

КОНТАКТНАТА МРЕЖАТА ЗА ГРАДСКИ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ КАТО ВЪЗОБНОВЯЕМ ЕНЕРГИЕН ИЗТОЧНИК

Мартин Димитров Златков
dj_marti79@mail.bg

**ВТУ „ТодорКаблешков”, София, 1574, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: тролейбус, енергийна ефективност, възобновяем енергиен източник, контактна мрежа, ветрогенератор, енергонезависим, електрически транспортни средства.

Резюме: В доклада е представена иновативна идея с чието внедряване може значително да се намалят разходите към НЕК на електротранспортно предприятие. Целта е рационалното използване на наличната инфраструктура (контактна мрежа и прилежащите и стълбове) комбинирано с възобновяеми енергийни източници (ветрогенератори и фотоволтаици), да доведе до частична или пълна енергийна автономност на електротранспортното предприятие.

Увод

В условията на финансова криза и със стремеж да сме енергийно-ефективни и в крак с новите технологии, прецених че подмянтя на лампите с крушка с нажежаема жичка със светодиодни ленти, е меко казано несериозно.

Идеята ми е изцяло насочена към частична или пълна автономност на електрозахранването на електрифициран обществен градски транспорт. Предлагам това да стане с ВЕИ Възобновяеми Енергийни Източници – ветрогенератори и соларни панели. На върха на всеки стълб носещ контактните проводници да бъде монтиран малък ветрогенератор с номинална мощност 1,5kW, (чиято максимална надхвърля 2kW) фигура 1.



Фиг.1. Общ вид на ветрогенератора и фотоволтаичния панел монтирани върху стълб от контактната мрежа на градски електротранспорт.

Предварителни тягови изчисления:

Стълбовете са разположени през 20m. което прави:

$$(1) 1000m./20m.=50\text{стъ.}/\text{km}.$$

Да вземем за пример един 24 километров тролейбусен маршрут:

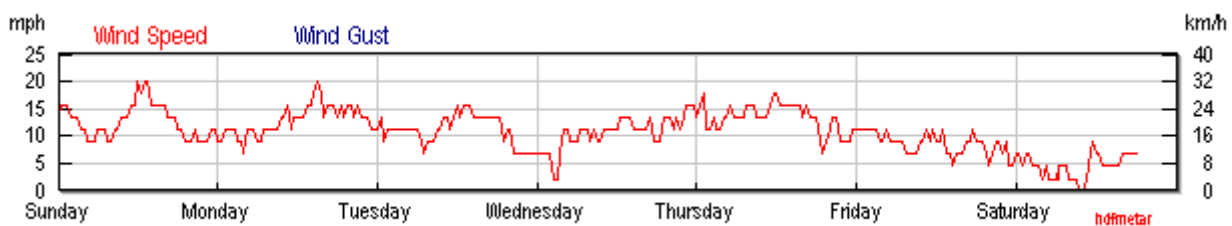
$$(2) 24\text{km.} * 50\text{стъ.}/\text{km.} = 1200\text{стъ.}$$

(като се има в предвид, че в кръстовищните участъци броят на стълбовете е значително по-голям). С монтирани върху тях генератори, те представляват енергиен обекте с номинална мощност:

$$(3) 1200\text{стъ.} * 1,5\text{kW}/\text{стъ.} = 1800\text{kW} = 1,8\text{MW}.$$

Такова производство ще бъде възможно само при лоши метеорологични условия. Иначе усредненото номинално производство е около 40% от инсталираната мощност при добре подбран терен за инсталиране на енергийния обект (високи плата или незалесени равнинни площи), и около 25% за нашите условия – градска среда.

На диаграмата (фиг.2.) се вижда един примерен седмичен цикъл на вятъра:



Фиг. 2. Седмичен цикъл на вятъра.

Вижда се че средната скорост на вятъра е около 18km/h или 5m/s. Малките ветрогенератори

отдават номиналната си мощност при около 12m/s така че при 5m/s със сигурност са достигнати 25-те % производство.

Голямо предимство е че малките ветрогенератори започват производство при скорост на вятъра 2-3m/s за разлика от големите (>100kW), които започват производство при 5,5-6m/s. Също така при авария на 1 от генераторите това няма да окаже почти никакво влияние на системата.

Средната скорост на превозните средства от градския транспорт в София е:

-автобуси - 19,4 км в час

-трамваите - 12,7 км в час

-тролейбусите - 14,4 км в час

-метрото - 38,84 км в час



Фиг. 3. Транспортни средства.

Умишлено съм поставил картинки на старите транспортни средства за да припомня, че в България имаше индустрия и ги произвеждахме, а също така да покажа, че те не са неконкурентно способни на фона на посочената по-горе средна скорост за град София.

За задвижване на сухопътно превозно средство с тегло 1тон, със средна скорост 60km/h са необходими около 125W/km. което прави:

$$(4) 125W/km \cdot 60min = 7500W/h = 7,5kW/h.$$

или за 10 тонен тролейбус :

$$(5) 10t \cdot 7,5kW/h = 75kW/h.$$

Да се и ма в предвид, че по-новите тролейбуси са със значително по-ниско тегло, а също така значително по-икономични, с по-малко загуби в контролера изпълнен с Широкоинно Импулсен Модулятор – ШИМ контролер или Честотен Преобразувател - ЧП.

По маршрута се движат едновременно 6 тролейбуса със среден енергиен разход 75kW/h. което прправи:

$$(6) 6тр. \cdot 75kW/h = 450kW/h.$$

Да се и ма в предвид, че във всеки един момент един от тролейбусите не е в движение поради престой на спирка или светофар. Също да не забравяме рекуперацията при спиране и спускане по наклон. Тези фактори почти компенсират повишения разход на превозното средство при изкачване на възвишения.

От номиналната мощност на нергийния обект - 1,8MW при 25% електропроизводство в градска среда, това прави:

$$(7) 1800kW \cdot 25\% / 100\% = 450kW.$$

Електрическата енергия има една характерна особеност – трябва да бъде изразходвана в момента на нейното производство! Въпреки че произведената от енергийния обект мощност покрива напълно нуждите ни, ветровия потенциал не е постоянен и за това се очаква около 50% покритие на енергийните разходи. Това означава че в даден момент ще имаме частичен или пълен недостиг и тогава ще черпим от националната енергийна система. В друг момент ще имаме свръхпроизводство (излишък на енергия) което ще се компенсира частично от зареждане и дозареждане на акумулаторите които всеки тролейбус носи със себе си. Също излишъка може да бъде употребен (акумулиран като топлина или хлад) от климатичните инсталации на 7-мия и 8-мия тролейбуси стоящи на начална и крайна станция. **Нощем когато не се движи градския транспорт произведената електроенергия може да бъде употребена за осветление на целия пътен участък от маршрута, което ще доведе до 50% икономия на разходи за осветление.** Това обаче налага преработка на осветителните тела, за да бъдат пригодени за работа с напрежение от мрежата.



Икономическата изгода от построяването на ветрогенераторен енергиен обект по този способ е огромна. Това е обособено от факта, че енергийния обект има вече построени пилони (стълбове), прокарани между тях проводници. Лесното синхронизиране на всеки ветрогенератор с мрежата, а също така и с външния електрозахранващ източник (подстанция) е възможно поради факта, че цялата система работи на прав ток, което не изисква никаква комутация или синхронизация.

Предимства:

- екологично чист източник на електроенергия
- възобновяем източник на електроенергия
- отпада необходимостта от закупуване, доставка и монтаж на ветрогенераторни мачти
- отпада уреждането на документацията за построяване на ветрогенераторен парк
- отпада необходимостта от закупуване, доставка и прокарване на кабелна магистрала
- наличен потенциален консуматор на произведената електроенергия
- ранно електропроизводство
- ниска степен на аварийност на системата

Недостатъци:

- не може да се реализира напълно там където сградите са гъсто застроени и там където носещите възета на контактните проводници са закрепени директно на сградите.



Фиг. 4. Изглед на контактната мрежа за градски електротранспорт като възобновяем енергиен източник.

Идията може да бъде реализирана като автономен възобновяем захранващ източник на улични осветителни тела. Дори като възобновяем енергиен източник към електроразпределителната мрежа. Също не трябва да забравяме, че релсовия транспорт е още по икономичен от сухопътния, поради ниския коефициент на триене на колелата с железния път.

Подчертавам, че всички фактори са с възможно най-лошите показатели и във всички случаи получените резултати ще бъдат по-високи.

Приблизителни икономически изчисления:

По груби изчисления цената на един ветрогенератор, произведен в България, заедно с ветроколелото не може да надвиши 700лв. Тогава :

$$(8) 700\text{лв.} * 1200\text{стъ.} = 840000\text{лв.}$$

Ако движението на градския транспорт започва в 5:00 часът, и приключва в 23:00 часът, това прави 18 часа в денонощието, а от тук:

$$(9) 18\text{часа} * 30\text{дни/месец} * 450\text{kW/h} = 243000\text{kWh/месец}$$

Ако цената на електроенергията за промишлени нужди е 0,15лв/kWh, тогава:

$$(10) 0,15\text{лв/kWh} * 243000\text{kWh/месец} = 36450\text{лв/месец}$$

Но тъй като ветровия потенциал е 50%, това прави:

$$(11) 36450\text{лв/месец} * 50\%/100\% = 18225\text{лв. спестени}$$

Допълнителни разходи:

- монтаж на ветрогенератора с опроводяване:

(12) $1200 \text{ в.г.} * 2 \text{ часа} / 172 \text{ часа} / \text{месец} = 14 \text{ месеца}$

- заплата на двама монтьори + шофьор на авто вишка:

(13) $3 \text{ човека} * 14 \text{ месеца} * 700 \text{ лв} / \text{месец} = 29400 \text{ лв}$

- автовишка:

(14) $14 \text{ месеца} * 22 \text{ работни дни} * 200 \text{ лв} / \text{машиносмяна} = 61600 \text{ лв}$

откъдето следва, че е по-изгодно да си я купим за около 20000 лв тъй като ще ни бъде необходима за по-нататъчна профилактика и ремонт на енергийния обект.

- допълнителни крепежни елементи, консумативи и окабеляване = 30 лв/1 в.г.:

(15) $1200 \text{ в.г.} * 30 \text{ лв.} / \text{в.г.} = 36000 \text{ лв.}$

Крайна цена за изграждане на системата:

(16) $840000 \text{ лв} / \text{в.г.} + 29400 \text{ лв} / \text{заплати} + 20000 \text{ лв} / \text{автовишка} + 36000 \text{ лв.} = 925400 \text{ лв.}$

Времето за възвръщане на инвестицията ще бъде:

(17) $925400 \text{ лв.} / 18225 \text{ лв. спестени} = 50,8 \text{ месеца}$

което е значително кратък период за възвръщане на инвестиция от този тип. Времето за възвръщане на инвестиция за ветрогенераторен парк е от порядъка на 120 месеца.

След този период, спестените 18225 лв/месец са чиста печалба, но ще способстват за:

- подобряване на транспортната система
- понижаване цената на билетите за градския транспорт
- повишаване броя на превозените пътници
- понижаване използваемостта на автомобилите
- понижаване на вредните емисии
- повишило печалбите на транспортната компания.

CONTACT NETWORK - CATENARY FOR URBAN ELECTRICAL TRANSPORT AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE.

Martin Dimitrov Zlatkov

dj_marti79@mail.bg

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

Key words: *trolley, energy efficiency, renewable energy source, catenary, wind turbine, energy-independent, electric vehicles.*

Abstract: *This report presents an innovative idea with whose implementation can significantly reduce costs NEC electrical transport company. The aim is rational use of available infrastructure (catenary and adjacent pillars) combined with renewable energy sources (wind turbines and solar panels) lead to partial or complete energy autonomy of electric transport undertaking.*