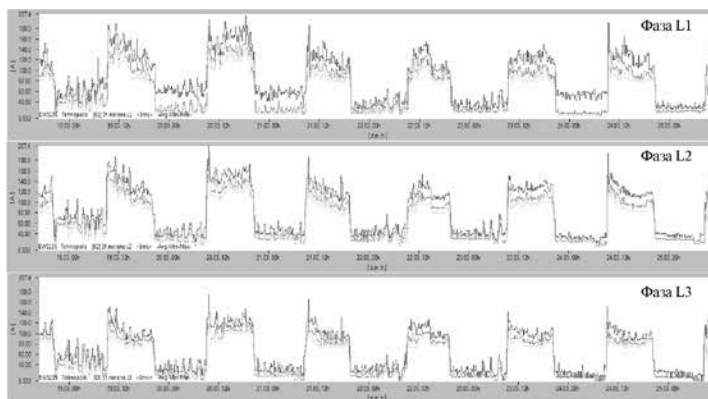
границите от 2,3 до 20%. В отделни моменти от време са регистрирани много високи стойности, но с неголяма продължителност. Стойностите на коефициентът в този случай надхвърлят 60%. Трета фаза е натоварена много по-малко от първа и втора фаза.

На фиг. 10 е показано общото хармонично изкривяване на фазните токове. Максималните измерени стойности са съответно 44% за фаза L1, 71% за фаза L2 и 53% за фаза L3. В повече от 5% за период от една седмица, измерените стойности на общото хармонично изкривяване на токовете са по-високи от допустимата стойност от 25%, дадена в БДС IEC 61000-3-4 [5] за мрежи ниско напрежение.

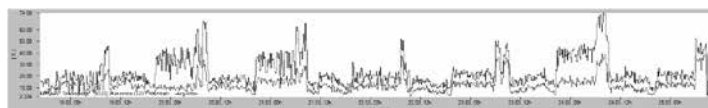
На фиг. 11 са дадени измерените стойности на фактора на мощността на отделните фази. Вижда се, че при увеличение на хармоничните на тока, фактора на мощността намалява.



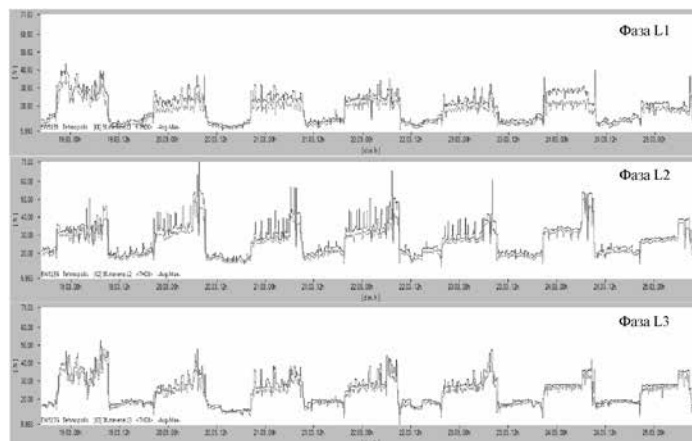
**Фиг. 7. Общо хармонично изкривяване на фазните напрежения**



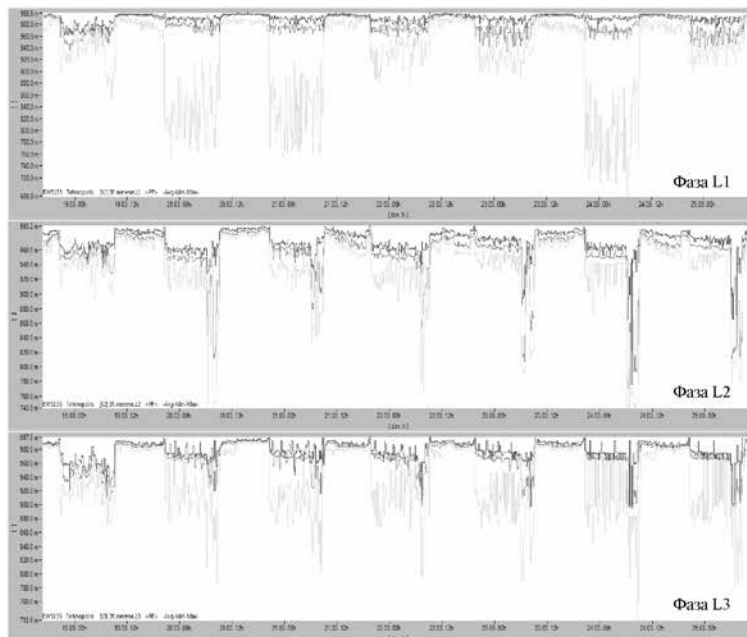
**Фиг. 8. Стойности на фазните токове**



**Фиг. 9. Несиметрия на тока**



**Фиг. 10. Общо хармонично изкривяване на фазните токове**



**Фиг. 11. Фактор на мощността на отделните фази**

В Таблица 3 са дадени максималните стойности на активната, ре- активната и пълна мощност за периода на измерване.

**Таблица 3**

Фаза	Величина		
	Активна мощност, kW	Реактивна мощност, kVAr	Пълна мощност, kVA
L1	47.84	9.436	48.17
L2	47.90	8.184	48.59
L3	40.38	8.154	41.20

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

От направените измервания и анализ, може да се каже, че електрическата енергия с така измерените показатели за качество на електрическата енергия може да бъде оценено като добро. Единствено из-вън нормите е общото хармонично изкривяване на тока. Наличието на хармоници на тока води до преждевременното стареене на изолацията на тоководещите части и от там до скъсяване на експлоатационния живот на съоразенията.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Цанев Ц., С. Цветкова, Качество на електрическата енергия, Аван- гард Прима, София, 2011.

[2] БДС EN 50160:2006 „Характеристики на напрежението на електрическата енергия, доставяна от обществените разпределителни електрически системи”.

[3] БДС IEC 61000-4-30:2003 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods”.

[4] ДКЕВР, „Показатели за качество на електроснабдяване”, юли, 2004. [5] БДС IEC 61000-3-4:1998 „Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-4: Limits - Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A”.

Светлана Цветкова, доц., д-р, инж., ТУ-София, e-mail: [stzvet@tu-sofia.bg](mailto:stzvet@tu-sofia.bg)

Анна Георгиева, инж. докторант, ТУ-София, e-mail: [a\\_geotur@abv.bg](mailto:a_geotur@abv.bg)

Ваня Петрова, инж., ПГЖПТ, e-mail: [vaniatzvet@abv.bg](mailto:vaniatzvet@abv.bg)

Ангел Петлешков, ас., инж., ТУ-София, e-mail: [apetl@tu-sofia.bg](mailto:apetl@tu-sofia.bg)

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

## **МОНИТОРИНГ НА ЕМИСИИТЕ ОТ ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ“ И АНАЛИЗ НА СЪОТВЕТСТВИЕТО ИМ С ЕВРОПЕЙСКОТО И НАЦИОНАЛНОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО**

проф. д-р инж. Иван Иванов, Технически Университет – София докторант. инж.

Елеонора Петрова, Технически Университет – София

## **MONITORING OF EMISSIONS FROM TPP “BOBOV DOL” AND ANALYSIS OF THEIR COMPLIANCE WITH EU AND NATIONAL LEGISLATION**

Prof. Dr. Ivan Ivanov, Technical University of Sofia

Eng. Eleonora Petrova, PhD Student, Technical University of Sofia

### **Abstract**

*The share of large combustion plants (LCP) special TPPs is dominant in the energy balance of the Republic of Bulgaria, as in many other European countries. The involvement of renewable energy sources (RES) in electricity production continue to increase in recent years, and fluctuations or delays in construction of new nuclear capacities in Europe does not affect the role of TPPs in the power structure. This determines the relevance of the requirements of EU and national legislation to limit emissions in the atmosphere from the LCP, especially in the context of the global problems of climate and even more with the decisions of the UN Conference on Climate Change in Paris (COP21) in December 2015 for effective measures from the leaders in the global economy and almost all other members of the United Nations.*

*TPP “Bobov Dol” is one of the main LCP in Bulgaria and the analysis of its compliance with European and national legislation, which is the goal of this report. The report summarizes the fuel base - a mixture of different coal, the main parameters of power units and electrostatic precipitators, as well as the methods for reduction of nitrogen and sulphur oxides. Described briefly is the monitoring system of the emissions There is made an initial analysis of*

*emissions compared to the current Directive 2010/75/EC directives and relevant legal documents in Bulgarian legislation.*

### **УВОД. ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ“ - ЕДНА ОТ ОСНОВНИТЕ ГГИ В БЪЛГАРИЯ**

Делът на големите горивни инсталации (ГГИ) специално ТЕЦ е доминиращ в енергийния баланс на Република България, както и в редица други европейски страни. Въвличането на възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) в електропроизводство нараства все повече през последните години, както и колебанията или забавянето

за изграждане на нови ядрени мощности в Европа, не се отразява на водещата роля на ТЕЦ в електроенергийната структура. Това обуславя актуалността на изискванията на европейското и националното законодателство за ограничаване на емисиите в атмосферата на ГГИ, особено в контекста на глобалните проблеми на климата, още повече с решенията на Конференцията на ООН за климатичните промени

в Париж (COP21) през де-кември 2015 г. за ефективни мерки от страните-лидери в световната икономика и почти всички други членове на ООН.

ТЕЦ „Бобов дол“ е една от основните ГГИ в България и анализа за съответствието на емисиите ѝ с европейското и националното законодателство, има особено значение както за самата централа, така и в национален мащаб предвид задълженията на страната ни. На базата на предоставени данни от централата в този доклад е направен първоначален анализ за съответствие на емисиите с европейското и националното законодателство.

### ГОРИВНА БАЗА И ЕМИСИИ НА ВРЕДНИ ВЕЩЕСТВА ОТ ТЕЦ „БОБОВ ДОЛ“ В АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ

В централата има инсталирана мощност от три енергийни котли (ЕК) тип ОВ 650-040, които са снабдени с електростатични филтри за почистване на праха от димните газове, първични и вторични методи за редуция на азотните оксиди, и допълнително пречистване на серни оксиди

в сероочистващи инсталации СОИ 1 и СОИ 2. Основно работят ЕК2 (с дублиращ ЕК1 при авария/ремонт) и ЕК3.

Въглищата, изгаряни в централата са смес от различни въглищни ба-сейни и се характеризират с високо приведено съдържание на сяра, вариращо в широки граници 6-13 g/Mcal. Най-голямо процентно участие имат лигнитните въглища (до 40 %), които са с високо съдържание на сяра.

Димните газове от енергийните котли понастоящем се изхвърлят в атмосферата през две изпусkaçи устройства (ИУ) след съответните СОИ, параметри на които са дадени в табл.1. В същата са дадени и нормите за допустими емисии (НДЕ) съгласно Директива 2001/80/ЕО за ограничаване на емисиите на определени замърсители във въздуха, изпускани от ГГИ [1] и хармонизираната с нея у нас Наредба за норми за допустими емисии на серен диоксид, азотни оксиди и прах, изпускани в атмосферата от големи горивни инсталации, приета с ПМС № 354 от 28.12.2012 г. [2], на основание Чл. 9 от Закона за чистотата на атмосферния въздух [3].

Таблица 1. Изпусkaçи устройства и допустими емисии от ТЕЦ „Бобов дол“

Източник №	Височина [m]	Диаметър [m]	Температура [°C]	Дебит [Nm <sup>3</sup> /s]	Емисии *		
					Прах	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
					mg/Nm <sup>3</sup> g/s	mg/Nm <sup>3</sup> g/s	mg/Nm <sup>3</sup> g/s
ИУ 2 към СОИ1	80	6	58	774	10 7.7	150 116	150 116
ИУ 4 ** към СОИ2	80	7.64	58	387	20 7.7	200 77.4	200 77.4

\* Всички емисии се отнасят за сухи димни газове при нормални условия и 6% съдържание на кислород.

\*\* Концентрациите на замърсителите в димните газове от ИУ 4 са в съответствие с условията на Комплексното Разрешително, издадено на ТЕЦ „Бобов дол“ от компетентните органи.

Мониторингът на емисиите се осъществява чрез система от газоанализатори за

измерване концентрациите на SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и O<sub>2</sub>, - преди и след последния технологичен агрегат на СОИ. С лазерен прахомер се измерва концентрацията на прах в димните газове. Първичната обработка на сигналите се извършва в контролер и цялата информация постъпва за обработка и съхранение в системата Plant Scape 320 в Блочен щит за управление.

При използваните смеси от въглища

съдържанието на SO<sub>2</sub> в димните газове е многократно над нормите, като средните измерени стойности са под 5000 mg/Nm<sup>3</sup> газ при стандартни условия. След СОИ 1 и СОИ 2 обаче, съдържанието на серни оксиди в газовете се намалява до съответните НДЕ.

Азотните оксиди, образувани след изгарянето на въглицата, са в широки граници, но при добра организация на горивния процес те са обикновено около 550 mg/Nm<sup>3</sup>. След първичните и вторичните методи за редуциране на азотните оксиди, нивото им спада до съответните НДЕ.

Пречистването на димните газове от отнесената с тях пепел се извършва в недостатъчна степен. При нормална работа на електрофилтрите в след ремонтните периоди емисиите на пепел в газовете след тях са от порядъка на 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Съществуващите електрофилтри не са в състояние да осигурят необходимото пречистване от прах и достигане на емисии под 20 mg/Nm<sup>3</sup> (за ЕК 3) и под 10 mg/Nm<sup>3</sup> (за ЕК 1 и ЕК 2). С въвеждането в експлоатация на СОИ 1 и СОИ 2, които имат над 90% ефективност на пречистване и на прах се осигурява достигането на съответните НДЕ. Специфичен е режимът на работа на енергийните котли при разпалване, при който технологично не могат да се използват СОИ. В тези случаи, които са краткотрайни, димните газове от ЕК 1, ЕК 2 и/или ЕК 3 се изхвърлят директно в атмосферата през „базовия“ комин на централата (ИУ 1) с височина 200 m и диаметър на светлия отвор при върха 8 m.

Други вредни вещества в димните газове от ЕК, които са под контрол в централата са въглероден оксид и амоняк. При нормална работа на котлите и добра настройка на горивните уредби емисиите на СО са ниски и значително под нормите за горивни инсталации. Стойностите от собствените непрекъснати измервания показват обикновено 10-20 mg/Nm<sup>3</sup>.

Незначителни емисии на амоняк се генерират вследствие реакциите на карбамида (или амонячната вода) с димните газове в ЕК 1, ЕК 2 и ЕК 3.

На площадката на ТЕЦ „Бобов дол“ функционира и една малка горивна инсталация – котел ПКМ-12, с номинална

мощност 8 MWth. [5]. Използва се само в случай на напълно спрели мощности на ТЕЦ и необходимост от разпалване на някой от основните котли (ЕК1÷3). ПКМ-12 е предвиден да работи до 50 часа/год., но през последните 5 години, не е пускан.

Димните газове от ПКМ-12 се изхвърлят в атмосферата през ИУ № 3 с височина 6 m, дебит 10000 Nm<sup>3</sup>/h и температура 230 °С. Емисиите от ИУ 3 са изчислени по утвърдена от МОСВ методика [4]. Същите при проектен номинален разход на гориво 731 kg/h мазут са: за NO<sub>x</sub> – 518 mg/Nm<sup>3</sup>, за SO<sub>2</sub> – 3509 mg/Nm<sup>3</sup> и за прах – 1,5 mg/Nm<sup>3</sup>. Тези емисии са краткотрайни и временни (до 50 h/y) и може да се приеме, че въздействието върху атмосферния въздух в района е незначително.

## **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Директива 2001/80/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 23 октомври 2001 г. за ограничаване на емисиите на определени замърсители във въздуха, изпускани от големи горивни инсталации, ОВ L 309, 27.11.2001 г.

[2] Наредба за норми за допустими емисии на серен диоксид, азотни оксиди и прах, изпускани в атмосферата от големи горивни инсталации, приета с ПМС № 354 от 28.12.2012 г.

[3] Закон за чистотата на атмосферния въздух, Обн., ДВ, бр. 45 от 28.05.1996 г., ....., изм, ДВ бр. 14 от 20.02.2015 г.

[4] Единна методика за инвентаризация емисиите на вредни вещества във въздуха, МОСВ, София 2007.

[5] Техническа документация на ТЕЦ „Бобов дол“.

Проф. д-р инж. Иван Василев Иванов,  
професор в Електротехнически факултет на Технически Университет – София,  
тел. 965-20-43; e-mail: [ivec@tu-sofia.bg](mailto:ivec@tu-sofia.bg)

Маг. инж. Елеонора Петрова Петрова,  
докторант в Електротехнически факултет на Технически Университет – София,  
тел. 965-20-43; e-mail: [epetrova@tu-sofia.bg](mailto:epetrova@tu-sofia.bg)

Prof. eng. Ivan Vassilev Ivanov, PhD  
Professor at the Faculty of Electrical Engineering of Technical University of Sofia  
tel. +359 2 965 20 43; e-mail: [ivec@tu-sofia.bg](mailto:ivec@tu-sofia.bg)

ME Eleonora Petrova Petrova,  
PhD student in the Faculty of Electrical engineering of Technical University of Sofia  
tel. +359 2 965 20 99; e-mail: [epetrova@tu-sofia.bg](mailto:epetrova@tu-sofia.bg)

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ТРОЛЕЙБУС SKODA 26TR SOLARIS”

Георги Павлов, Любомир Секулов, Мартина Томчева

## STUDY OF ENERGY EFFICIENCY OF TROLLEYBUS SKODA 26TR SOLARIS”

Georgi Pavlov, Lubomir Sekulov, Martina Tomcheva

### **Резюме**

*The requirements for modern electric vehicles are complex, but the basic optimal traction and braking performance, comfort and energy efficiency. Energetic behavior depends on various factors that should be used complex. Studies in this area have shown that the greatest impact on the parameters characterizing the energy efficiency of electric vehicles as a whole proves electric traction. That is why the study of traction electric drives and opportunities for their improvement is an objective that has stood and stands for researchers in the field of electric traction.*

*The report shows the results of an experimental and analytical testing under real driving conditions on key indicators determining the energy efficiency of trolleybus Skoda 26TR Solaris. The results were compared with those operated in the town. Sofia elektrobuses.*

### **1. УВОД**

Развитието на електрическият транспорт е изключително важно за всички европейски градове, характеризиращи се с голяма плътност на населението. В съвременните електрически транспортни средства (ЕТС) се обръща внимание, както на комфорта, така и на енергийната ефективност и екологичност. Тя се определя от различни фактори, които трябва да бъдат използвани комплексно. Това важи с особена сила за градския електрически транспорт, където се поставят завишени изисквания в това отношение.

В момента се експлоатират различни тролейбуси и трамвайни моториси с променливотоково и постояннотоково електрозадвижване, при които хранването и регулирането на режимите на работа на ТД се осъществява посредством инвертори

и импулсни регулатори. Това разнообразие представлява голямо предизвикателство, относно експлоатацията и поддръжката на ЕТС, както и реалното определяне на енергийната им ефективност. Освен това всички съвременни ЕТС се реализират схемно с възможност за връщане на енергия в мрежата в спиращ режим (рекуперация). От изследвания е доказано, че нейната ефективност, при реализиране на оптимални условия, може да достигне до 30% от тяговата. [1,2]

**През 2015 г. в гр. София се експлоатира и електробус с автономно хранване (от суперкондензатори), които се зареждат от две бързи зарядни станции. Тази система е подходяща за градския обществен транспорт, за да се осигури по-динамичен и бърз превоз на пътниците. При този транспорт липсва тягова контактна мрежа и подстанции,**

както и тяхната поддръжка и експлоатация. Системата на захранване е автономна, екологична, с ниско ниво на шум. Зарядът на суперкондензаторите се осъществява за няколко минути. Енергийната ефективност на този тип возило в конкретните експлоатационни условия също представлява интерес, имайки предвид неговата перспектива. [4,5]

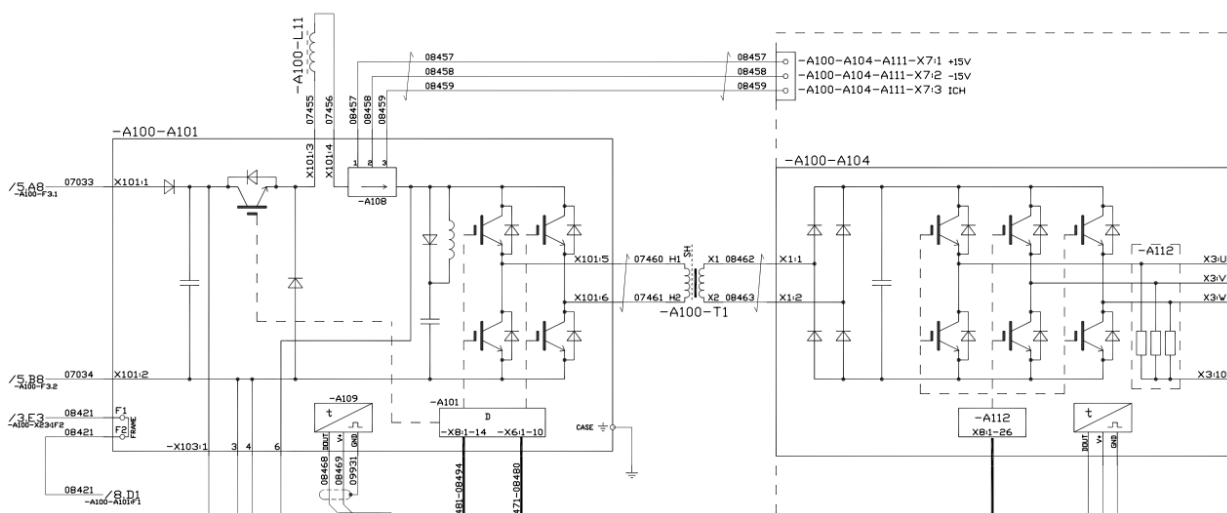
За да се изяснят тези проблеми е необходимо да се обследва тяхната енергийна ефективност. Това може да се реализира по експериментален път, за всеки тип ЕТС, чрез изследване на основните параметри, определящи качествата им в това отношение.

В доклада са показани част от получените резултати от експериментално и аналитично изследване в реални

пътни условия на основни показатели, определящи енергийната ефективност на единичен тролейбус с асинхронно тягово електрозадвижване. За целите на изследването е избран конкретен обект, намиращ се в експлоатация от няколко години в Столичния електротранспорт. Получените резултати са сравнени с тези на експлоатираният в гр. София електробус.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИ ПАРАМЕТРИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБЕКТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ

За целите на измерването е избран тролейбус 26 Tr SOLARIS с променливотоково асинхронно задвижване и инверторно регулиране на теглителната и спирачна сила. Номиналната мощност на инвертора е 204 kVA, изходящо трифазно променливо напрежение 3AC 0 ±420 V. [3] На фиг. 1 е показана силовата схема на тролейбус 26 Tr SOLARIS



Фиг. 1. Силова схема на тролейбус 26 Tr SOLARIS

Тролейбусът е ЕТС от ново поколение и се намира в редовна експлоатация (от 3 години) в редица градове в Република България. В момента се експлоатират повече от 200 броя тролейбуси от този модел. Той е снабден с дизелов двигател, задвижващ електрически генератор, който реализира неговото автономно придвижване, при нужда, в авариен режим.

## 3. ОСНОВНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

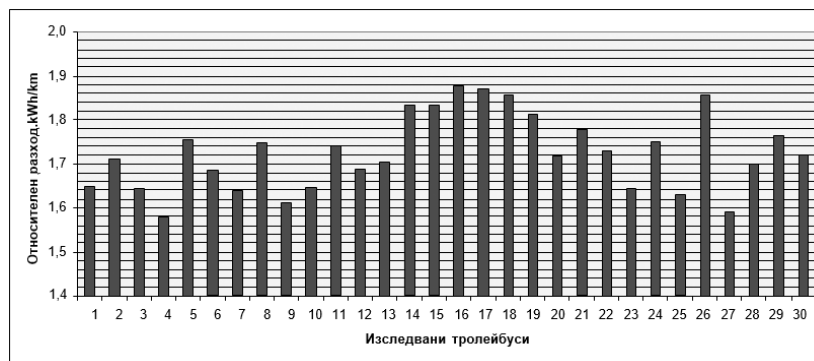
Експерименталното изследване на разхода на енергия на тролейбуса е направено в нормални експлоатационни условия при движение на линия. В таблицата е показан периода, за който са отчетени показанията на електромерите в изследваните тролейбуси. Той включва приблизително 50±60 дни, от средата на месец септември до средата на ноември. Изследването е направено за 30 тролейбуса експлоатирани в град София. В таблици, непоказани в доклада, е даден общия раз-

ход на електроенергия за всеки тролейбус, както и реализираният пробег. На тази база е изчислен относителният разход на енергия за всеки тролейбус. Изчисленият среден пробег на ден на един тролейбус е приблизително 150÷160 km.

От проведените експериментални изследвания е получен голям обем от данни. Част от тях са показани в графичен вид в доклада. Направен е сравнителен анализ на получените резултати.

На фиг. 2 е показан относителния разход

на енергия за изследваните тролейбуси. Вижда се, че той се колебае в диапазона от 1,58 до 1,88 kWh/km. Средната стойност за изследваните возила се колебае около 1,73 kWh/km. Изследваните тролейбуси с номера от 14 до 19, както и 26 са със завишен разход на електрическа енергия, дължащ се възможността за реализация на рекуперация, както и човешкият фактор. От изследвания е установено, че относителния разход на електробуса е приблизително 1,15 kWh/km.



**Фиг. 2. Относителен тягов разход на енергия на изследваните тролейбуси**

Фиг. 2. Относителен тягов разход на енергия на изследваните тролейбуси

На фиг. 3 е показана зависимостта на относителния разход за отопление за изследваните тролейбуси.

Вижда се, че той се изменя в диапазона от 0,12 до 0,49 kWh/km. Средната стойност, около която се колебае за повечето експлоатирани ЕТС е около 0,24 kWh/km. Единични возила (8, 26) реализират значително по-голям разход от всички останали, дължащ се на човешкият фактор.

На фиг. 4 за конкретно избрани дни е изследван и показан разхода на електроенергия за тяга и върнатата в

мрежата рекуперирана енергия. Вижда се, че в момента ефективността от рекуперацията в гр. София е незначителна. Тя се колебае в границите от 9 до 14% по отношение на консумираната тягова електроенергия. Причините за това са лошите условия за рекуперация в столицата, свързани с графика на движение на ЕТС, както и конфигурацията и начина на секционирание на тяговата захранваща мрежа. Начинът на управление на возилата от страна на водачите също влияе осезаемо върху енергийната ефективност на спирачния процес.



**Фиг. 3. Относителен разход за отопление на изследваните тролейбуси**



**Фиг. 4. Консумирана и рекуперирана електроенергия**

#### 4. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

В доклада е изследвана енергийната ефективност в тягов и спиращ режим на един от най-новите тролейбуси, реализирани по съвременна технология, експлоатирани в град София. Изследването е проведено в реални експлоатационни условия, за продължителен период от време, като е използвана инсталираната микропроцесорна измервателна техника в тролейбусите. Получен е голям обем от експериментални резултати, за параметрите, характеризиращи енергийната ефективност на тези возила.

На тази база е направена обработка и анализ на резултатите, като в доклад са показани

в графичен и табличен вид. Вижда се, че тролейбусите в голяма степен реализират сравнително нисък относителен разход в тягов режим, който до голяма степен зависи и от човешкият фактор. В тази посока има какво да се желае и това е свързано с качествено обучение на водачите на тези съвременни, високотехнологични возила. Друг основен извод от направеното изследване е, че рекуперативните режими на изследваните возила са с ниска ефективност, дължаща се на различни фактори, които могат да бъдат подобрени с конкретни технически и организационни мероприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Българанов Л. Електрически транспорт, София, 2009 г. [2] Евтимов И., Р. Иванов. Електромобили, Русе, 2011 г.

[3] SKODA 26Tr Solaris – Техническа документация, схеми, параметри и характеристики., 2014г.

[4] <http://www.chariot-electricbus.com/>

[5] <http://www.semikron.com/>

#### АВТОРИ

Георги Митков Павлов, проф. д-р, ВТУ „Тодор Каблешков“ - София – ръководител катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане на транспорта“, email: [g\\_ravlov61@abv.bg](mailto:g_ravlov61@abv.bg)

Любомир Симеонов Секулов, студент, ВТУ „Тодор Каблешков“ – София, специалност „Електроенергетика и електрообзавеждане“

Мартина Райчинова Томчева – докторант, ВТУ „Тодор Каблешков“ – София, катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане на транспорта“

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2016

# СВЕТЛОТЕХНИЧЕСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ В БЪЛГАРИЯ

Красимир Велинов

Ръководител на НИЛ “Осветителна техника” при Минно-геоложки университет  
“Св. Иван Рилски”, София,Председател на сдружение с идеална цел в обществена полза  
“Български национален комитет по осветление”E-mail: [candela@mail.bg](mailto:candela@mail.bg); [www.light-bg.eu/](http://www.light-bg.eu/); [www.bnci.eu/](http://www.bnci.eu/)

## Резюме

Докладът представя обзор на състоянието на образованието в Р. България и в частност светлотехническото образование. Данните са получени от националния статистически институт и Евростат

## СЪСТОЯНИЕ НА ОБРАЗОВАНИЕТО В Р. БЪЛГАРИЯ

Качеството на образованието е в зависимост от финансирането му. Според данни на

националния статистически институт разходите за образование през 2012 г. са били както следва:

Таблица 1. Публични и частни разходи по степени на образованието през 2012 година (хил. лв.)

	2012
Общо публични и частни разходи	3 200 843
Предучилищно образование	651 933
Начално образование (I - IV кл.)	439 976
Прогимназиално образование (V - VIII кл.)	473 807
Средно образование (IX - XIII кл.)	630 965
Професионално обучение след средно образование	10 396
Висше образование - професионален бакалавър	47 009
Висше образование - бакалавър, магистър и доктор	946 757
Публични разходи	2 707 292
Частни разходи	493 551

България е на второ място в Европейския съюз (ЕС) по най-ниски разходи за образование като дял от brutния вътрешен продукт (БВП), сочат данни на европейската статистическа служба Евростат.

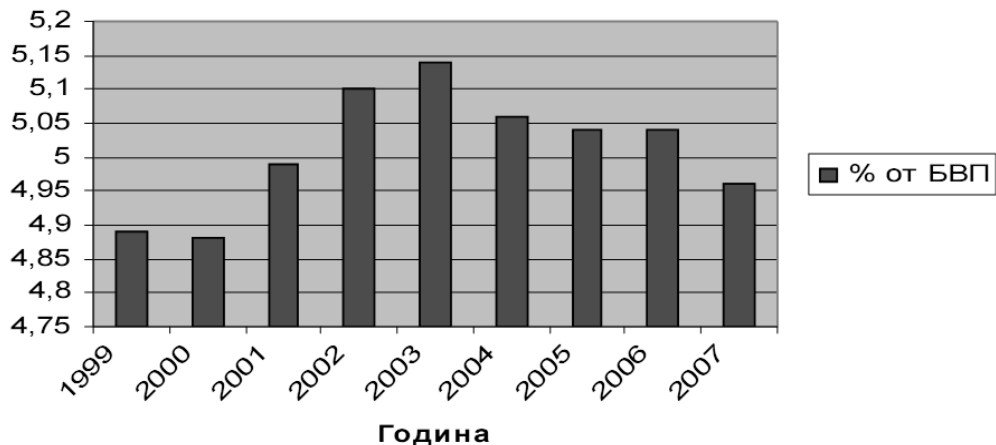
Разходите за образование у нас са били 3,5% от БВП през 2012 г., откогато са последните данни на статистическата служба. Средното ниво в Европейския съюз (ЕС) е малко под 5,3%.

В негативната класация ни изпреварва само Румъния, където през 2012 г. са били похарчени 3% от БВП за образование. След нас е Словакия с 3,9%.

Същевременно в Дания се заделят близо 8 на сто от БВП за образование, а в Швеция и Кипър – почти 7 на сто.

Разходите за образование като дял от БВП у нас намаляват от 2009 г. насам – годината, в която кризата се усети най-силно в страната. През 2009 г. разходите са достигнали 4,32% от БВП, докато през 2010 г. са намалели до 3,79%, а през 2011 г. - до 3,63%.

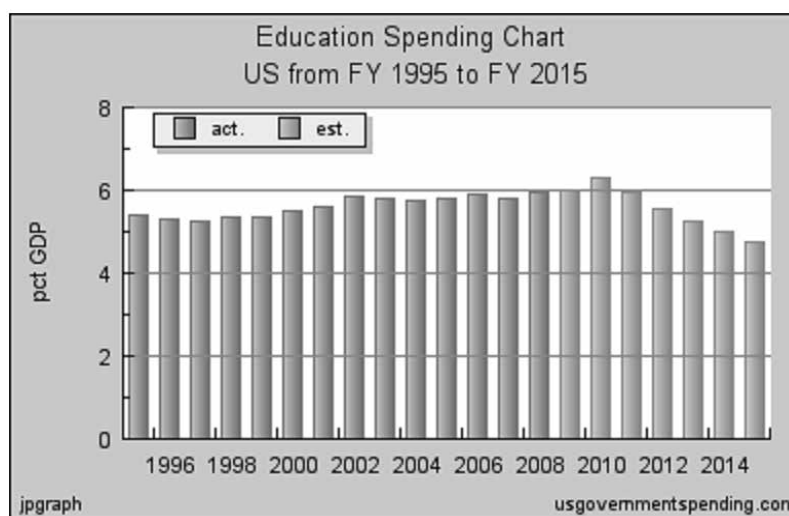
Тенденцията обаче е валидна за целия ЕС – от 2009 до 2012 г. разходите за образование са намалели плавно от 5,55% до 5,26%.



**Фиг. 1. Държавни разходи за образование на ЕС като процент от БВП** Източник : Евростат

На фиг. 2. са показани държавните разходи за образование в САЩ като процент от БВП. Разликата не е голяма, но все пак в САЩ се

от-делят повече средства за образование от ЕС



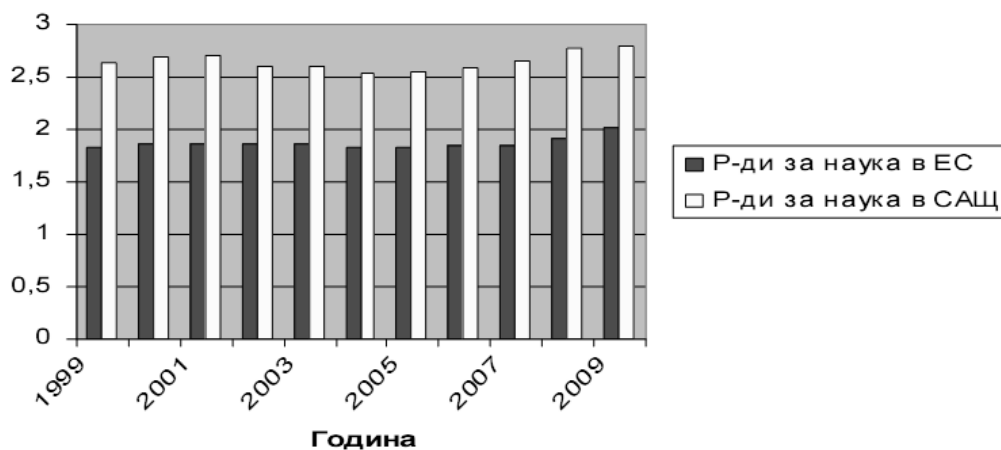
**Фиг. 2. Държавни разходи за образование в САЩ като процент от БВП** Източник: [www.usgovernmentsspending.com](http://www.usgovernmentsspending.com)

За сравнение в България за образование по години са отделени следните проценти

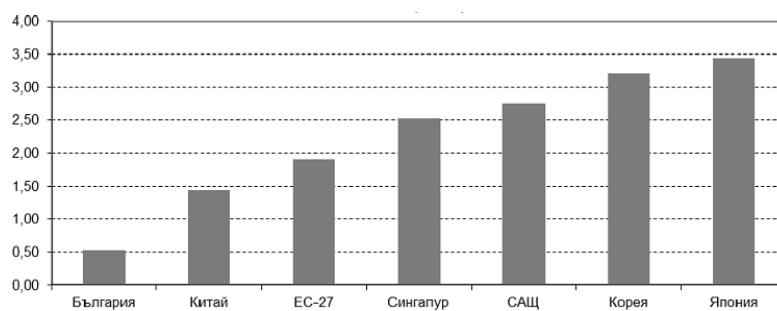
от БВП, показани в таблица 2

**Таблица 2**

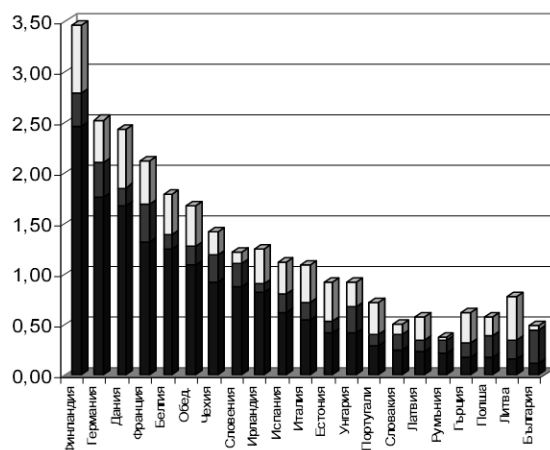
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Разходи за обр. % от БВП	4.30	4.00	3.90	3.90	4.10	4.20
Разходи за наука, % от БВП	0.46	0.46	0.45	0.47	0.53	



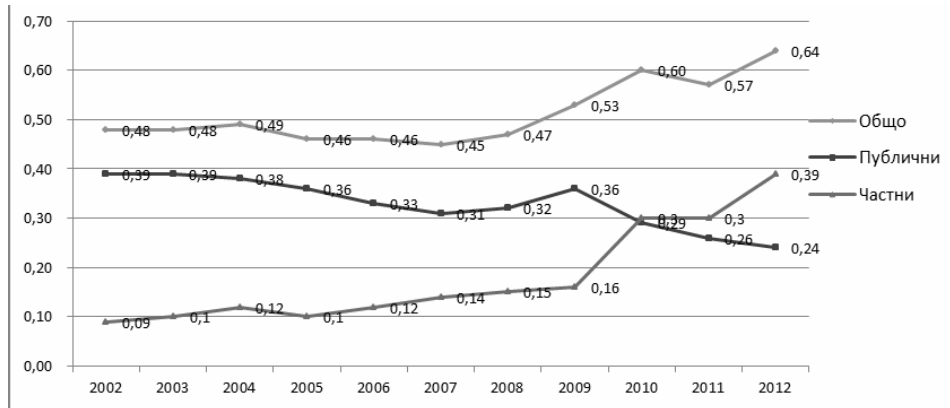
**Фиг. 3. Разходи за наука в ЕС и САЩ**



**Фиг. 4. Разходи за научно-изследователска и развойна дейност в % от БВП за 2008 г. Източник: Евростат**



**Фиг. 5. Дял на разходите за изследвания и разработки по сектори в % от БВП [5]**



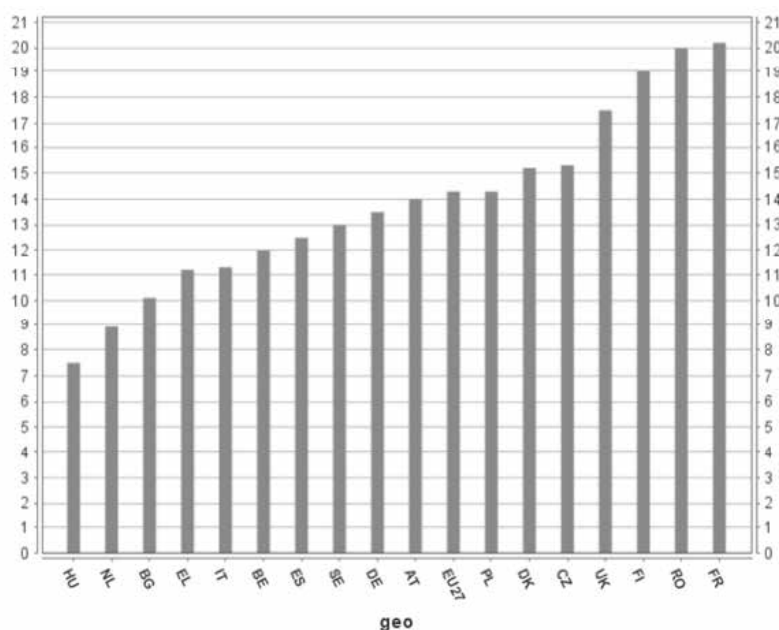
**Фиг. 6. Разходи за НИРД в България**

В изпълнение на Стратегията „Европа 2020“ България определи национална цел за инвестиции в НИРД в размер на 1,5% от БВП до 2020 г. За постигането на националната цел са необходими интегрирани действия, но към настоящия момент разпределението на разходите за НИРД в България по институционални сектори е в пропорции, обратни на тези в ЕС.

Въпреки че се наблюдава ръст в общия процент на разходи за НИРД, това е заради повишаване на частните инвестиции в науката. Този факт е добър сигнал за

националната икономика, но нивото на публичните разходи от 0,30% не може да гарантира необходимото качество на изследвания и поддържане на минимален образователен и научен потенциал за обществото и индустрията.

Понастоящем в България се подготвят по-малко в сравнение със средните за ЕС-27 нива специалисти в сферите на математическите и точните науки, което може да се превърне в бариера пред устойчивия икономически растеж на страната



**Фиг. 3. Разходи за наука в ЕС и САЩ**

## **СВЕТЛОТЕХНИЧЕСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ В БЪЛГАРИЯ ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ**

Светлотехническото образование в България се провежда в бакалавърската степен на специалности изучаващи дисциплината осветителна техника. Тази дисциплина се изучава в 5 технически университета в България. Учебните програми на тези университети са сходни и включват достатъчен брой часове лекции и упражнения. Казаното по-горе и визуализирано на фиг. 5, 6 и 7 касае в голяма степен това обучение. Ако се вгледаме в публичните разходи за висше образование, ще видим, че то до голяма степен е negliжирано. Основно това са разходи за работни заплати и апаратура.

По отношение на заплащането на преподавателите, от статистическите данни може да се види, че висококвалифициран преподавател получава заплата близка или по-ниска от средната за страната. При тези условия мога да цитирам Кърт Вонегът, 1968, Добре дошли в маймунарника: "НЕ Е НЕОБХОДИМО ДА СТЕ ЛУД, ЗА ДА РАБОТИТЕ ТУК, НО ВСЕ ПАК ПОМАГА"

Все пак заплащането на преподавателите не е основния проблем. Осветителната техника е наука граничеща с много други дисциплини. За нейното изучаване е необходимо наличието на значителна и скъпа материална база, която включва както съвременни оптични измервателни инструменти, така и високоточна електронна апаратура. Бюджетът който имат висшите учебни заведения не е достатъчен да се достави такава апаратура. Обикновено се разчита на участието в проекти финансирани по национални или международни проекти. През последните години прогресът в осветителната техника е значителен. Появи се нов светлинен източник – светодиодите, който измести от пазара съществуващите източници на светлина. По своята ефективност и дълготрайност този светлинен източник няма конкурент. В дълготраен аспект той е икономически най-изгоден. Това се отразява и в новопоявилите се на пазара осветители с този светлинен източник. Така например 90 – 95% от всички осветители изпитани в НИЛ "Осветителна техника" при Минно-

геоложкия университет "св. Иван Рилски" са светодиодни. Извадката е представителна, тъй-като годишно лабораторията издава около 500 протокола.

Обучението на бакалаврите е първата степен на светлотехническото образование. За един бъдещ инженер то е недостатъчно, поради което в някои университети има магистърски програми даващи специализация в тази област.

Като висша форма на обучение е обучението на докторанти, което се извършва в университетите в София, Габрово, Русе и Варна. Общия брой на обучаваните докторанти в тази област е около 10, което е добра предпоставка за наличие на българска школа в тази област.

## **ОБУЧЕНИЕ И КВАЛИФИКАЦИЯ НА ИНЖЕНЕРИ**

Осветителната техника е динамично развиваща се наука и поради това е необходимо непрекъснато опресняване на познанията на инженерите работещи в тази област. В Р. България това се извършва чрез периодично провеждане на семинари по актуални въпроси на осветителната техника. Тези семинари се провеждат по две линии. Едната е семинари организирани от камара на инженерите в инвестиционното проектиране. Втората линия са семинари организирани от сдружение с идеална цел в обществена полза "Български национален комитет по осветление" (НКО). Тъй-като се подържат тесни връзки между двете организации някои от семинарите се организират съвместно от тях.

В таблица 3 са обобщени семинарите провеждане от НКО за последните три години. За повече подробности за семинарите, както и да се запознаете с презентациите направени на тях можете да посетите сайта на НКО [www.bnci.eu](http://www.bnci.eu).

**ОБРАЗОВАТЕЛНА ДЕЙНОСТ  
ИЗВЪРШЕНА ОТ БЪЛГАРСКИ  
НАЦИОНАЛЕН КОМИТЕТ ПО  
ОСВЕТЛЕНИЕ.**

**Фиг. 3. Разходи за наука в ЕС и САЩ**

Дата	Място	Събитие
2013 г.	Общо 9 семинара	
10.06.2014	Созопол	XV Национална конференция
02.12.2014	Русенски университет	Национален семинар
17.12.2014	МГУ "Св. Иван Рилски"	Национален семинар
20.01.2015	Голям салон на БАН	Откриване на година на светлината
01.04.2015	Българската стопанска камара	Национална кръгла маса
24.06.2015	Международен дом на учените Ф.Ж. Кюри, гр. Варна	"Енергиен форум 2015"
15.05.2015	МГУ "Св. Иван Рилски"	Национален семинар
2013 г.	Общо 9 семинара	
10.06.2014	Созопол	XV Национална конференция
02.12.2014	Русенски университет	Национален семинар
17.12.2014	МГУ "Св. Иван Рилски"	Национален семинар
20.01.2015	Голям салон на БАН	Откриване на година на светлината
01.04.2015	Българската стопанска камара	Национална кръгла маса
24.06.2015	Международен дом на учените Ф.Ж. Кюри, гр. Варна	"Енергиен форум 2015"
15.05.2015	МГУ "Св. Иван Рилски"	Национален семинар
20.05.2015	Български институт по метрология	XII конференция МЕТРОЛОГИЯ 2015
22.05.2015	Русенски университет	Ден на българската наука
05.06.2015	Враца	Национален семинар
18.09.2015	НТС - Ямбол	Национален семинар
28.10.2015	Плевен	Национален семинар
06.11.2015	Български институт по стандартизация	Национален семинар

## ЛИТЕРАТУРА

[1] ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ, Съвет за образование и наука „България 2020г.“: Национални приоритети в образованието и науката Администрация на Президента на Република България

[2] Знаем ли какви трябва да бъдат държавните разходи за образование и наука. Стоян Минков, Икономически университет-Варна

[3] Национална стратегия за развитие на научните изследвания 2020, Доц. д-р Румен Трифонов, Директор на дирекция „Наука“, Министерство на образованието и науката

[4] Български национален комитет по осветление. [www.bnci.eu](http://www.bnci.eu)

[5] Национална стратегия за развитие на научните изследвания 2008- 2018

[6] Национална стратегия за развитие на научните изследвания 2020