

---

## ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ПОСТОЯННОТОКОВИ ЗАРЯДНИ СТАНЦИИ ВЪРХУ ЕНЕРГЕТИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПОНИЗИТЕЛНИ ТРАНСФОРМАТОРИ

**Мартина Томчева**

[mtomcheva@vtu.bg](mailto:mtomcheva@vtu.bg)

**ВТУ „Тодор Каблешков” – София**

**ул. „Гео Милев” 158, София 1574**

**БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** *електрическа енергия, понизителни трансформатори, зарядни станции, електромобили, енергетични показатели.*

**Резюме:** *В настоящия доклад са направени реални измервания за определен период от време на понизителен трансформатор, към чиято страна ниско напрежение е присъединена една постояннотокова зарядна станция и четири променливотокови зарядни станции за електромобили, като последните не са разгледани в този доклад. Целта е да се направи анализ по отношение влиянието на постояннотоковата зарядна станция върху показателите за качество на електрическа енергия и по-конкретно, влиянието ѝ по отношение на фактора на мощността  $\cos\varphi$  на първичната страна на понизителния трансформатор.*

*Разгледани са енергетичните показатели на страна средно напрежение и ниско напрежение на понизителен трансформаторен пост на територията на ВТУ „Тодор Каблешков“ в момента на работа на зарядната станция. Измерванията са направени на захранващия клон на зарядните станции и на страна средно напрежение на понизителния трансформатор. Направен е сравнителен анализ на  $\cos\varphi$ , който определя реактивната енергия на първичната страна на трансформатора.*

*Направените измервания се отнасят до промяната на качеството на електроенергията от присъединената постояннотокова зарядна станция за електромобили на страна ниско напрежение. Измерванията са при различен товар на трансформатора във всички вторични клонове. По време на изследването натоварването на трансформатора е в широк диапазон поради разнообразния товар график и независимо от работата на зарядната станция.*

### **1. ВЪВЕДЕНИЕ**

В доклада са разгледани получените резултати от проведени експериментални измервания на трансформаторен пост (ТП) №4 на ВТУ „Тодор Каблешков“, към който е монтирана една постояннотокова (DC) и четири променливотокови (AC) зарядни станции за електромобили, като променливотоковите станции и техните режими на работа не са разгледани в този доклад [2, 3].

Постояннотоковата зарядна станция е с мощност 27 kVA и стандартно присъединяване към електромобилите чрез стандартен куплунг CCS2 [4].

Външния вид на постояннотокова (DC) зарядна станция и нейните характеристики според информационната табела на производителя са показани на фиг. 1.



Фиг. 1. Постояннотокова трифазна зарядна станция

## 2. ИЗПОЛЗВАНА АПАРАТУРА ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА ИЗМЕРВАНИЯТА

За ВТУ „Годор Каблешков“ отчитането на електрическата енергия средно напрежение (СН) се извършва в трафопостовете чрез електромери. Електромерите са модел *Landis&gyr*. Отчитането на електрическата енергия става дистанционно посредством рутери на всеки 15 минути (kWh/4 и kvarh/4), съобразно действащите нормативи. Рутерите са модел *Frodexim FGM300*. Отчитането на данните се отнася до стойностите на активната, реактивната енергия и фактора на мощност  $\cos\phi$ .



Фиг. 2. Електромер Landis&gyr



Фиг. 3. Frodexim FGM300

Измерванията на страна ниско напрежение (НН) са направени с мрежови анализатор *Janitza* модел UMG 604. Уредът измерва всички енергетични показатели по зададена програма от оператора. Семплирането на информацията може да се променя в широк диапазон, като използваното време за семплиране в доклада е 1 минута.



Фиг. 4. Мрежови анализатор *Janitza*

### 3. ПРОВЕДЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Направени са множество измервания на страна НН на ТП №4 с цел да се анализират енергетичните показатели след монтиране на зарядната станция. Периодът на измерване е 01.11.2023 г. до 30.11.2023 г., което определя и актуалността на получените резултати [1]. Направен е анализ на влиянието на зарядните станции като са сравнени данните за  $\cos\phi$  на страна СН и измерените стойности на  $\cos\phi$  на страна НН на трансформатора за определени дни от месеца, в моментите в които се осъществява заряд.

В табличен и графичен вид са показани измерените стойности на активната, реактивната енергия и  $\cos\phi$ . На графиките на лявата ордината са визуализирани стойностите на  $\cos\phi$  на страна СН и НН, а на дясната ордината – активната и реактивната енергия.

В таблица 1 са дадени измерените стойности на активната енергия, реактивната енергия и  $\cos\phi$  на страна СН, както и измерената стойност на  $\cos\phi$  на страна НН за 24.11.2023 година. На фиг. 5 графично е дадено сравнението между  $\cos\phi$ , измерен на страна НН и СН.

Таблица 1. Измерени стойности на активната, реактивната енергия и  $\cos\phi$  за дата 24.11.2023 г.

Дата	Час	Активна енергия, kWh/4	Реактивна енергия, kvarh/4	$\cos\phi$ СН	$\cos\phi$ НН
24.11.2023	14:30:00	30,5	10	0,95023	0,42307
24.11.2023	14:45:00	29,25	9,5	0,95109	0,94913
24.11.2023	15:00:00	31,25	10,5	0,94792	0,99600
24.11.2023	15:15:00	32,5	10,5	0,95157	0,93487
24.11.2023	15:30:00	30,75	10	0,95098	0,99607
24.11.2023	15:45:00	31	10,5	0,94714	0,99653
24.11.2023	16:00:00	29,25	11,5	0,93065	0,99700
24.11.2023	16:15:00	26,75	11,25	0,9218	0,99700
24.11.2023	16:30:00	26	11	0,92097	0,97140

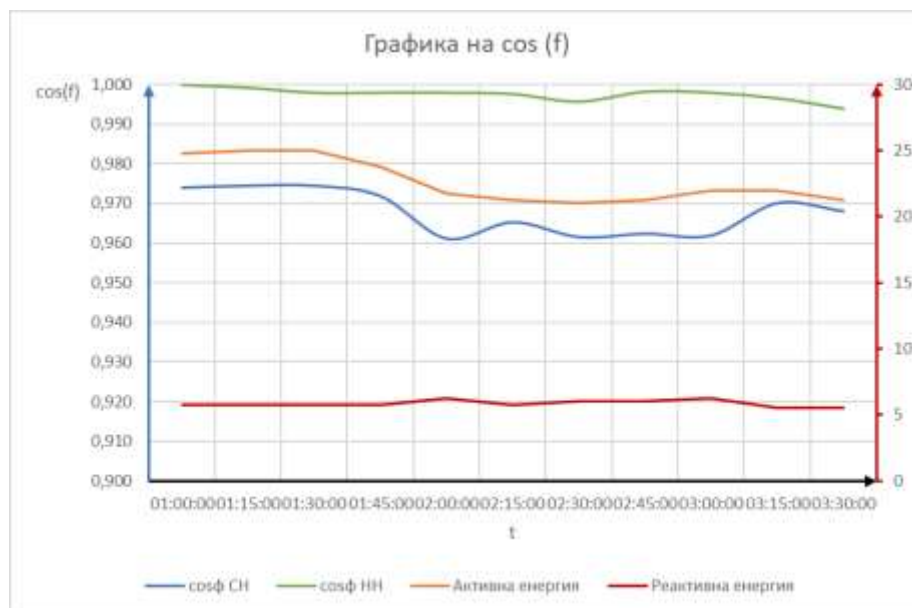


Фиг. 5. Стойности на  $\cos\phi$  на страна НН и СН за 23.11.2023 г.

В таблица 2 са дадени измерените стойности на активната енергия, реактивната енергия и  $\cos\phi$  на страна СН, както и измерената стойност на  $\cos\phi$  на страна НН за 27.11.2023 година. На фиг. 6 графично е дадено сравнението между  $\cos\phi$ , измерен на страна НН и СН.

Таблица 2. Измерени стойности на активната, реактивната енергия и  $\cos\phi$  за дата 27.11.2023 г.

Дата	Час	Активна енергия, kWh/4	Реактивна енергия, kvarh/4	$\cos\phi$ СН	$\cos\phi$ НН
27.11.2023	01:00:00	24,75	5,75	0,97406	1,00000
27.11.2023	01:15:00	25	5,75	0,97456	0,99927
27.11.2023	01:30:00	25	5,75	0,97456	0,99800
27.11.2023	01:45:00	23,75	5,75	0,97192	0,99800
27.11.2023	02:00:00	21,75	6,25	0,96111	0,99800
27.11.2023	02:15:00	21,25	5,75	0,96529	0,99767
27.11.2023	02:30:00	21	6	0,96152	0,99573
27.11.2023	02:45:00	21,25	6	0,96237	0,99827
27.11.2023	03:00:00	22	6,25	0,96194	0,99800
27.11.2023	03:15:00	22	5,5	0,97014	0,99660
27.11.2023	03:30:00	21,25	5,5	0,9681	0,99393



Фиг. 6. Стойности на  $\cos\phi$  на страна НН и СН за 27.11.2023 г.

В таблица 3 са дадени измерените стойности на активната енергия, реактивната енергия и  $\cos\phi$  на страна СН, както и измерената стойност на  $\cos\phi$  на страна НН за 29.11.2023 година. На фиг. 7 графично е дадено сравнението между  $\cos\phi$ , измерен на страна НН и СН.

Таблица 3. Измерени стойности на активната, реактивната енергия и  $\cos\phi$  за дата 29.11.2023 г.

Дата	Час	Активна енергия, kWh/4	Реактивна енергия, kvarh/4	$\cos\phi$ СН	$\cos\phi$ НН
29.11.2023	18:00:00	34	8,5	0,97014	0,99793
29.11.2023	18:15:00	35,25	8,5	0,97214	0,99800
29.11.2023	18:30:00	35,25	8,75	0,97055	0,99800
29.11.2023	18:45:00	33	8,5	0,96839	0,99800
29.11.2023	19:00:00	33	7,75	0,97351	0,99800
29.11.2023	19:15:00	30,5	7,25	0,97289	0,99800
29.11.2023	19:30:00	31	7	0,97544	0,99800
29.11.2023	19:45:00	34	6,75	0,98086	0,99840



Фиг. 8. Стойности на  $\cos\phi$  на страна НН и СН за 29.11.2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И АНАЛИЗ

След подробен анализ на получените стойности на фактора на мощност  $\cos\phi$  се установява, че товарът на зарядната станция е много по-малък от общия товар на трансформатора. Установява се, че постояннотоквата зарядна станция не оказва влияние върху реактивната енергия на страна СН. Измененията на границите на реактивната енергия са в диапазона от 5,50 kvarh/4 до 11,50 kvarh/4, а активната енергия е в диапазона от 25 kWh/4 до 35 kWh/4.

След направените анализи може да се твърди, че постояннотоква зарядна станция не влияе на качеството на електроенергията на първичната страна на трансформатора.

Интересен би бил резултатът от бъдещи измервания при липса на товар на другите клонове на трансформатора, различни от клона на зарядната станция. Тези изследвания могат да бъдат тема на следващи доклади.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Петров И., Изследване на фактора на мощност и мерки за подобряването му. Годишник на Техническия Университет – София, т. 67, кн. 1, 2017 г., стр. 104-112., 2017 г.;
- [2] Мицева Д. Специфични особености, параметри и характеристика на литиевойонни акумулаторни батерии, Шеста научна конференция с международно участие „Комуникации, електрообзавеждане и информатика в транспорта - KEIT – 2022“, гр. Банско, 30.08. - 02.09.2022 г., (сп. „Механика, транспорт, комуникации“, том 20, бр. 3/2, 2022, ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online) <https://mtc-aj.com/library/2260.pdf>
- [3] Мицева Д. Специфични особености, параметри и характеристика на литий-ферофосфатни акумулаторни батерии, Шеста научна конференция с международно участие „Комуникации, електрообзавеждане и информатика в транспорта - KEIT –

## STUDY OF THE IMPACT OF DC CHARGING STATIONS ON THE POWER PERFORMANCE OF STEP-DOWN TRANSFORMERS

**Martina Tomcheva**  
[mtomcheva@vtu.bg](mailto:mtomcheva@vtu.bg)

*Todor Kableskov University of Transport*  
*158 Geo Milev Str., Sofia 1574*  
*BULGARIA*

**Key words:** *electricity, step-down transformers, charging stations, electric vehicles, energy performance.*

**Abstract:** *In this report, actual measurements have been made over a period of time on a step-down transformer with one DC charging station and four AC charging stations for electric vehicles connected to the low voltage side, the latter are not considered in this report. The aim is to analyse the impact of the DC charging station on the power quality performance and, in particular, its impact on the power factor  $\cos\varphi$  of the primary side of the step-down transformer.*

*The power indices of the medium voltage and low voltage side of the step-down transformer station at the Todor Kableskov University of Transport at the time of charging station operation are investigated. The measurements were made on the supply branch of the charging stations and on the medium voltage side of the step-down transformer. A comparative analysis of  $\cos\varphi$ , which determines the reactive energy on the primary side of the transformer, was made.*

*The measurements made relate to the change in power quality from the connected DC EV charging station to the low voltage side. The measurements are at different transformer loads in all secondary branches. During the study, the transformer load is in a wide range due to the varied commodity schedule and independent of the charging station operation.*