



## **РАЗРАБОТВАНЕ НА НАСОКИ И ЦЕЛИ ЗА ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ И ПО-СПЕЦИАЛНО НА ПОТЕНЦИАЛА НА ВЯТЪРНАТА ЕНЕРГИЯ В ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ**

**Орлин Венцеславов Попов**

[orlin\\_popov@abv.bg](mailto:orlin_popov@abv.bg)

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

***Резюме:** В настоящата работа се разглеждат възобновяемите енергийни ресурси в железопътния транспорт за постигане на неутралност по отношение на използването на изменяеми ресурси и намаляване на отрицателното влияние върху климата и околната среда. Съпоставят се още директиви за енергия от възобновяеми източници и съответните перспективи за успешно развитие и увеличаване на дела на възобновяемите енергийни източници в енергийната система. Акцентира се още върху ефективното използване на възобновяемите енергийни ресурси и по-специално на вятърната енергия в железопътния транспорт за захранване на железопътната тягова система, която включва тягови подстанции, тягови мрежи и електрически тягов подвижен състав, както и вятърни турбини. Поставят се конкретни цели за ефективно използване на определени енергийни източници.*

***Ключови думи:** възобновяеми енергийни източници; вятърна енергия; вятърни електроцентрали; железопътен транспорт*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Возобновяемите енергийни източници (ВЕИ) включват слънчева, вятърна и геотермална енергия, енергия от приливите и отливите и свободна енергия, биомаса (растения, различни видове органични отпадъци), нископотенциална енергия на околната среда. Малките водноелектрически централи (с мощност до 30 MW и мощност на един блок не повече от 10 MW) също се считат за възобновяеми енергийни източници, които се различават от традиционните, по-големи водноелектрически централи само по мащаб. Интересът към възобновяемите енергийни източници възниква след енергийната криза от 1973 г., във връзка с която много страни, включително САЩ, Дания и Холандия, развиват дългосрочни държавни програми за изследвания и разработки на слънчеви, вятърни, геотермални и други видове преобразуватели на възобновяема енергия. развитието на възобновяемите енергийни източници в света през последните 30 години се оценява като ентузиазизирано до умерено песимистично. Например „Зелен мир“ призовава за замяна на всички традиционни горива и ядрена енергия с използване на възобновяеми енергийни източници.

Като цяло, използването на възобновяеми енергийни източници в света е придобило забележим мащаб и стабилна тенденция на растеж. В някои страни дялът на възобновяемите енергийни източници в енергийния баланс е няколко процента. През 2022 г. енергията от възобновяеми източници представляваше 23% от потреблението на енергия в Европейския съюз (ЕС). През 2023 г. законодателите увеличиха целта на Съюза за дела на възобновяемите енергийни източници в брутно потребление на енергия от 32% на 42,5% в срок до 2030 г., като стремежът е да се постигне дял от 45%.

## **ЕВРОПЕЙСКИЯТ ЗЕЛЕН ПАКТ**

На 11 декември 2019 г., в съответствие с Европейския зелен пакт, Съюзът пое ангажимент за преодоляване на предизвикателствата в областта на енергетиката, климата и околната среда и за постигане на неутралност по отношение на климата в срок до 2050 г., в съответствие с Парижкото споразумение. Трансформацията на енергийната система на ЕС играе основна роля в това отношение, тъй като производството и използването на енергия са отговорни за над 75% от емисиите на парникови газове в ЕС.

### **ДИРЕКТИВА ЗА ЕНЕРГИЯТА ОТ ВЪЗОБНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ**

Директивата за енергията от възобновяеми източници – перспективата за 2020 г.

В първоначалната Директива за енергията от възобновяеми източници, приета на 23 април 2009 г., се определяше, че 20% от брутно крайно потребление на енергия в ЕС и 10% от употребяваната енергия в транспортния сектор на всяка държава членка трябва да бъдат от възобновяеми енергийни източници в срок до 2020 година. С директивата се определяха и потвърждаваха задължителни национални цели в съответствие с общата цел на ЕС. Освен това тя изискваше от държавите от ЕС да разработят индикативни криви за постигане на своите цели, да представят национални планове за действие в областта на енергията от възобновяеми източници и да публикуват национални доклади за напредъка в областта на енергията от възобновяеми източници на всеки две години. Директивата очертаваше различни механизми, които държавите от ЕС биха могли да прилагат, за да насърчат инвестициите във възобновяеми енергийни източници, включително схеми за подпомагане, гаранции за произход, съвместни проекти, сътрудничество с държави извън ЕС, както и критерии за устойчивост на биогоривата.

През 2018 г., като част от пакета „Чиста енергия за всички европейци“, влезе в сила преразгледаният за първи път текст на Директивата за енергията от възобновяеми източници. С тази директива, която трябваше да бъде транспонирана в националното законодателство в държавите от ЕС до юни 2021 г., се въведе нова обвързваща цел за енергията от възобновяеми източници за ЕС от най-малко 32% дял от брутно крайно потребление на енергия в срок до 2030 г. и увеличена цел за 14% дял на използваните в транспортния сектор горива от възобновяеми енергийни източници в срок до 2030 година.

В съответствие с Регламент (ЕС) 2018/1999, държавите от ЕС предлагат национални цели в областта на енергетиката и в срок до март 2023 г. изготвят десетгодишни национални планове в областта на енергетиката и климата (НПЕК), обхващащи периода от 2021 г. До 2030 година. НПЕК са обект на наблюдение на всеки две години с доклади за напредъка и се оценяват от Комисията, която е упълномощена да предприема мерки на равнище ЕС, за да гарантира тяхната съгласуваност с общите цели на ЕС.

Директивата за енергията от възобновяеми източници – перспективата за 2030 г.

През 2023 г. вторият преразгледан текст на Директивата за енергията от възобновяеми източници беше резултат от три основни изменения. През юли 2021 г., като част от пакета „Подготвени за цел 55“, първото изменение имаше за цел да приведе целите на Съюза в областта на енергията от възобновяеми източници в съответствие с новата му амбиция в областта на климата.

През март и май 2022 г., второто изменение на директивата, като част от пакета REPowerEU, приет вследствие на променящата се обстановка Украйна, имаше за цел да ускори прехода към чиста енергия в съответствие с решението за постепенно премахване на зависимостта от изкопаемите горива. Това трябваше да бъде постигнато чрез инсталиране на термомопи, увеличаване на фотоволтаичните мощности за слънчева енергия и внос на водород от възобновяеми източници и биометан.

През ноември 2022 г. третото изменение на директивата имаше за цел да ускори внедряването на енергия от възобновяеми източници, като се приеме, че определени централи за енергия от възобновяеми източници са от по-висш обществен интерес. Това дава възможност за по-бързо издаване на разрешения за проекти за енергия от възобновяеми източници и за специфични дерогации от законодателството на ЕС в областта на околната среда.

Директивата за енергията от възобновяеми източници, която влезе в сила през ноември 2023 г., повишава целта за дела на възобновяемите енергийни източници за 2030 г. До 42,5% в срок

до 2030 г., като държавите членки се стремят да постигнат дял от 45%. Тя ускорява процедурите за издаване на разрешения за нови електроцентрали за енергия от възобновяеми източници, като слънчеви панели или вятърни турбини, и определя на 12 месеца максималния срок за одобряване на нови инсталации в приоритетни зони за производство на енергия от възобновяеми източници и на 24 месеца – на други места.

**Таблица 1. Таблично представяне на електроенергията произведена от изкопаеми горива и електроенергията произведена от възобновяеми източници в Република България**

Тип електроцентрали	2020г.	2021г.	2022г.	2023г.	2024г.
АЕЦ	40,7% 16 629 828MWh	34,5% 16 489 198MWh	32,6% 16 464 662MWh	40,2% 16 166 599MWh	41,3% 15 780 180MWh
ТЕЦ	42,9% 17 552 121MWh	48,0% 22 956 951MWh	52,3% 26 463 339MWh	39,2% 15 757 953MWh	33,3% 12 735 758MWh
ВЕЦ	8,3% 3 393 161MWh	10,7% 5 127 000MWh	7,5% 3 810 674MWh	7,7% 3 100 152MWh	7,6% 2 899 470MWh
ВяЕЦ	3,6% 1 478 095MWh	3,0% 1 434 190MWh	3,0% 1 499 125MWh	3,9% 1 583 852MWh	3,6% 1 377 086MWh
ФЕЦ	3,6% 1 478 255MWh	3,1% 1 487 946MWh	4,0% 2 022 067MWh	8,3% 3 334 895MWh	13,7% 5 220 293MWh
ЕЦ на биогорива	0,9% 349 532MWh	0,7% 330 996MWh	0,6% 318 391MWh	0,6% 234 441MWh	0,6% 214 732MWh
Общо електропроизводство	40 880 993MWh	47 826 281MWh	50 578 798MWh	40 177 891MWh	38 227 519MWh

**Таблица 2. Таблично представяне на изменението в проценти на произведената електроенергията произведена от изкопаеми горива и електроенергията произведена от възобновяеми източници в Република България**

Тип електроцентрали	2019-2020г.	2020-2021г.	2021-2022г.	2022-2023г.	2023-2024г.
АЕЦ	0,40%	-0,80%	-0,10%	-1,80%	-2,40%
ТЕЦ	-17,40%	30,80%	15,3	-40,50%	-19,20%
ВЕЦ	0,40%	51,10%	-25,70%	-18,60%	-6,50%
ВяЕЦ	0,80%	-3,00%	4,50%	5,70%	-13,10%
ФЕЦ	18,00%	0,70%	35,90%	64,90%	56,50%
ЕЦ на биогорива	-0,50%	-5,30%	-3,80%	-26,40%	-8,40%
Общо електропроизводство в проценти	-7,70%	17,00%	5,80%	-20,60%	-49,00%

Актуалността на работата се състои в частно решение на проблема с енергоспестяването, дължащо се на използването на възобновяеми енергийни източници в системите за тягозахранване (СТЕ) на железопътните линии. В момента, поради постоянния растеж на потреблението на енергия в мегаполисите и големите индустриални региони, се наблюдава намаляване на резерва от генериращи мощности, а в някои случаи дефицитът им нараства.

Специално внимание се обръща на развитието на системи за електрозахранване, базирани на възобновяеми енергийни източници, и по-специално на базирани на вятърна енергия.

Използването на съвременни вятърни електроцентрали (ВЕЦ) не само в промишлената и икономическата енергетика, но и в железопътните линии, е актуално в целия свят.

Целта е да се проучи възможността за ефективно използване на възобновяеми енергийни източници и по-специално на потенциала на вятърната енергия в железопътния транспорт.

Основни цели, на изследването за постигане на целта са поставени и следните задачи:

- провеждане на анализ на потенциала на възобновяемите енергийни източници;
- разработване на ключови схеми и проекти на вятърни турбини за използване в тягови подстанции на електрифицирани железопътни линии с променлив ток;
- разработване на симулационен модел за изчисляване на технико-икономическите характеристики на вятърните турбини като част от системата за тягово електрозахранване на железопътния транспорт, като се вземат предвид регионалните експлоатационни особености;
- разработване на математически модел за изчисляване на икономическата ефективност от въвеждането на вятърни турбини в системата за тягово електрозахранване, като се вземе предвид тяхното въздействие върху енергийния баланс на цялата железопътна електроенергийна система.

**Обект на изследване.** Железопътната тягова енергийна система, която включва тягови подстанции и тягова мрежа, електрически подвижен състав и вятърни турбини, като се вземат предвид техническите, климатичните, географските, инфраструктурните, социалните, икономическите условия и енергийният потенциал на възобновяемите енергийни източници.

**Теоретична и методологична основа на изследването.** Методи за компютърна обработка на масиви от данни; методи за изчисляване на СТЕ на железопътните линии; методи за изчисляване на икономическата ефективност на електроенергийните съоръжения; методи на математическата статистика и теорията на вероятностите.

**Насоки, по които ще се работи:**

- 1) метод за формиране на теоретични графики на вятърните натоварвания за всякакви области, като се вземат предвид основните им характеристики;
- 2) теоретични и експериментални изследвания за определяне на вятърния потенциал на регионите, където се планира електрификация на железопътните линии, и е направена оценка на възможността за ефективното им използване за нуждите на електрическия подвижен състав;
- 3) проектиране и изграждане на вятърни тягови подстанции (ВТП), използващи вятърни турбини с вятърни електрически генератори (ВЕГ) за променливотокови железопътни тягови електроцентрали;
- 4) симулационен модел на работата на вятърната турбина като част от железопътната тягова електроцентрала за променлив ток, който позволява да се вземе предвид както вероятностният характер на потреблението на енергия на железопътната линия, така и вероятностният характер на генерирането на електроенергия от вятърната турбина;
- 5) математически модел за определяне на технико-икономическия ефект от използването на вятърни турбини по железопътните линии на Република България.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Wegley H.L., Ramsdell J.V., Orgill M.M., Drake R.L. A Sitting Handbook for Small Wind Energy Conversion Systems. US DOE. Battelle, 1980.
- [2] Wintrich A., Schreiber D. Minis control the giants: Electronic power components as subsystems of energy conversion // Elektronikpraxis. March, 2001.
- [3] Wind Energy Resource Atlas of the United States. Pacific Northwest Laboratory. Richland. Washington 99352. DOE/CH 10094-4. March, 1987.
- [4] <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/bg/sheet/70>
- [5] <https://www.eso.bg/>

## **DEVELOPMENT OF GUIDELINES AND GOALS FOR THE EFFECTIVE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AND MORE ESPECIALLY THE POTENTIAL OF WIND ENERGY IN RAILWAY TRANSPORT**

**Orlin Ventseslavov Popov**

[orlin\\_popov@abv.bg](mailto:orlin_popov@abv.bg)

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

***Abstract:** This paper examines renewable energy resources in railway transport to achieve neutrality in terms of the use of variable resources and reduce the negative impact on the climate and the environment. Renewable energy directives and the relevant prospects for successful development and increase in the share of renewable energy sources in the energy system are also compared. The focus is also on the effective use of renewable energy resources, and in particular wind energy in railway transport to power the railway traction system, which includes traction substations, traction networks and electric traction rolling stock, as well as wind turbines. Specific goals are set for the effective use of certain energy sources.*

***Key words:** renewable energy sources; wind energy; wind power plants; railway transport*