

АНАЛИЗ НА ПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ ВЪВ ВТУ „ТОДОР КАБЛЕШКОВ”

Иван Петров, Георги Димитров, Албена Христова

ivanpetrov60@abv.bg, dimitrov_gd@mail.bg, hristova_as@abv.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. Гео Милев № 158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: Електрическа енергия, Електропотребление, Енергийна ефективност

Резюме: Висшето транспортно училище „Тодор Каблешков” е един от множеството потребители, присъединени към електроенергийната система /ЕЕС/ на Република България. В доклада е представен анализ на потреблението на електрическа енергия във ВТУ „Тодор Каблешков” през периода 2011-2012 г. Изследвано е развитието на общото електроенергийно потребление за разглеждания период, като е обърнато е особено внимание на количествените и качествените показатели в съответствие с действащите норми и стандарти. Извършен е сравнителен анализ за динамиката на изменение на потреблението на електрическа енергия с предходни периоди. Направена е и оценка на основните фактори, които съществено влияят върху нарастването на електропотреблението. Предложени са някои технически и организационни мероприятия, чрез които може да се постигне снижаване на крайното електропотребление и подобряване на електроенергийната ефективност във ВТУ „Тодор Каблешков”.

ВЪВЕДЕНИЕ

Електрическата енергия е най-широко използваният енергоносител в икономиката и бита поради лесното ѝ пренасяне с минимални загуби на големи разстояния и възможността директно да бъде преобразувана в други видове енергия.

Разпределението на електрическата енергия към крайните потребители се осъществява чрез многократното ѝ трансформиране от едно ниво на напрежение към друго, по-ниско ниво. В този процес участвуват множество понижаващи подстанции и трансформаторни постове.

Висшето транспортно училище „Тодор Каблешков” е един от множеството потребители, присъединени към разпределителната мрежа средно напрежение /Ср.Н./ на електроенергийната система /ЕЕС/ на Република България. Висшето училище спада към трета категория потребители по отношение сигурност на електроснабдяването. Електрозахранването на потребителите във ВТУ се осъществява на ниско напрежение /Н.Н./ от три броя трансформаторни поста /ТП/. Трансформаторните постове се захранват чрез кабелни въводи 10 kV от две разпределителни трансформаторни подстанции – подстанция „Александър Наумов” и подстанция „София-изток”.

Общата инсталирана трансформаторна мощност е 3150 kVA. В два от трансформаторните постове (№№ 3 и 4) има инсталирани по два силови понижаващи

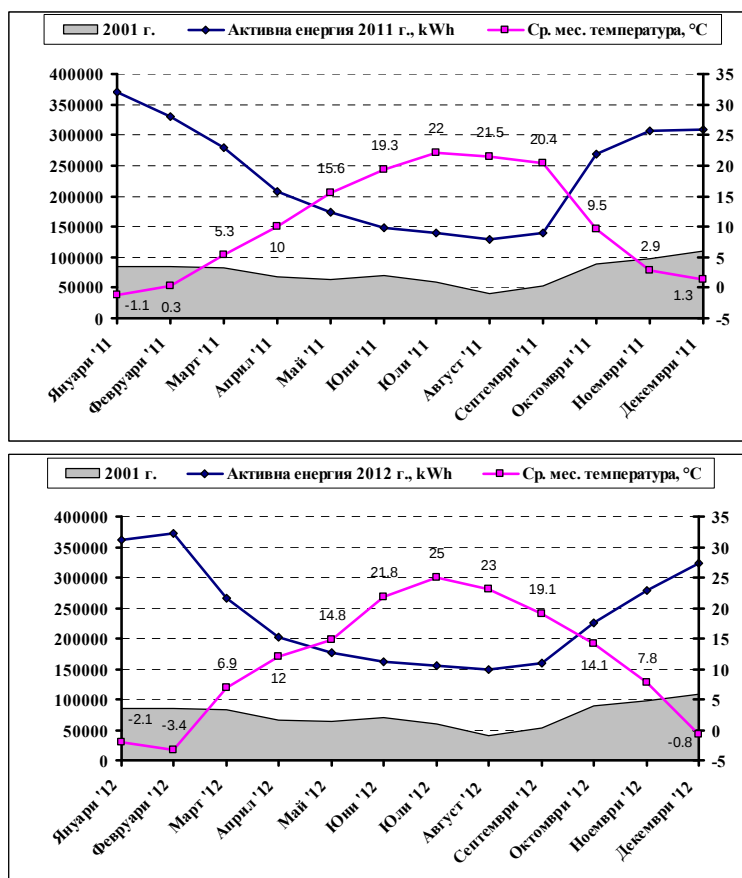
трансформатори с единична мощност 630 kVA, които получават захранване чрез кабелни въводи 10 kV от разпределителна подстанция „Александър Наумов”. В трансформаторен пост № 2 има инсталиран един понижаващ трансформатор с мощност 630 kVA и той се захранва разпределителна подстанция „София-изток”. Обичайната работеща трансформаторна мощност е 1890 kVA, като в трансформаторните постове №№ 3 и 4 са включени само по един трансформатор.

Търговското измерване на електрическата енергия се извършва на шини Ср.Н. чрез електронни четириквadrантни електромери на фирмата Landis&Gyg по три тарифи (върхова, дневна и нощна).

В настоящия доклад са представени данни от проведено целево изследване върху електропотреблението във ВТУ „Тодор Каблешков” през 2011 и 2012 години. Изследване от такъв характер не се прави за първи път във ВТУ, като настоящото има за цел да посочи основните фактори, водещи до повишено електропотребление и да набележи някои мерки за подобряване на енергийната ефективност. Проведеното такова през 2002 г., публикувано в [1], е послужило като база при сравнителния анализ.

АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕТО

Потреблението на електрическа енергия във ВТУ „Тодор Каблешков” е целогодишно и денонощно. Характерно за електропотреблението е, че то не е равномерно в денонощен план, т.е. съществуват часови интервали с повишена консумация и такива с минимална консумация. Наред с това месечното потребление се характеризира и с ясно изразен сезонен характер, като през зимния период то е около 2,5 пъти по-голямо от това през летните месеци.



Фиг. 1. Диаграми на електропотреблението по месеци през 2011 и 2012 г. и средно месечни температури

Данните за използваната и таксувана електрическа енергия във ВТУ „Тодор Каблешков” по месеци и тарифи за разглеждания период 2011-2012 г. [2] и средномесечните температури в гр. София [3] са показани в таблици 1 и 2. За сравнение в таблиците са дадени и стойностите на общо потребяваната от ВТУ активна електрическа енергия през 2001 г. [1] и относителния ръст на електропотребление спрямо същата година. Резултатите от изследването са визуализирани и графично чрез диаграмите на фигура 1.

Таблица 1

Данни за електропотреблението във ВТУ и средномесечните температури в гр. София през 2011 г.

Параметри	Активна енергия			Общо активна	Начислен а реактивна	Ср. мес. температ . °C	Общо 2011 г. kWh	Относит . рът %
	Върхова	Дневна	Нощна					
Месец	kWh	kWh	kWh	kWh	kWhArh			
Януари '11	105976	166622	97913	370511	Не се отч.	-1.1	85620	432.7
Февруари '11	91133	141733	74120	306986	Не се отч.	0.3	84510	363.3
Март '11	82396	125515	72332	280243	Не се отч.	5.3	82780	338.5
Април '11	64651	91280	51687	207618	Не се отч.	10	67000	309.9
Май '11	51596	77706	45298	174600	Не се отч.	15.6	63200	276.3
Юни '11	42989	67963	36788	147740	5686	19.3	70200	210.5
Юли '11	40304	64194	35717	140215	5317	22	58700	238.9
Август '11	36425	60556	32163	129144	7975	21.5	40100	322.1
Септември '11	41847	65041	33832	140720	6726	20.4	53250	264.3
Октомври '11	82579	123211	62260	268050	6027	9.5	89550	299.3
Ноември '11	91847	140351	74534	306732	5188	2.9	97300	315.2
Декември '11	88557	141060	78576	308193	6520	1.3	109430	281.6
Общо	820299.8	1265232	695220.3	2780752	43439		901640	308.4

Таблица 2

Данни за електропотреблението във ВТУ и средномесечните температури в гр. София през 2012 г.

Параметри	Активна енергия			Общо активна	Начислен а реактивна	Ср. мес. температ . °C	Общо 2011 г. kWh	Относит . рът %
	Върхова	Дневна	Нощна					
Месец	kWh	kWh	kWh	kWh	kWhArh			
Януари '12	102933	164838	93231	361002	0	-2.1	85620	421.6
Февруари '12	105026	168791	99374	373191	0	-3.4	84510	441.6
Март '12	77775	119114	69021	265910	2959	6.9	82780	321.2
Април '12	62651	89619	50372	202642	6966	12	67000	302.5
Май '12	53252	80826	42964	177042	9099	14.8	63200	280.1
Юни '12	47248	74250	39172	160670	10924	21.8	70200	228.9
Юли '12	45057	73014	37949	156020	8316	25	58700	265.8
Август '12	43516	70267	35066	148849	14347	23	40100	371.2
Септември '12	48362	74848	36796	160006	12367	19.1	53250	300.5
Октомври '12	69529	104995	50541	225065	12886	14.1	89550	251.3
Ноември '12	83473	130657	65272	279402	7145	7.8	97300	287.2
Декември '12	91610	147523	85143	324276	3491	-0.8	109430	296.3
Общо	830432	1298742	704901	2834075	88500		901640	314.3

При направеният анализ на данните за електропотреблението могат да се направят следните по-съществени изводи:

1. През периода 2011-2012 г. разходът на електрическа енергия има относително постоянен характер. Наблюдаваните отклонения в разхода през идентични месеци на различни години се дължат преди всичко на използването на електрически отоплителни уреди и климатични системи, при различните средномесечни температури (виж табл. 1 и 2 и фиг. 1).

2. Особено съществен е ръстът на потребление на електрическа енергия през зимния период, като през месеците януари и февруари нарастването е над 4 пъти, докато през месеци май юни и юли то е 2,1-2,7 пъти, спрямо избраната за базова 2001 г. Следва да се отбележи, че през месец август ръстът на потребление е съответно 3,2 пъти през 2011 г. и 3,7 пъти през 2012 г. спрямо 2001 г., което най-вероятно се дължи на стопанските потребители в училището, които през 2001 г. практически са били много малко на брой. На годишна база нарастването на електропотреблението е 3-3,2 пъти.

3. Нов компонент в разхода е включената от юни 2011 г. добавка за реактивна енергия, при влошен фактор на мощността ($PF < 0,9$), който във ВТУ е по-нисък от 0,9.

Като основни причини за многократното нарастване на електропотреблението във ВТУ „Тодор Каблешков” могат да се посочат следните:

1. Значително разширяване на стопанския сектор във ВТУ „Тодор Каблешков”. През анализирания период над 50 фирми-наематели работят на територията на училището. По-голямата част от тях извършват производствена дейност с използване на множество технологични машини, някои от които със значителна мощност. Наред с това повечето използвани от тях сгради и помещения не са топлофицирани и през зимните месеци за отоплението им се използва предимно електрическа енергия.

2. Масово използване на настолни персонални компютри. През последните 10 години почти всички работни места на преподавателите и служителите във ВТУ бяха обзаведени с персонални настолни компютри. Следва да се посочи, че повечето от тях остават включени през целия работен ден, дори и когато не се ползват. Всичко това води до формирането на един постоянен товар в размер на не по-малко от 20 kW

3. Използване през зимата на електрически отоплителни уреди в канцелариите на преподаватели и служители във ВТУ. Това явление се наблюдава като сравнително масова практика в училището. Извършената през 2011 и 2012 години подмяна на дограмата във всички учебни корпуси и Ректората на ВТУ значително намали енергийните загуби от инфилтрация, но въпреки това все още се използват отоплителни печки на много места.

4. Либералния режим на електроползване в студентските общежития. Наблюдаваната през годините тенденция в повишаване на потреблението в студентските общежития се дължи преди всичко на занижения контрол върху използваните в стаите домакински електроуреди. Въпреки, че относителният дял на използваната от студентските общежития електрическа енергия спрямо общия разход на училището не се променил съществено (през 2001 г. е бил 22,3% [1], а през 2012 г. това съотношение е 25,1%), то поради нарасналото в пъти общо електропотребление във ВТУ, относителният ръст с около 3%, изразен в именовани единици kWh, представлява около и над 1 милион kWh годишно.

5. Промяна в средствата за измерване. Като съпътстваща причина за увеличаване на таксуваната електроенергия може да се посочи и подмяната на старите индукционни електромери за търговско измерване на електроенергията с електронни четириквadrантни такива. Значително по-високата прецизност на измерването води след себе си и до увеличение на таксуваните количества електроенергия, което по експертна оценка е около 5-10%.

ПЪТИЩА ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

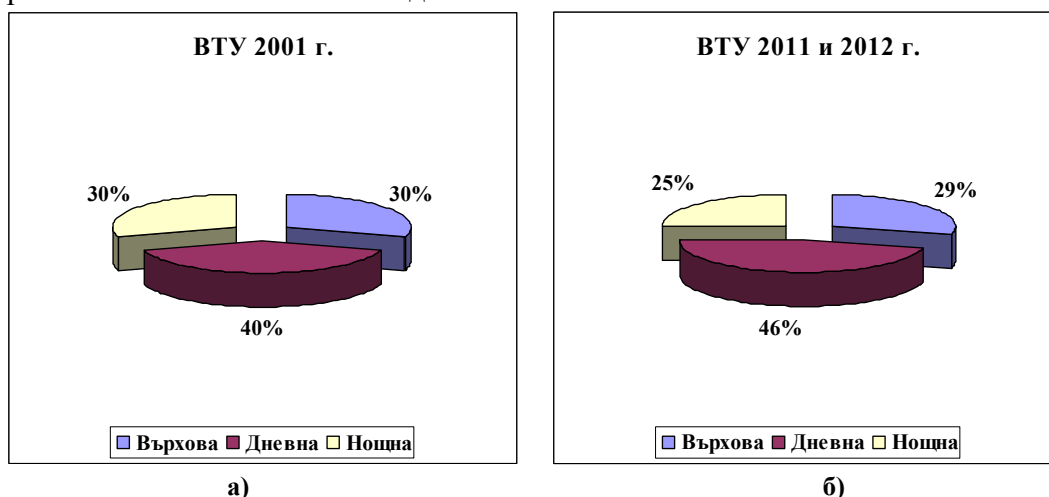
Повишаването на електроенергийната ефективност е сложен и продължителен процес, свързан със съответни инвестиционни разходи за техническо обновяване и провеждане на организационни мероприятия по отношение минимизиране на електропотреблението.

От техническа и икономическа гледна точка снижаването на разходите за електрическа енергия може да стане по няколко основни начина:

- чрез подходящ избор на тарифи за измерване на електрическата енергия;
- чрез технически и организационни мероприятия за повишаване на електроенергийната ефективност, водеща до абсолютно снижаване на разхода на електрическа енергия.

Тук са посочени само по-главна част от възможните мероприятия.

Съгласно действащата в Република България нормативна уредба в областта на енергетиката утвърдените начини за измерване на електрическата енергия са с три скали, с две скали и една скала [4, 5]. Организацията на работния процес във ВТУ определя основната консумация на електрическа енергия (70-72%) да става в периода 7÷18 часа, т.е. попадаща в дневната и върховата тарифни зони. Възможният начин за оптимизация е преминаване от измерване с три скали към измерване с две скали – дневна и нощна тарифи. Теоретично при съществуващото в момента дялово разпределение между върхова и дневна тарифни зони, което практически е намалено с 5% спрямо това през 2001 г. [1] (виж фиг. 2) това е възможно. Отчитайки обаче непрекъснатата промяна в цените на електрическата енергия по тарифни зони, както и наличието на множество компоненти в цената независещи от тарифните зони, прави прилагането на този способ много рисковано от гледна точка вероятност за нарастване на финансовите разходи за електрическа енергия при определени ценови съотношения. Прилагането на този способ е оправдано ако в бъдеще сериозно се намали относителният дял на потребяваната енергия във върхова тарифна зона до около 15% за сметка на дела на дневната тарифна зона. Това обаче практически е невъзможно, тъй като е пряко свързано с организацията на провеждания учебен процес и извършваната от фирмите-наемателки стопанска дейност.



Фиг. 2. Дялово разпределение на електропотреблението по тарифни зони
а) през 2001 г.; б) през 2011 и 2012 г.

Вторият възможен начин за намаляване разходите за електрическа енергия е чрез снижаване на абсолютната консумация вследствие прилагане на енергийно-ефективни мероприятия. Това може да бъде постигнато чрез широко внедряване на енергоспестяващи технологии и ограничаване на възможностите за необоснован

преразход на електроенергия. В този аспект на първо място е необходимо поетапно да бъдат подменени всички осветителни тела с лампи с нажежаема спирава /Л.Н.С./ в коридорите на учебните корпуси с подходящи по мощност компактни луминисцентни лампи. Такива вече частично са монтирани в етажните коридори на учебен корпус № 1, като последното доведе освен до намаляване на консумираната енергия за осветление и до значително подобряване на осветеността. В тази посока е наложително да бъдат реновиращи и всички луминисцентни осветителни тела, като същите бъдат оборудвани с електронни пусково-регулирущи устройства, чрез които ще се постигне значително понижаване на потребяваната от тях мощност.

Важно организационно мероприятие е и въвеждането на строг вътрешен контрол по отношение недопускане на необосновано използване на електрически отоплителни уреди в канцелариите на преподавателите и административния персонал. Също така е целесъобразно всички настолни компютри да се настройат за преминаване в „Спящ” (“Sleep mode”) режим, когато не се използват в продължение на 15 min.

Както вече беше посочено в последните години значителен ръст бележи абсолютната консумацията на електроенергия в общежитията на ВТУ. Там съществуват значителни резерви за намаляване на необосновано високия електроенергиен разход. Това може да се постигне чрез ограничаване на възможностите за преразход. В този аспект е необходимо да се монтират в етажните разпределителни електрически табла автоматични токоограничители на всеки токов кръг за контакти, чиито настройки на изключване да не позволяват включването на мощни електрически консуматори, особено през зимния период. За да не се ограничава възможността на студентите да приготвят сами храна и топли напитки е необходимо на всеки етаж в студентските общежития да се обособят помещения с необходимото домакинско обзавеждане.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цялостната дейност по подобряване на електроенергийната ефективност във ВТУ следва да се разглежда като един продължителен процес придружен с разработването на дългосрочна програма за енергийна ефективност. Въпреки, че нейното прилагане е свързано със значителни инвестиции, у нас съществуват възможности за участие на ВТУ с проекти по европейски оперативни програми през новия програмен период 2014-2020 г., чрез които да се финансира значителна част от енергийно-ефективните мероприятия.

Чрез последователно прилагане на обосновани технически решения и организационни мероприятия, за няколко години е възможно постигане устойчиво енергийно развитие и значим икономически ефект.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Димитров Г. И., Анализ на разхода на електрическа енергия във ВТУ „Тодор Каблешков” и средства за подобряване на качествените и количествени показатели на електроенергийното потребление, Дванадесета научна конференция с международно участие „Транспорт 2002”, София, 14-15 ноември 2002 г., Сборник доклади, 385 стр.
- [2] Фактури за консумирана електрическа енергия през периода от януари 2011 г. до март 2013 г., „ЧЕЗ Електро България” АД
- [3] Месечни бюлетени на НИМХ при БАН за периода от януари 2011 г. до март 2013 г.
- [4] Наредба № 6 от 9 юни 2004 за присъединяване на производители и потребители на електрическа енергия към преносната и разпределителните електрически мрежи, Министерство на енергетиката и енергийните ресурси, Обн. ДВ. бр. 74 от 24 август 2004 г., изм. ДВ. бр. 27 от 29 март 2005 г., изм. ДВ. бр. 25 от 5 март 2008 г.
- [5] Закон за енергетиката, Обн. ДВ. бр. 107 от 9 декември 2003 г., посл. изм. ДВ. бр. 15 от 15 февруари 2013 г. и доп. ДВ. бр. 20 от 28 февруари 2013 г. и ДВ. бр. 23 от 8 март 2013 г.

ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN TODOR KABLESHKOV UNIVERSITY OF TRANSPORT

Ivan Petrov, Georgi Dimitrov, Albena Hristova
ivanpetrov60@abv.bg, dimitrov_gd@mail.bg, hristova_as@abv.bg

***Todor Kableshkov University of Transport, 1574 Sofia, 158 Geo Milev str.
BULGARIA***

Key words: *Electrical energy, Electricity consumption, Energy efficiency*

Abstract: *Todor Kableshkov University of Transport is one of many users connected to the power system in Bulgaria. The report presents an analysis of the energy consumption in the University in the period 2011-2012. Have been studied evolution of the overall electricity consumption for the period, as was paid a special attention to the qualitative and quantitative indicators in accordance with current regulations and standards. Rated are the main factors which significantly affect the growth of electricity consumption and are proposed some technical and organizational measures, through which it can achieve reduction of final electricity consumption and improve power efficiency in the University.*